

## 煮干しイワシの油焼け防止—X 乾燥方法

田 辺 伸

### はじめに

煮干しイワシの油焼け防止を図るため、前報<sup>1)</sup>で遠赤外線乾燥の効果を明らかにした。

一方煮干し加工場では、天日乾燥、温風乾燥および冷風乾燥が用いられている。それぞれの乾燥方法には、種々の得失があると言われている。しかしこれらの乾燥方法に関する研究は、天日乾燥<sup>2)</sup>あるいは遠赤外線乾燥<sup>1)</sup>に限られ、同時に比較検討された例は無い。そこでこれら3種類の乾燥方法による煮干しイワシ品質の相違点を改めて明確に位置づけることにした。

さらに新しい乾燥方法として窒素ガス気流下での乾燥を今回初めて試み、上記3種の乾燥方法と比較した。

試験の結果2, 3の新しい成果が得られたのでここに報告する。

### 材料と方法

原料は1986年6月28日、館山港生け簀から水揚げされたカタクチイワシ(平均体長9.3cm, 平均体重7.0g, 平均粗脂肪量4.0%)を-40℃で冷凍保存し、これを試験直前に解凍して用いた。ついで原料魚を3%の食塩水中で80℃-7分間煮熟した。

煮熟直後のイワシは、乾燥区分(表1)にしたがって乾燥した。天日乾燥を除く乾燥には、東洋製作所製

恒温・恒湿器アテンプターKHLを用いて乾燥した。天日乾燥は屋外で日中のみ行い、天候不順時および夜間には-40℃の冷蔵庫に入庫した。入庫時には、煮干しをセイロごとプラスチックフィルムに包装し、出庫時には結露を防ぐため、包装したまま外気温に慣らした後、開封して乾燥を継続した。乾燥の終了は、各乾燥区分とも煮干しの水分量が10%前後になった時点とした。なお窒素ガス気流下での乾燥は、煮熟したイワシを内容積約0.2m<sup>3</sup>の恒温・恒湿器に入れた後、純度99.99%の窒素ガスを当初20ℓ/min.の割合で注入した。そして約1時間後に酸素濃度が0.5%となった時点で、3ℓ/min.の割合に変え、継続して注入、乾燥した。酸素濃度は東レエンジニアリング社製ジルコニア式酸素濃度計LC-700Fで適宜モニタリングした。

乾燥中および乾燥終了時の品質を調べるため、適宜水分量を測定するとともに、POVおよび高度不飽和脂肪酸<sup>3)</sup>の残存率を測定した。これらの測定は、前報によった。なお窒素ガス気流下乾燥では、試験終了時のみこれらの測定を行った。

さらに乾燥中の脂質酸化が油焼けに及ぼす影響を調べるため、乾燥終了したサンプルをガスバリアーフイルムに入れ、窒素ガスおよび脱酸素剤を併用して密封包装した。ついで室温中(暗所)に放置し、官能評価に供した。

表1 乾燥区分

乾燥区分	摘 要
50℃乾燥 40℃乾燥 20℃乾燥	温風乾燥を想定 } 恒温・恒湿器を用いて所定の温度で 温風乾燥を想定 } 乾燥した 冷風乾燥を想定 } 乾燥湿度は50%RH
天日直射下乾燥	61年8月12日~8月20日に天日直射下で乾燥, 乾燥時の気温は27~34℃, 魚体中心部温度は27~44℃, 相対湿度は40~70%RH
窒素ガス気流下乾燥	0.2m <sup>3</sup> の内容積の恒温・恒湿器中で窒素ガスを注入 酸素濃度0.01~0.02% 50℃-50%RHで乾燥した

結果と考察

乾燥終了時の水分量は、50℃が9.8%、40℃が9.7%、20℃が13.0%、天日乾燥が8.8%、窒素ガス気流下乾燥が9.2%であった。乾燥にともなう水分量の減少は、天日乾燥を除いて乾燥温度が高くなるほど速かった。一方天日乾燥の乾燥時間は、20℃と40℃の間であった(図1)。

