

熱風乾燥法における鮮魚の乾燥特性

青 木 秀 敏*

Drying Characteristic of Raw Fishes under Hot Gas Drying Conditions

Hidetoshi Aoki

Abstract

The drying characteristic of raw fishes under hot gas drying conditions was investigated by measuring drying characteristic curve. The fishes used in experiment were pacific saury, sardines, salmon, cod and pollack, flatfish, squid and cuttlefish.

Experimental data showed that the drying characteristic curve of raw fishes differed one another. It was considered that the amount of lipid and the internal structure of fishes affected the drying characteristic of raw fishes.

はじめに

八戸港の今年の水揚げ数量は、魚市場開設以来史上最高を記録、釧路に次いで全国第2位の座を確保している。水揚げ数量の54%がイワシ、23%がイカ、6%がサバとなっている。

日本人が一番多く食べている魚はイカであり、八戸港は国内総水揚げ量の3分の1、世界の15%を占め、世界でもトップのイカ水揚げ港である。生産額からみると、イカは八戸港全体の80%、年間600億円を占めている。しかし最近の水揚げ量の増大から相場が暴落し、業界挙げてイカの消費キャンペーンを行ったことは記憶に新しい。イカに限らず魚の消費拡大のためには、調理がしやすく、しかも付加価値の高い新しい水産加工品を開発し、全国各地へ販売することが課題となっている。

最近、動物性脂肪でも、魚の脂肪のような液状の油（不飽和脂肪酸）には、動脈硬化を防ぐEPA（エイコサペンタエン酸）が多く含まれて

いることが注目を浴びている。EPAは、サバ、アジ、ニシン、イワシ等のいわゆる青背の魚に多く含まれ、これらの魚は、成人病予防と治療に効果があると報告されている。

現在、八戸港に水揚げされた魚は、鮮魚として全国各地へ、あるいは八戸地区14社の魚粉製造工場へ出荷される以外は、大型冷蔵庫へいったん冷凍貯蔵される。白銀漁協、八戸魚連、八戸加工連等の大型冷蔵庫には、 -40°C の冷風で冷凍した魚が、約 -8°C の庫内に貯蔵されているが、相場の緩衝役としてはともかく、そのエネルギーコストはかなりになるものと思われる。

たしかに、鮮魚として出荷するのであれば、冷凍して保存するのが最適であるが、各種の水産加工場に出荷する場合には、鮮魚を乾燥して保存することも貯蔵コストが安く、しかも加工の操作が短縮される一つの方法である。また、例えば魚肉たん白を原料に機能性食品、健康食品素材等の新しい水産加工品を製造する工程には、鮮魚を保存する前処理あるいは製造工程の中に魚肉を乾燥する操作が必ず必要になってくる。

平成2年10月31日

* エネルギー工学科
食品工学研究所（併任）

乾燥とは、水分を含んでいる湿り物質に熱を加えることにより、その水分を蒸発除去する操作を指し、日常的には洗濯物を乾かす場合、工業的には、石炭、粘土、木材、セメント等の製造に利用されている。食品加工の分野でも、粉ミルク、インスタントコーヒー等、熱風中に液状の物質を噴霧することにより粉末状の製品を作る際に乾燥操作が利用されている。最近では水産加工の分野でも、天日乾燥に代わり、新しい乾燥法が開発されつつある現状である。

本研究は、各種の鮮魚が、どのような機構で乾燥されるのかを実験的に検討することにより、効率の良い、しかも味の損なわない乾燥保存法を確立し、付加価値の高い水産加工品を開発するための基礎資料を提示することを目的としている。

1. 実験装置および方法

1.1 実験材料

実験に使用した鮮魚は、八戸市営魚菜市場から購入した冷凍されていない新鮮な魚を用い、鮮魚はペニサケ、セグロイワシ、サンマ、ヤリイカ、黒ガレイおよびスケソウダラの6種類を用いた。表1にそれぞれの魚の成分分析例¹⁾を示す。

