スケトウダラの凍結による貯蔵*

松 田 由 美 子

(1969 年 6 月 2 日受理)

Freezing Preservation of Alaska Pollack

Yumiko MATSUDA**

Alaska pollack tends to have "spongy meat" on frozen storage. It is suggested that vacuum freezing may be effective for this prevention because of the utilization of dehydration and quick freezing at the same time. In this study it was examined.

Cut meat of Alaska pollock was frozen by three different methods, vacuum freezing, air blast freezing (3 m/sec) at -35°C and still air freezing at -30°C , and stored at -25° , -15° and -5°C for 3 months. At a definite storage interval, the following determinations of samples were examined.

Immediately after freezing, "spongy meat" was formed in samples of still air freezing. In those of the other freezings they were formed after storing for one month at -5°C . The amount of soluble nitrogen was constant for three months at -25°C storage, but at -5°C storage it decreased rapidly with the storage period. Expressible drip increased as storage period was longer, especially at high storage temperature. Taste became wrong with these changes.

Alaska pollack was lost about 15% of moisture by vacuum freezing. This effect of dehydration would be shown as the ability of freezing preservation of Alaska pollack for 3 months at a temperature as high as -15°C without formation of "spongy meat".

北方海域のスケトウダラは水産資源として極めて豊富であるといわれている。その漁獲量はタラを合せて 1968 年度は 171.5 万 t (スケトウダラは 160.6 万 t) で、魚種中最も多く、総漁獲量の 21.5% を占めている。しかしその用途もタラ子の製造が主で、その残りの魚体の利用価値は低く評価されている。これはスケトウダラは凍結貯蔵後に解凍すると肉質がスポンジ化して手で握るとドリップが多量に分離するために凍蔵できないとされてきたことによつてゐる。冷凍魚の生産¹⁾が年々増加し、まぐろ、かじき、さんまはその 70% までが凍結されているのに対し、タラ類の冷凍は 2% にすぎない。その貯蔵は氷蔵によつており、その点に問題が残されている。

このスポンジ化の防止法^{2,3)}として凍結前に肉質の脱水、脱ガス、または急速凍結後に低温保管するのが良いとされている。そこで脱水と急速凍結を併用している真空凍結によるとスポンジ化は起こらないと考え、従来の方法と比較検討した。

実 験 方 法

試 料 八戸で頭、内臓、卵を取つた残りのスケトウダラ魚体で、氷詰めにして輸送されてきたものである。組成は Table 1 に示したが、水分 83.1%, 可溶性窒素 70.6%, pH 7.2 とかなり鮮度が低下していた。

それを三枚におろし、およそ $5.5 \times 3.5 \times 1.2$ cm 大の切身にして使用した。

凍結方法 試料は皮を下にして並べ、500 g ずつに仕切り、5 kg 単位で凍結した。凍結法は凍結速度が

* 本研究は昭和 44 年 4 月 2 日、同年度日本水産学会年会 (東京) において講演発表した。

** 東京水産大学 (Tokyo Univ. of Fisheries, Minato-ku, Tokyo)

Table 1. Chemical analysis of fresh Alaska pollack.

Moisture	83.1%
Fat (crude)	0.8%
Protein (crude)	16.1%
Ash (crude)	0.8%
Soluble nitrogen	70.6% of total N
pH	7.2

Fig. 1. Freezing-curves of Alaska pollack frozen by various methods.

組織の固定ならびに観察： 組織を観察するために各凍結品を真空凍結乾燥して組織を固定した。組織の観察は肉眼的に行なつた。

可溶性窒素量： 凍結品を細切し、0°C に予冷した 20 倍量の 5% 食塩水^{4,5)} (0.02 M NaHCO₃ を含み HCl で pH 7.2~7.3 に調節したもの I = 0.88) を加え、8,600 r.p.m. の泡止めミキサーで 30 秒間抽出し、6,000 r.p.m. で 20 分間冷却遠心分離し、上澄液中の窒素量をマイクロケルダール法で測定し、全窒素に対する%で示した。

ドリップ量： 1. 流出液ドリップ量 凍結品をざるに入れ、室温に放置して静止空気解凍を行ない自然に流下するドリップ量を測定した。

2. 圧出液ドリップ量 流出液ドリップ量測定後の解凍品をさらしの布袋に入れ、日立製ホーム脱水機 (回転数 1,470 r.p.m., 1,500 g の品物を入れた時に 0.18 kg/cm² の遠心力がかかる) に 10 分間かけて分離されるドリップ量を測定した。

3. 全脱水量 凍結目減り量とドリップ量の合計量を脱水後の重量から算出した。

官能的特性： 研究員数人により、煮熟解凍品の色、食した際の風味、きめ、食味について判定し、生鮮品と比較した。

結 果

組 織 スケトウダラ肉の横断面を Fig. 2 に示す。凍結直後すでに静止空気では緩慢凍結したものにスポンジ化がみられる。特に皮に近い部分に多発している。その後 -25°C 貯蔵中にはスポンジの生成や進行

