

## ガラス温室を用いた太陽乾燥法による 鮮魚の乾燥特性と品質変化

青 木 秀 敏\*

### Drying Characteristic and Change in the Quality for Raw Fishes under Solar Drying Conditions by using Glass House

Hidetoshi AOKI

#### Abstract

This article describes the summary of drying characteristic of raw fishes and the changes in the quality for fish under solar drying conditions by using glass house.

Experimental data shows that solar drying method is rapid of drying and that dehydrated fishes has a high level in both lipid oxidation and decomposition of flesh.

Furthermore, the concentration of glutamic acid of broth is lower in comparison with the case of natural sun drying. The reason is considered that internal temperature of glass house becomes higher than the appropriate temperature during the day because solar radiation penetrates into the glass.

**Keywords :** solar drying, fishes, drying characteristic, natural sun drying, glass house.

#### 1. はじめに

東北地方において、全産業高の中で農水産業の占める割合は大きく、青森県では60%を越え、今後の地域振興を図る上で、農水産業の高度化、省力化が必要とされる。八戸市の水産加工業において、イカの素干し、イワシの素干し等の干物の生産は、大部分がボイラーによる温風乾燥法で行われている。温風乾燥法はコストが高く、天日乾燥法に比べて味が落ちる等の問題がある。一方、天日乾燥法は天候に左右され、乾燥期間が長い、ハエがたかり不衛生等の問題が多く、現在は余り行われていない。

著者は、これまで温風乾燥法における6種類の鮮魚の乾燥特性を求め、魚の種類による乾燥

特性の違いを検討した<sup>1)</sup>。さらに、天日乾燥に代わる乾燥法として用いられている遠赤外線加熱を鮮魚の乾燥に適用することを目的に、遠赤外線真空乾燥器を試作し、鮮魚の乾燥特性とその際の魚肉の品質変化を検討した<sup>2)</sup>。その結果、遠赤外線真空乾燥法は遠赤外線乾燥法に比べ乾燥速度が大きく、脂質の酸化程度も小さな値を示した。しかし、遠赤外線乾燥法は電気代などのランニングコストが高く、一般的ではない。

本報では、農水産物の新しい乾燥法として、温室のガラス越しに入ってくる太陽熱を利用して農水産物を乾燥させる太陽乾燥法を検討した。この太陽乾燥法は温室を利用することにより外気温より高い温度で乾燥ができ、しかも天候の影響を受けにくい特徴があり、施設園芸の盛んなヨーロッパで最近開発が始まっている。

太陽乾燥法の対象となる農水産物としては、

\* エネルギー工学科  
食品工学研究所 (併任)

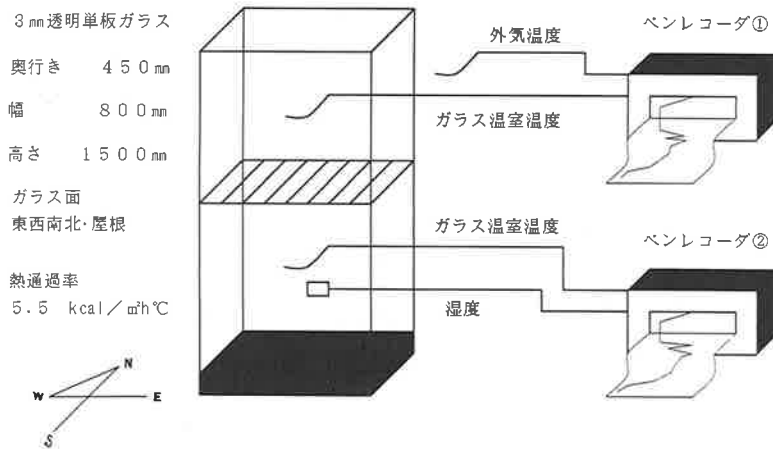


図1 太陽乾燥法実験装置概略図

青森県津軽地方および県南地方の三戸で栽培されるブドウ、県南の南郷で栽培されるブルーベリー等の果樹類、岩手県北部の軽米で生産される椎茸、まいたけ等のキノコ類、八戸に水揚げされるイカ、イワシ等の鮮魚、三陸沿岸で産出されるワカメ、昆布等の海藻類が考えられる。