測定サンプルは、内径φ49 mmのステンレスシャーレの中に魚肉を細切れにして、密に詰めることにより作成した。それぞれの魚について、質量測定用および表面温度測定用の2つのサンプルを作成した。

なお、季節による魚の成分の変化を考慮し、鮮魚は全て12月～1月の間に購入したものを使用し、購入した鮮魚は冷蔵庫内に保管し、3日以

表1 魚の成分分析例 (100 g 当り, 単位 [g])

	サンマ	イワシ	サケ	カレイ	イカ	タラ
水分	61.8	64.6	69.3	76.9	81.8	82.7
蛋白質	20.6	19.2	20.7	19.0	15.6	15.7
脂質	16.2	13.8	8.4	2.2	1.0	0.4

内に使用した。

1.2 実験装置および方法

熱風乾燥法実験装置の概略図を図1に示した。熱風乾燥機(内法 45 cm×45 cm×45 cm)は横から送風され、排気は煙突より屋外に出される形式の物を使用し、排気ダンパーを20%開の状態に保ち、機内温度を一定に保った。

質量は、15分毎にシャーレを乾燥機よりすばやく取り出し、電子天秤により、乗せた直後の値を測定した。出し入れに伴う質量および表面状態の変化は、短時間であるためほとんどなかった。また、魚肉の表面温度はφ0.1 mmのCu-Co熱電対を表面近傍に取り付けることにより一定時間毎に測定した。

本実験で用いる平衡含水率 w_e 及び自由含水率 w_f はそれぞれ次式で表される。ここで W は個体重量、 W_e はある乾燥条件で質量の変化がなくなる時点の平衡時個体質量、 W_o は180℃に上げて完全に乾燥した完全乾燥個体重量である。

$$\text{含水率} \quad w = \frac{W - W_o}{W_o}$$

$$\text{自由含水率} \quad w_f = \frac{W - W_e}{W_o}$$

$$\text{平衡含水率} \quad w_e = \frac{W_e - W_o}{W_o}$$

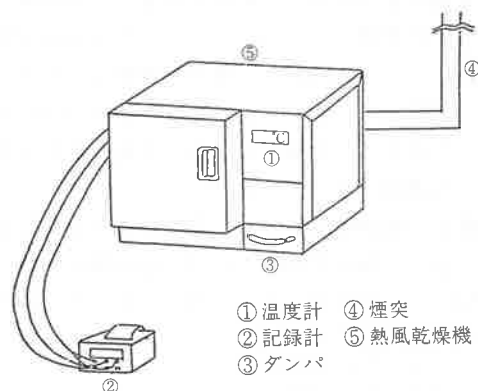


図1 熱風乾燥法実験装置概略図

2. 実験結果および考察

図2～図7は熱風乾燥の場合における6種類の鮮魚の乾燥特性曲線を示し、魚の種類による

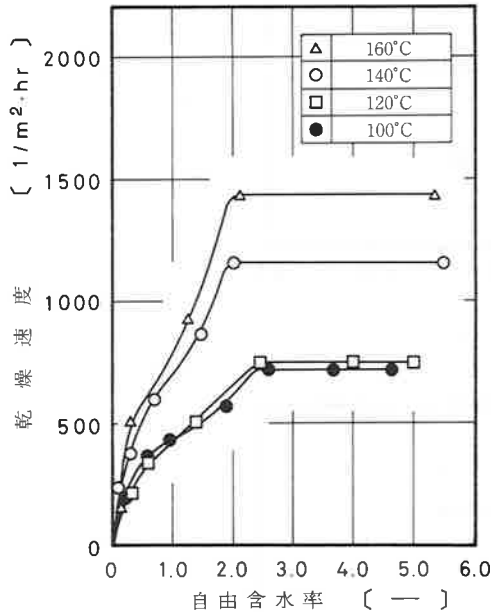


図2 乾燥特性曲線 (タラ)

乾燥特性の違いをみたものである。図中には熱風温度を100℃～160℃の間で4段階に変化させた場合の乾燥特性曲線を示し、鮮魚の乾燥特性に及ぼす熱風温度の影響も検討した。