相違するように真空凍結 (自己凍結)、流動空気凍結、静止空気凍結法を採用した。

1. 真空凍結 真空凍結乾燥機の庫内に試料を入れ、庫内を減圧にして自己凍結させた。庫内の絶対圧力は 4~0.4 mm Hg、品温度は 8.0~-30.5°C、0~-20°C 間の所要時間はおおよそ 20 分、凍結目減りは 14.6% であつた。

2. 流動空気凍結 庫内空気温度 -30°C 以下、風速 3 m/sec のエアー・ブラスト・フリーザーで凍結した。品温度は -1~-25.5°C、0~-20°C 間の所要時間はおおよそ 65 分、凍結目減りは 1.3% であつた。

3. 静止空気凍結 庫内空気温度 -30°C の凍結装置で凍結した。品温度は 6.0~-23.2°C、0~-20°C 間の所要時間はおおよそ 185 分、凍結目減りは 1.5% であつた。

以上の凍結曲線を Fig. 1 に示す。

貯蔵方法 以上の凍結品の一部をただちに次に述べる品質判定に供し、残部は各凍結前重量で 500 g ずつ厚み 0.03 mm のポリエチレンの袋に入れ、-25°C と -15°C の凍結貯蔵庫、および -5°C の家庭用冷蔵庫中に 3 カ月間凍蔵した。

凍蔵品の品質判定 凍結直後 (0 カ月目) と貯蔵 1, 2, 3 カ月目に凍結品を取り出してその品質を判定した。

Fig. 2. Photographs of the cross-sectional tissue of Alaska pollack.

は平衡に達する。

官能的特性 凍結状態では流動空気凍結したものの外観がみずみずしくて良く、静止空気凍結したものは少し、また真空凍結したものはかなり乾燥したような外観を呈している。煮熟品についてみると、色は総体的に白いが、貯蔵温度が高いと貯蔵期間が長くなるにつれてやや褐変する。風味、きめ、食味は理化学的測定と一致して悪化し、急速凍結して低温貯蔵したものはなめらかで生鮮品に近いのに対して、緩慢凍結して高温貯蔵したものはきめが粗くて舌にさわり、生鮮品とはほど遠いものとなる。なお -5°C で貯蔵したものは、この実験では途中で解凍したためと思われるが食用に適さなかつた。

考 察

スケトウダラを真空と流動空気により急速凍結したのものには、凍結直後にスポンジ化が生ぜず、その後も -25°C で低温貯蔵すると3カ月間スポンジ化が防止された。さらに真空凍結したものは -15°C で貯蔵し

はほとんどみられない。 -15°C では2カ月目に流動空気凍結したものにスポンジ化がみられる。 -5°C ではいずれの凍結区にも1カ月目にスポンジ化がみられる。また貯蔵期間が長くなるにつれてスポンジ化が進み、全体にわたって生ずるようになる。

可溶性窒素量 Fig. 3 に示すごとく凍結直後は生鮮品と変りがなく、その後 -25°C で貯蔵すると3カ月間ほぼ一定であるが、 -15°C では緩慢に減少し、 -5°C ではいずれの凍結区も1カ月目には30%前後に急速に低下する。

ドリップ量 1. 流出液ドリップ量

Fig. 4 に示すごとく凍結直後はいずれの凍結区もドリップの流出はみられない。その後流動空気凍結し、 -5°C で貯蔵したものにのみドリップの流出がみられるが、このものは貯蔵温度の上昇により一時的に解凍した後、再凍結している。これを例外として除くと、スケトウダラの流出液ドリップはないという。

2. 圧出液ドリップ量 Fig. 5 に示すごとく凍結直後は静止空气中で緩慢凍結したものに多く、真空凍結したものには少ない。その後 -25°C で貯蔵するといずれの凍結区もわずかに、 -15°C ではやや多く、 -5°C では急速に増加している。流動空気凍結し -5°C で貯蔵したものは3カ月目に減少している。

3. 全脱水量 Fig. 6 に示すごとく凍結直後は真空凍結したものの脱水量がやや多い。その後 -25°C で貯蔵するといずれの凍結区もわずかに、 -15°C では直線的にやや急速に、 -5°C では急速に増加し、1カ月後には

Fig. 3. Effect of freezing method and storage temperature on the soluble nitrogen content of Alaska pollack.

Fig. 4. Effect of freezing method and storage temperature on the free drip of Alaska pollack.

Fig. 5. Effect of freezing method and storage temperature on the expressible drip of Alaska pollack.

Fig. 6. Effect of freezing method and storage temperature on the dehydration of Alaska pollack.