本稿では、天日乾燥法の味の良さを生かした太陽乾燥法を開発することを目的に、ガラス温室を用い、ガラスを透過した太陽光と太陽熱による鮮魚の乾燥特性とその際の品質変化を測定し、それが太陽光が直接当たる天日乾燥法とどのように異なるのかを検討した。

## 2. 実験装置および実験方法

### 2.1 実験装置

本実験で用いた太陽乾燥装置の概要を図1に示す。太陽乾燥法で使用する温室には市販のガラス温室を用いた。ガラス温室は幅800mm、奥行き450mm、高さ1,500mm、使用ガラスは3mm厚透明単板ガラスである。この温室を本学エネルギー工学科専門棟の屋上に真南向きに設置した。温室は外気の侵入を防ぐため、ガムテープで密閉にした。また、床からの熱損失を防ぐため、温室をコンクリートブロックの上にのせ、

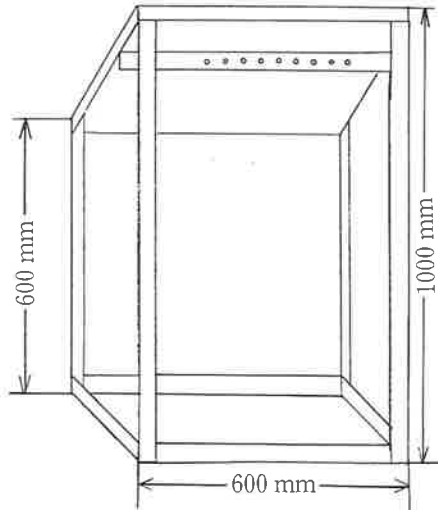


図2 天日乾燥法実験装置概略図

床から離すとともに、温室下部に30mm厚断熱材(スタイロエース)を敷いた。一方、天日乾燥装置の概要を図2に示す。天日乾燥装置として、太陽光線があたるように天井板を30度の傾斜に傾け、通風を良くするように周囲を開放にした専用の乾燥棚を試作した。両乾燥法とも太陽光線があたる位置に鮮魚をぶら下げた。

## 2.2 実験方法

外気温、温室内温度は  $\phi 0.3$  mm Cu-Co 熱電対により、湿度は湿度センサーによりそれぞれ 24 時間測定した。日射量はネオ日射計（英弘精機製、MS-42）を用い、水平面全天日射量として求めた。乾燥物の質量は、一定時間毎に乾燥装置よりすばやく取り出し、電子天秤によりのせた直後の値を使用した。また分析用のサンプルも一定時間毎に採取した。

乾燥過程における魚肉の品質を表わす指標として、本実験では脂質の酸化程度を示す過酸化価 (POV)、味・旨味の程度を示すグルタミン酸濃度および肉質の変質指標となる揮発性塩基態窒素 (VBN) の 3 項目を測定した。POV は Folish 法により魚肉より脂質のみを抽出後、チオ硫酸ナトリウム標準液で滴定することにより求めた。グルタミン酸濃度は魚肉を約  $70^{\circ}\text{C}$  の蒸留水で 30 分加熱して抽出し、脂肪を分離後、分光光度計の可視部吸光度測定法（波長  $492\text{ nm}$ ）で求めた。VBN は微量拡散・緩衝法で求めた。

実験に使用した鮮魚は、表面積が正確に求めやすいように角切りにでき、しかも乾燥過程中に魚肉が収縮して水分が表面に浮き出て垂れ落ちない魚として、マグロ（脂身）を選んだ。マグロは八戸市営魚菜市場から購入した解凍直後のものを使用した。

## 3. 実験結果および考察

### 3.1 ガラス温室の熱環境特性

温室内熱環境特性の一例として、図 3 に晴天日（12 月 8 日）におけるガラス温室内温度、湿度および外気温の経時変化を水平面全天日射量と対応させて示す。この日は雲がなく快晴の日で最高気温は  $8.1^{\circ}\text{C}$  である。温室内温度は太陽の上昇にともない、ガラスを透過して温室内へ流入する日射量が増大するため徐々に上昇し、正午にピークに達した。温室を構成している透明単板ガラスの熱通過率が大きいいため、温室内温度が上昇するにつれて、ガラス温室より対流で外界へ流出する熱損失量が増大する。そ