図2に示したタラの乾燥特性曲線から鮮魚の状態のタラの自由含水率は約5.2と大きい。つまり完全乾燥質量1kgに対して乾燥で除去できる水分が約5.2kgも含まれていることを示している。このことは表1に示したようにタラが6種類の魚の中では一番水分含有量が多く、脂質が少ない魚であることによると考えられる。また、タラの場合の乾燥特性は、いずれの温度の場合でも一定の速度で乾燥が進行する恒率乾燥が行われ、その後乾燥速度が遅くなる減率乾燥へと移ることがわかる。恒率乾燥期間と減率乾燥期間の境の自由含水率である限界含水率の値は熱風温度によって若干の変化はあるが、2.0～2.4の範囲にある。さらに乾燥速度については、熱風温度が高い方が当然のことながら速度は速くなっている。

図3に示したイカの場合、熱風温度の上昇に伴って恒率乾燥速度及び減率乾燥速度は比較的規則正しく増加している。また熱風温度100℃

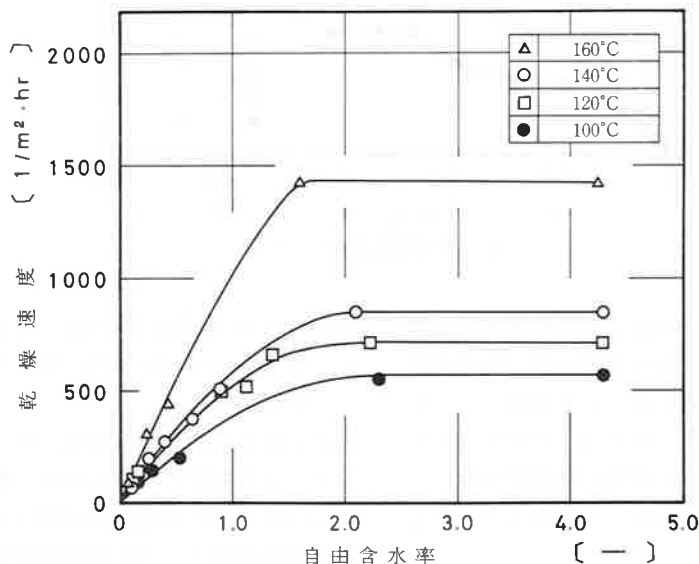


図3 乾燥特性曲線 (イカ)

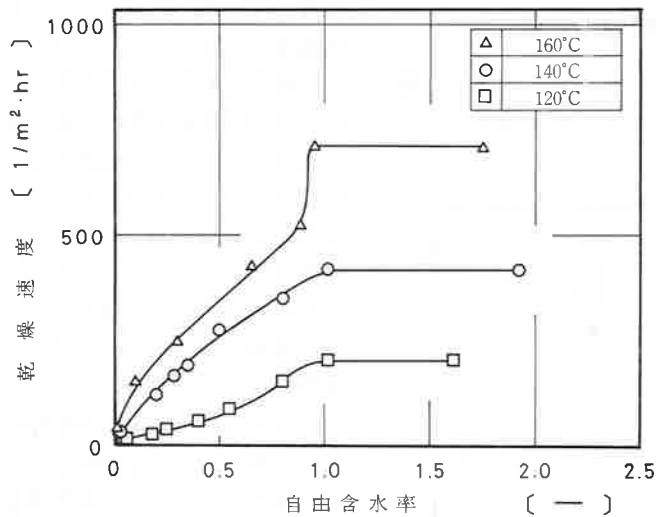


図4 乾燥特性曲線 (カレイ)