また窒素ガス気流下乾燥の、乾燥中の酸素濃度は図2のように推移した。

乾燥中および乾燥終了時のPOVは、おおむね天日乾燥>20℃>40℃>50℃の順に高かった。なお窒素ガス気流下乾燥では、POVが検出されなかった(図3)。

20℃、40℃および50℃乾燥のPOVは、温度が高いほど低い値を示した。したがって高温乾燥ほど酸化の進行が少ないと判断される。しかしパーオキシドは不安定な物質で、温度が高くなると生成量が多くなる代わりに分解・重合による減少も更に多くなる。そ

の差が、高温ほど小さくなるためこのような値をとったと考えられる。

一方窒素ガス気流下乾燥でPOVが検出されなかったのは、酸素濃度が0.01~0.02%以下に保たれ(図2)、脂質の酸化がほとんど無かったためである。また天日乾燥のPOVが高かったのは、前報<sup>2)</sup>でも述べたとおり、直射日光が酸化を促進し、パーオキシドの生成量が多くなったためと考えられる。

高度不飽和脂肪酸残存率は、窒素ガス気流下乾燥>20℃≥40℃=50℃>天日乾燥の順で大きく、20℃、40℃および50℃の3種類の乾燥では、到達水分量ごとにほとんど差が見られなかった(図4)。