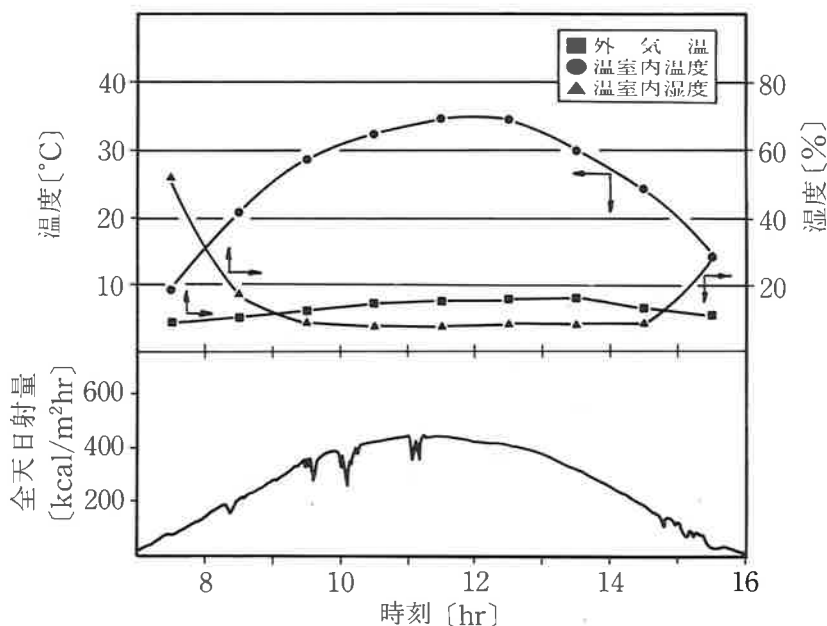


図 3 温室の熱環境特性（快晴日）（12 月 8 日）

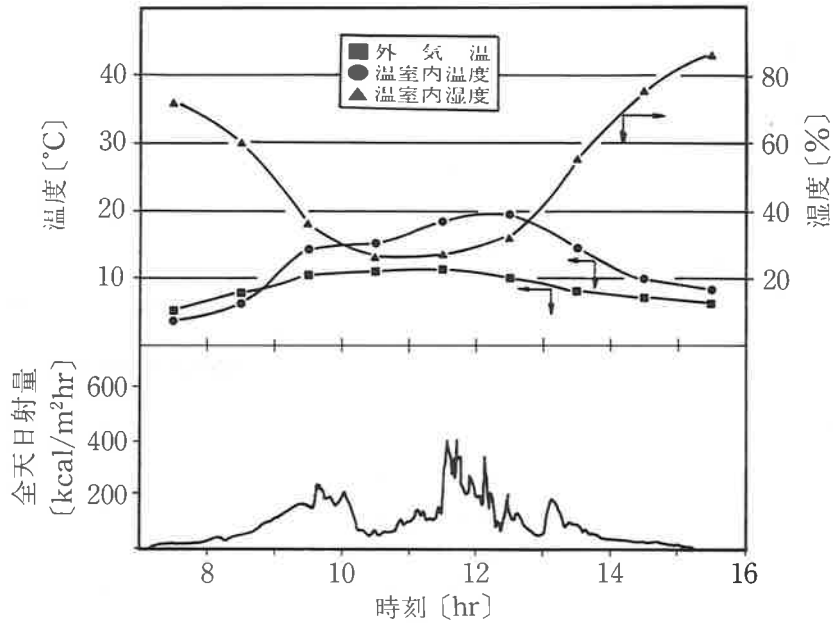


図4 温室の熱環境特性 (曇天日) (12月9日)