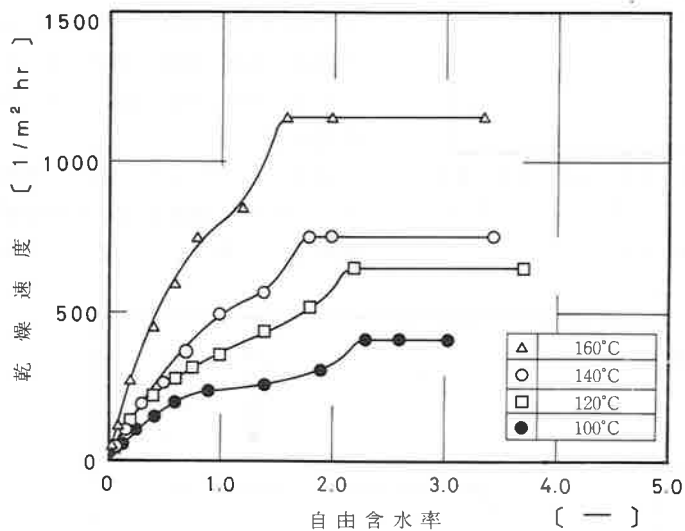


図5 乾燥特性曲線 (サケ)

～140℃ の場合、減率乾燥には乾燥速度が直線的に減少する減率第一段と非直線的に乾燥速度が減少する減率第二段が表われる傾向がみられた。これは、6種類の魚の中ではイカのみにみられた傾向であり、イカの肉質が繊維質材料から構成されていることに関係しているものと考えられる。

図4に示したカレイの場合、限界含水率の値

はいずれの熱風温度の場合でも約1.0と少なく、含水率がかなり小さい値まで恒率乾燥が続くことがわかる。

図5に示したサケの場合、カレイ、イカおよびタラより脂質が多いものの、繊維質の肉質構造から水分の内部拡散が円滑に行われるため、恒率乾燥速度および減率乾燥速度は大きくなっている。

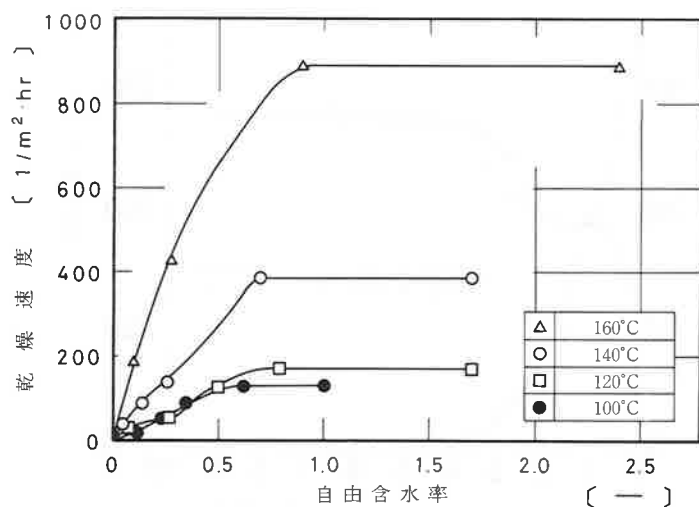


図6 乾燥特性曲線（イワシ）

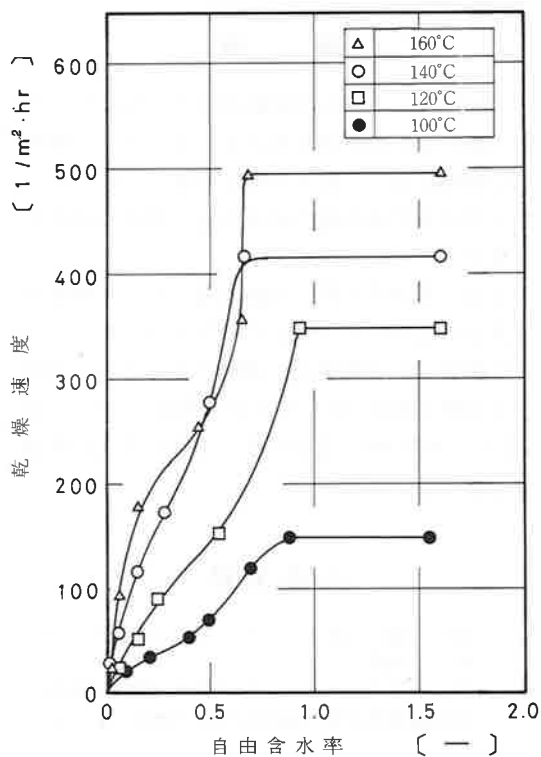


図7 乾燥特性曲線（サンマ）

図6および図7に示したイワシおよびサンマの場合、ともに脂質含有量が大きいため、脂質が水分の内部拡散に影響を及ぼすことが考えられるが、両者とも恒率乾燥期間が存在し、限界含水率の値は0.6～0.9の範囲となった。しかし、鮮魚の自由含水率が少ないため、恒率乾燥速度および減率乾燥速度はほかの魚に比べ小さな値を示した。