でも3カ月間防止された。スケトウダラのスポンジ化³⁾は凍結速度により影響されるが、その後の凍蔵中のスポンジ化は急速凍結しても阻止できないことが知られている。本実験で真空凍結により防止されたのは、真空下で蒸発の潜熱を奪うことによる自己凍結によつたため、凍結時に15%位脱水されて肉質の水分が80%に減少したことによつていられる。田中^{2,3)}も水分80%以下の魚肉にはスポンジ化の生じないのをみているが、本実験でもスポンジ化防止に対する脱水の効果が明らかにみられる。一方静止空気中緩慢凍結したものでは、凍結直後ただちにスポンジ化を生じ、凍結貯蔵は困難であるのがわかる。

スポンジ化が凍結速度ならびに凍結方法の影響を大きく受けるのに対して、可溶性窒素量やドリップ量はそれらの影響が少なく、むしろ貯蔵温度により作用される。 -25°C で貯蔵したものは3カ月間生鮮肉との相違があまりみられないが、 -15°C では緩慢に、 -5°C では急速に変化している。 -5°C の貯蔵は家庭用冷蔵庫によつたために貯蔵温度の変動が大きかつたのであろうが、変性が速かに進む傾向があり、この温度に貯蔵するのは危険であることがわかる。スケトウダラ肉では流出液ドリップがみられず、軽圧下で圧出液ドリップのみが分離される。これも田中³⁾が1~2%の流出液ドリップにすぎないのをみているのと同じである。スポンジ化と脱水量との関係は明白ではないが、再凍結によりスポンジ化が進んだ肉質では流出液ドリップが生ずるのがみられ、再凍結がスポンジ化、ドリップ流出に影響を及ぼすことが推察される。

官能的特性は主にきめによつて決まるが、肉眼的にはスポンジ化がみられない肉質でも官能的には肉質がかたくて粗いと感じられる場合もあり、どちらかというたん白変性やドリップ量の変化する傾向に近い。これは LOVE⁶⁾やその他^{7,8)}の研究と一致する。

以上スケトウダラは急速凍結し、低温貯蔵すると、スポンジ化、たん白変性、ドリップの分離、官能的特性の低下を防止できることがわかつたが、特に真空凍結によると凍結時に15%位の水分が除かれ、この脱水効果はスポンジ化防止に明らかにみられ、 -15°C というかなりの高温に貯蔵しても3カ月間ほとんどスポンジ化を生じなかつた。真空凍結のスポンジ化防止効果は脱水と凍結速度のいずれにより多く基因するかについては今後さらに検討したい。

要 約

1. スケトウダラをスポンジ化させずに凍結貯蔵することを試みた。
2. 凍結方法は真空凍結、流動空気凍結、静止空気凍結の3方法、貯蔵は -25° 、 -15° 、 -5°C の3温度とし、3カ月間貯蔵して1カ月ごとにその品質を判定した。
3. スポンジ化は真空と流動空気により急速凍結したものには凍結直後は生ぜず、その後 -25°C 貯蔵中

も3ヵ月間生じなかつた。さらに真空凍結では凍結時に15%の水分が除かれ、その脱水効果がスポンジ化防止にみられ、 -15°C で3ヵ月間ほとんどそれを生じなかつた。

4. 可溶性窒素量、圧出液ドリッ量、脱水量を測定したが、これらはスポンジ化とは相違し、凍結法よりもむしろ貯蔵温度による影響が大きく、 -25°C の低温では変化せず、貯蔵温度が高くなるに従つて変化が著しかつた。官能的特性も同様の傾向を示した。

5. 流出液ドリッはほとんどみられず、圧出液ドリッのみ分離した。

本研究を行なうに当り終始懇切なる御指導を賜つた東京水産大学教授田中和夫博士に深く感謝いたします。また実験に東京水産大学学生木下義正君の協力を得たことを記し、厚く感謝いたします。

文 献

- 1) 冷凍魚協会: “冷凍魚・冷凍食品に関する統計”(冷凍魚協会調査資料第17号)(1969).
- 2) 田中武夫: 冷凍 40, 3~13 (1965).
- 3) 田中武夫: “タラ肉の凍結-冷蔵に関する研究”, タイプ印刷 (1962).
- 4) 右田正男・松本重一郎・最首とみ子: 本誌 22, 433~439 (1956).
- 5) W. J. DYER, H. V. FRENCH, and J. M. SNOW: *J. Fish. Res. Bd. Can.*, 7, 585~593 (1950).
- 6) R. M. LOVE: *Nature*, 178, 988~989 (1956).
- 7) A. F. M. G. LUIJPEN: *ibid.*, 180, 1422~1423 (1957).
- 8) W. J. DYER: *Food Res.*, 16, 522~527 (1951).