のため正午以降、日射量の下降も加わり温室内温度は急激に減少している。

一方温室内相対湿度は日の出とともに温室内温度が上昇するため急激に減少し、9～15時までの間10%以下を保ち、日没前に再び上昇している。

比較のため、日射量の少ない曇天の日(12月9日)の経時変化を図4に示す。この日は、正午前後に1時間程日がさした以外は最高気温

11.6°Cの曇天の日である。温室内温度は外気温より5～10°C高いだけで、最高温度は19.4°Cにとどまった。それに伴い、相対湿度も高く、最低は26%であった。

普通板ガラスは太陽の日射の78%を透過し、ガラスで吸収して再放熱される6%を合わせると84%の日射量を室内に取り込むと言われている<sup>3)</sup>。そのため、図3に示すような日射量の多い快晴の日は、太陽の日射量を多く取り込んで、

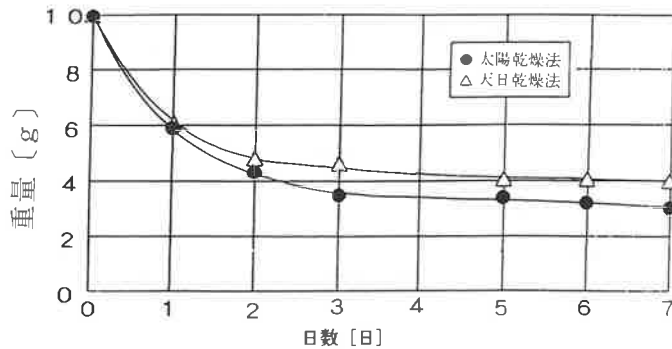


図5 乾燥過程における重量変化

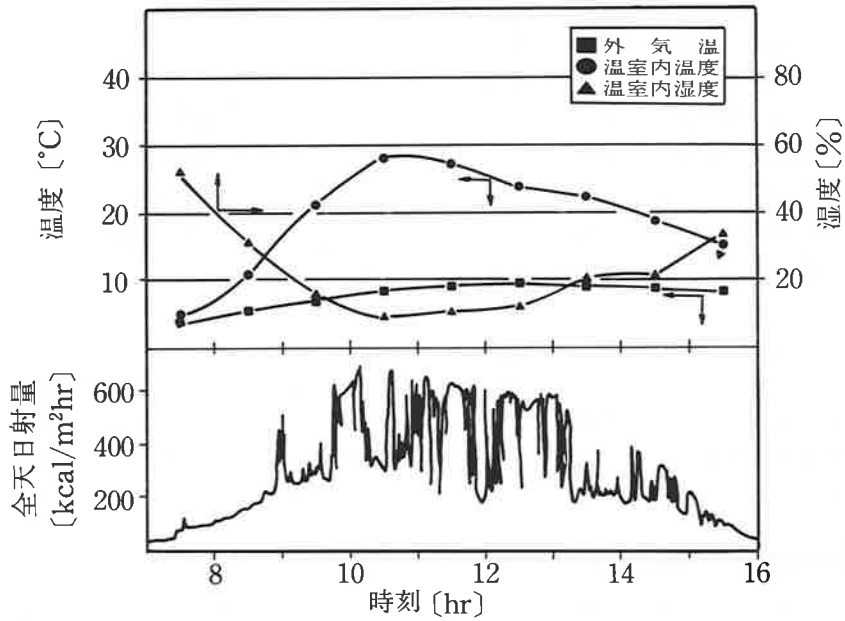


図6 温室の熱環境特性 (実験開始当日) (11月16日)