図8にサケの熱風乾燥140℃の場合の魚肉の表面温度と重量の時間的変化²⁾を示した。図5の結果と併せて考えると、材料予熱期間では急激に表面温度が上昇し、やがて表面温度は一定となり恒率乾燥期間に移る。その後、自由含水率の値が限界含水率より小さくなり減率乾燥期間に移ると、魚肉の表面が乾いてくるため表面温度は再び急激に上昇し、機内雰囲気温度140℃に近づくことがわかる。

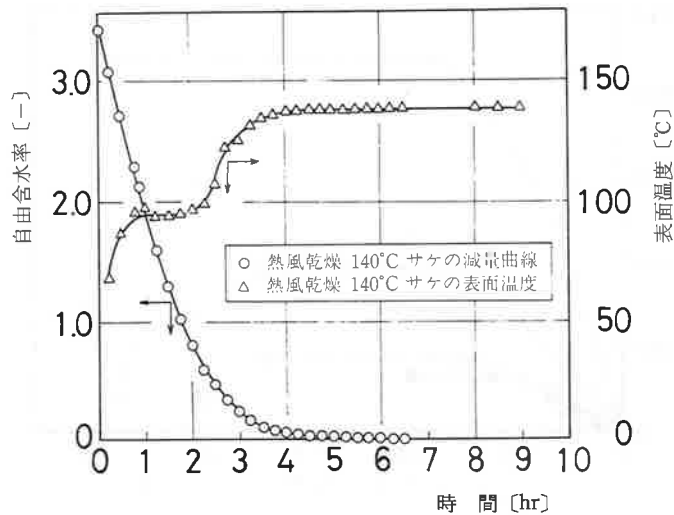


図8 表面温度と重量の経時変化

む す び

熱風乾燥法における鮮魚の乾燥特性曲線を求め、下記のことが明らかになった。

- (1) 鮮魚の乾燥特性は、まず恒率乾燥が生じ、その後減率乾燥へと移る。
- (2) 脂質が多い鮮魚(サンマ、イワシ、サケ)と脂質の少ない鮮魚(カレイ、イカ、タラ)の乾燥速度を比較すると、脂質の多い方が自由含水率が少ないため、恒率乾燥速度および減率乾燥速度は遅く、乾燥に要する時間が長い。
- (3) 鮮魚の乾燥特性曲線は魚の種類によってかなり異なる。これは魚の脂質量、内部構造等が鮮魚の乾燥特性に影響していることと考えられる。
- (4) 乾燥中における鮮魚の表面温度の変化については、材料予熱期間で上昇し、恒率乾燥に入ると一定となり、限界含水率を経て減率乾燥に移ると魚肉の表面が乾いてくるため、表面温度が再び上昇し雰囲気温度に近づく。

謝 辞

本研究は、八戸市の昭和63年度『21 はちのへ研究奨励金』の助成を受けました。また、使用した鮮魚に対し、数々の便宜を図っていただいた八戸市営魚菜市場の秋善商店に感謝の意を表します。

また、本研究に際し実験指導、データ整理及び図面作成を行ってくれた本学エネルギー工学科技術員 中谷勝美氏、実験に協力された当時学生の新井忠和(現九州大学大学院)、谷 悟(現太子食品 株)及び河原木宏修の各氏に感謝致します。

引 用 文 献

- 1) 清水 誠ら；魚ガイドブック、女子栄養大学出版部(1989)
- 2) 青木秀敏ほか5名；化学工学会一関大会研究発表講演要旨集，SA103，5-6(1989)