一方高度不飽和脂肪酸残存率を乾燥時間との関係で見ると、乾燥温度が高いほど酸化速度が速い傾向が見られた。そして同時に、乾燥が終了するまでの時間が短かった(図5)。

これらのことから乾燥室内における20~50℃の乾燥は、乾燥温度が高いほど脂質酸化が大きく、乾燥時間

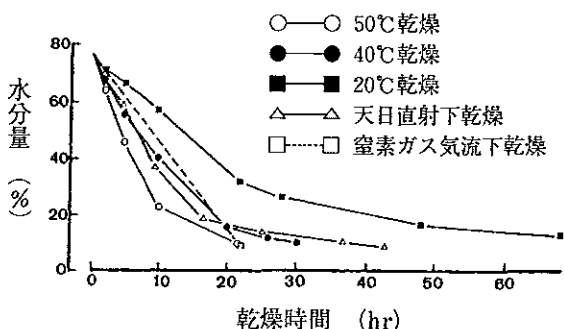


図1 乾燥時間と水分量の推移

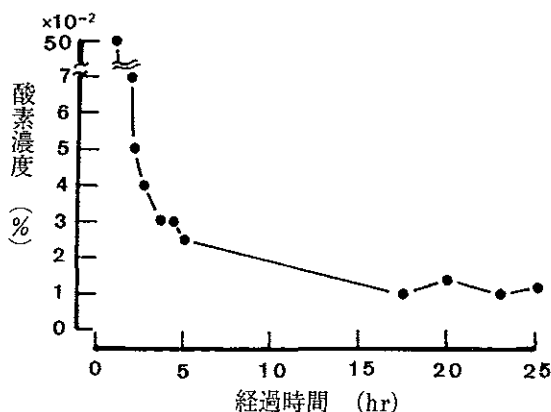


図2 窒素ガス気流下乾燥における酸素濃度の推移

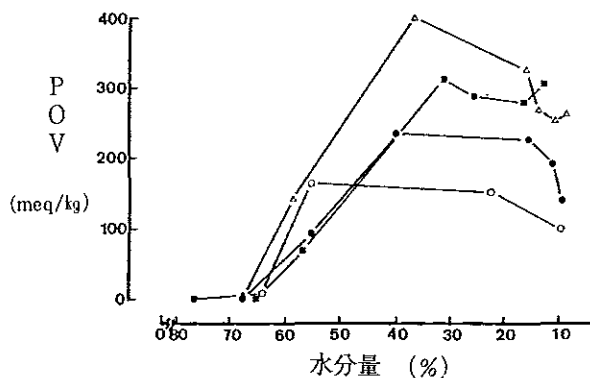


図3 到達水分量とPOV

凡例は図1に同じ

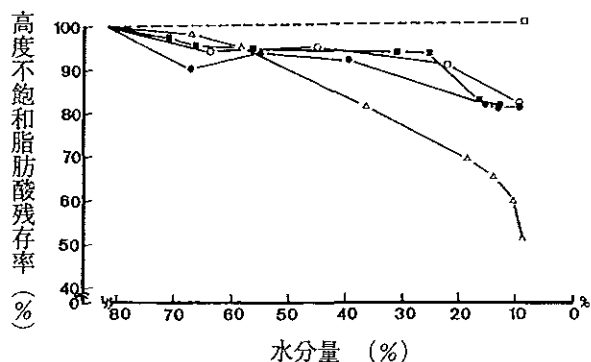


図4 到達水分量と高度不飽和脂肪酸残存率

凡例は図1に同じ

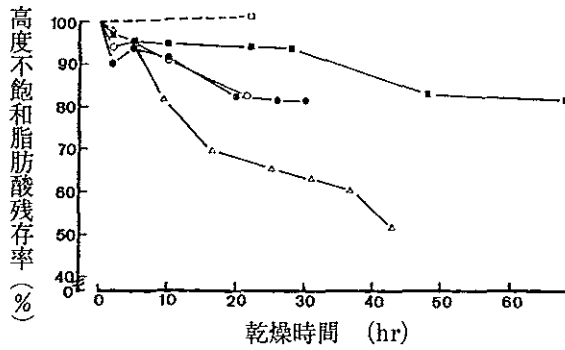


図5 乾燥時間と高度不飽和脂肪酸残存率  
凡例は図1に同じ

が短い。また低温乾燥では、脂質酸化が高温乾燥より小さいものの、乾燥に要する時間が長くなる。したがって脂質の酸化度は、乾燥温度に影響されるのではなく、目標とする到達水分量に影響されるものと考えられる。

天日乾燥の高度不飽和脂肪酸残存率は、5種の乾燥方法の中でも最も小さく、POVの結果とよく一致していた。さらに窒素ガス気流下乾燥ではその減少が認められないため、酸化の進行がほとんどないことを示していた。

5種の乾燥方法による官能評価は、窒素ガス気流下乾燥 ≧ 20℃ > 40℃ > = 50℃ ≧ 天日乾燥の順で優れていた(表2)。

煮干しの油焼け(アミノカルボニルメイラード反応)は脂質の酸化程度に比例する<sup>11)</sup>。さらにこの反応速度は、温度依存性が高い。低温乾燥(20℃)と高温乾燥(40℃および50℃)の官能評価に差が現れたのは、一見乾燥中の温度差の影響が出たためと考えられる。しかし最終的な脂質酸化度が同程度であるところから、長時間経過後の官能評価に差が現れることは考えられない。

一方煮干し加工場における良好な乾燥と、長時間高温・高湿度の劣悪な乾燥では、明らかに後者の製品が

油焼けしている。また同時に後者の製品は、生菌数の多いことが知られている。メイラード反応のうちアミノ基を持つ化合物は、細菌が蛋白質を分解する分だけ増加する。したがって高温で乾燥する場合と低温で乾燥する場合では、前者のほうに細菌が増殖しやすく、アミノ基を持つ化合物の生成量に差が出るのが考えられる<sup>6)</sup>。このことから高温乾燥の官能評価が低かったのは、アミノ基を持つ化合物の生成量が低温乾燥よりも多かったためと推察される。一方天日乾燥の官能評価が最も低かったのは、直射日光下での乾燥によって脂質酸化が進み、カルボニルの量が増加し、アミノカルボニルメイラード反応が激しく起きたためと考えられる。さらに窒素ガス気流下乾燥の官能評価が最も高かったのは、50℃という温度にもかかわらず、酸素濃度が0.01~0.02%に保たれていたため、自動酸化が停止し、カルボニルの生成がほとんどなかったためである。

おわりに

本報告で扱った40℃および50℃乾燥は温風乾燥を想定したものである。また20℃乾燥は冷風乾燥を想定したものである。さらに天日乾燥と、より高度な品質が期待できる窒素ガス気流下乾燥を併せて試験した。これらの結果、脂質酸化および油焼けに関して、それぞれの乾燥方法がもつ得失が明らかにされた。そして今回初めて試みた窒素ガス気流下乾燥が、他の乾燥方法に比較して非常に優れた製品のできることが明らかになった。しかし内部容積0.2m<sup>3</sup>という恒温・恒湿器をそのまま実際の乾燥機にスケールアップするには種々の問題が予想される。また酸素濃度を0.01~0.02%に保つことは、設備コストが非常に高くなるとともに、ランニングコストの上昇につながると推察される。今後は、実用化を図る上でのノウハウの蓄積と、ランニングコストを下げるために、酸素濃度をどのくらいま