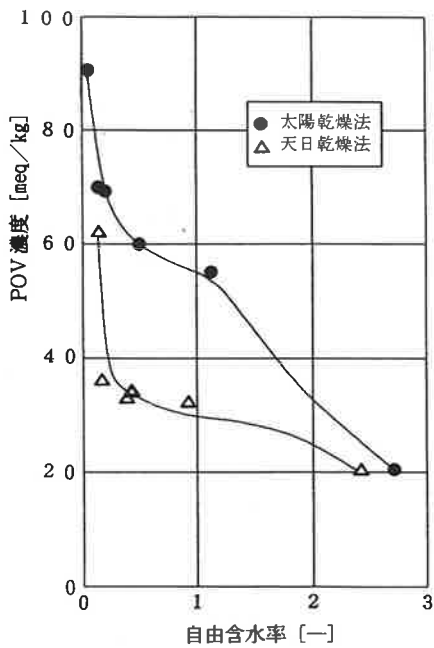


図7 乾燥過程中の過酸化価値 (POV) の変化

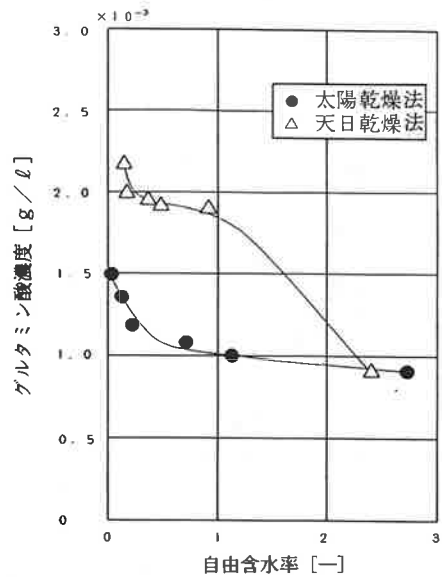


図8 乾燥過程中のグルタミン酸濃度の変化

温室内温度が外気温より 27°C 高い 34.6°C まで上昇する。しかし、図 4 に示すような日射量の少ない曇天の日は、外気温より最高 9.3°C 高いだけで、温室内温度はあまり上昇しない。

ガラス温室内に流入する日射量  $Q_{in}$ 、ガラス温室から外界へ放出する熱損失量  $Q_{out}$ 、から計算<sup>4)</sup>される温室の一日の平均集熱効率  $\eta$  ( $= (Q_{in} - Q_{out}) / Q_{in} \times 100$ ) は、図 3 に示した快晴の日で 23%、図 4 に示した曇天の日で 48% であった。曇天の日の集熱効率が高いのは、流入する日射量は少ないが、温室内温度が上昇しないため熱損失量がそれ以上に少なくなるためと考えられる。

### 3.2 鮮魚の乾燥特性と品質変化

図 5 に太陽乾燥法および天日乾燥法における鮮魚の重量変化を示す。両乾燥法とも重量が平衡に達するのに 8 日かかったが、実験開始一日目で乾燥される水分の約 60% が除去されている。天日乾燥法に比べ、温室を利用する太陽乾燥法の場合の方が乾燥が速いことがわかる。図 6 に実験開始当日 (11 月 16 日) の温室内温度、湿度および外気温の経時変化を示す。この日は

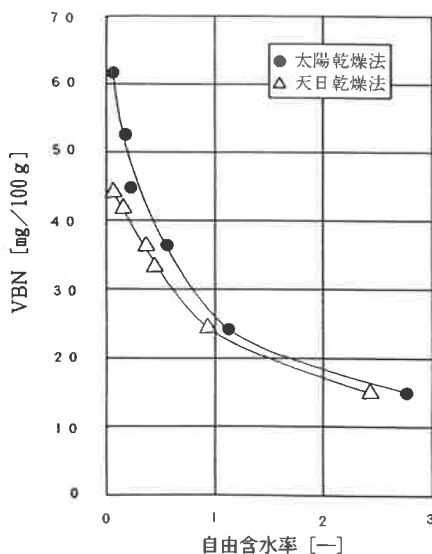


図 9 乾燥過程中的揮発性塩基態窒素 (VBN) の変化

晴天の日であるが雲が発生し、日射量は激しく変動している。外気温は最高 9.3°C、温室内温度は最高 28.4°C で湿度は最低 9% である。その後実験中の一週間は降雨、降雪のような気象状況の急変もなく、多少の変動はあるがほぼ同様な変化をしていた。外気の風速、湿度も影響すると考えられるが、温室内温度と天日乾燥の温度に相当する外気温との温度差が乾燥速度の差になって表われていると考えられる。

図 7 に乾燥過程中的過酸化物質価 (POV) の値の変化を比較して示す。POV とは脂質が酸化する際初期に生ずる過酸化物の量を示し、数値が大きい程酸化が進行していることを示す。両乾燥法とも、POV 濃度は乾燥が進行するにつれて高くなっており、自由含水率 0.5 を境に著しく上昇している。このことは乾燥過程の後半に脂質の酸化が急激に進むことを示している。また太陽乾燥法の場合の方が乾燥過程中的 POV 濃度が常に高く、脂質の酸化が大きいことを示している。これはガラス温室内温度が外気温より昼間・夜間ともに高いため、太陽乾燥法の場合の方が高度不飽和脂肪酸が酸素と反応しやすい状態であったことが原因と考えられる。

図 8 に乾燥過程中的水溶性グルタミン酸濃度の変化を比較して示す。グルタミン酸濃度については、水分の濃縮による濃度上昇を補正した実質の濃度の値を示した。天日乾燥法の場合、グルタミン酸濃度は生 (含水率 2.5) から含水率 1.0 (期間にして 1 日) まで上昇後、含水率 0.25 から再び急上昇している。一方太陽乾燥法の場合、生から含水率 0.5 (期間にして 2 日) まではあまり変化しないが、その後急上昇している。両者に変化の違いはあるが、グルタミン酸濃度は天日乾燥法の場合の方が大きな値を示している。天日乾燥の場合、外気温が約 12°C 以下の条件下であり、一方太陽乾燥法の場合、温室内温度が最高 38°C の条件下であることから、低温度の場合の方がグルタミン酸濃度の増加が大きいことが考えられる<sup>5)</sup>。このことは温風乾燥器の器内温度を 20°C、30°C、40°C と変えて、乾燥過

程中のグルタミン酸濃度を測定したところ、20°C の場合がグルタミン酸濃度が一番増加した結果<sup>6)</sup>にも表われている。

図9に乾燥過程中的揮発性塩基態窒素(VBN)の変化を比較して示す。VBNは肉質の変質指標とされているもので、VBNの値が30を越えると初期腐敗と言われている。VBNは太陽、天日両乾燥法とも乾燥の進行にともない上昇しているが、太陽乾燥法の場合の方が若干大きい。これは前述と同様、太陽乾燥法の場合、温室を利用する関係上、乾燥温度が高いため揮発性塩基態窒素(VBN)発生の化学反応速度が速くなるためと考えられる。

#### 4 ま と め

天日乾燥法の味の良さを生かした太陽乾燥法を開発することを目的に、ガラス温室を用い、ガラスを透過した太陽光と太陽熱による鮮魚の乾燥特性とその際の品質変化を測定し、天日乾燥とどのように異なるのかを検討し、下記のこと

- 1) ガラス温室内温度は、午前中流入日射量が增大するため上昇し、正午にピークに達する。その後、外界へ流出する熱損失量が增大するため、温室内温度は急激に低下する。
- 2) 乾燥速度は太陽乾燥法の場合の方が大きい。

- 3) 天日乾燥法の方が魚肉の脂質酸化が少なく、味・旨味の程度も大きく、しかも鮮度低下も少ない。

本研究は、八戸市の平成6年度「21はちのへ研究奨励金」の助金を受けました。関係各位の皆様へ感謝の意を表します。本研究を遂行するにあたり御指導頂いた青森県水産物加工研究所化学試験部長の中谷肇氏、同所主管研究員の石川哲氏に心より感謝いたします。また本研究に際し、実験指導を行った本学エネルギー工学科技術職員中谷勝美氏、実験に協力された平成6年度卒業生の浅利和典(東北電気製造(株)、一井幹久(丸片機水(株)、長島重明(本学大学院)の各氏に感謝致します。

#### 引用文献

- 1) 青木秀敏：八戸工大食品工学研究所紀要，2，p. 41 (1991)
- 2) 青木秀敏：八戸工大食品工学研究所紀要，6，p. 21 (1995)
- 3) 原田 剛：空気調和・衛生工学，69，p. 63 (1995)
- 4) 空気調和・衛生工学便覧 第12版 (1995)
- 5) 青木秀敏：平成6年度「21はちのへ研究」概要(八戸市)，p. 33 (1995)
- 6) 浅利和典，一井幹久：平成6年度八戸工業大学エネルギー工学科卒業論文，p. 60 (1995)