表2 官能評価

乾燥区分	製造直後	室温18か月	室温36か月
50℃-50%RH乾燥	+(++)	+(++)	+(++)
40℃-50%RH乾燥	+(++)	+(++)	+(++)
20℃-50%RH乾燥	+	+	+
天日直射下乾燥	+++	+++	+++
50℃-50%RH脱酸素乾燥	-	-	-

- : 変化なし, + : 少し変色, ++ : 変色, +++ : 大きく変色

で上げ得るかの追求が必要になる。

### 要 旨

- 1) 温風乾燥, 冷風乾燥および天日乾燥を比較し, 脂質の酸化と油焼けについてその得失点を明らかにした。さらに新しい乾燥方法として, 窒素ガス気流下乾燥を初めて試み, 上記の乾燥方法と比較した。
- 2) それぞれの方法で乾燥した煮干しを乾燥中および乾燥終了後に水分量, POVおよび高度不飽和脂肪酸残存率を測定した。一方乾燥終了直後の煮干しをガスバリアー性フィルムに窒素ガスおよび脱酸素剤を併用して密封, 30℃で保存した後官能評価を行った。
- 3) 同一相対湿度で乾燥した場合, 水分量が10%前後になるまでの時間は, 乾燥温度の高いほうが短かった。
- 4) POVを測定したところ, 天日乾燥が最も高く, 酸化が進んでいた。窒素ガス気流下乾燥は検出されず, 酸化していないことが明らかとなった。他の3方法は乾燥温度が高いほど, POVが低かった。これはパーオキサイドが高温ほど, 分解・重合し易いため, POVが低くなった結果であると考えた。
- 5) 高度不飽和脂肪酸残存率では, 天日乾燥の残存が最も少なく, 酸化が進んでいた。窒素ガス気流下乾燥は減少がほとんど認められなかった。他の3方法は乾燥終了時の水分量がほぼ同一になった時点で, 高度不飽和脂肪酸残存率に差が見られなくなった。

このため, 乾燥室内での煮干し脂質の酸化は, 乾燥温度によって影響されるのではなく, 目標と

する到達水分量によって大きく影響されると考えられた。

- 6) 官能評価は, 窒素ガス気流下乾燥 $\gg 20^{\circ}\text{C} > 40^{\circ}\text{C} = 50^{\circ}\text{C} \gg$ 天日乾燥の順で優れていた。窒素ガス気流下乾燥の官能評価が優れていたのは, 脂質酸化がほとんどなかったためで, 一方天日乾燥の官能評価が最も劣っていたのは, 逆に酸化がもっとも進んだためであると考えた。また $20^{\circ}\text{C}$ が $40^{\circ}\text{C}$ および $50^{\circ}\text{C}$ よりも官能的に優れていたのは, 低温ほど細菌の繁殖が少なく, したがってアミノ基を持つ化合物の生成量が低く抑えられたためと考えた。
- 7) 窒素ガス気流下乾燥は, 高度な品質の煮干しの製造を可能にする新しい方法として位置づけられた。しかし実用面でさらに検討する必要がある。

### 参考文献

- 1) 田辺 伸 (1991): 煮干しイワシの油焼け防止-I X, 遠赤外線乾燥, 本誌, 49, 55~62.
- 2) 田辺 伸 (1988): 煮干しイワシの油焼け防止-VI, 天日乾燥について, 千葉水試研報, 46, 57~64.
- 3) 金田尚志・上田伸夫編 (1984): 過酸化脂質実験法, 医歯薬出版, 東京, 22.
- 4) 田辺 伸・滝口明秀・堀口辰司 (1984): 煮干しイワシの油焼け防止-II, 煮干しイワシの脂質の酸化と変色, 千葉水試研報, 42, 83~87.
- 5) 並木満夫・松下雪郎 (1980): 食品成分の相互作用, 講談社刊, 東京, 14.
- 6) 田辺 伸 (1988): 新しい田作りの製造に関する研究, 未発表.
- 7) 並木満夫・松下雪郎 (1980): 食品成分の相互作用, 講談社刊, 東京, 186.