

冷凍食品の利用に関する研究 (第1報)

冷凍肉の再解凍について

内島幸江・榊原泰子

Studies on the Utilization of Frozen Foods (Part 1)

On Rethawing of Frozen Meats

by

Yukie UCHIJIMA and Yasuko SAKAKIBARA

緒 言

近年、公害による近海汚染などの影響で、漁獲量が減少し、重要なタンパク質資源が失われつつあり、これを補うために遠洋漁業が拡大され、冷凍技術の開発が行われてきた。冷凍法のみならず解凍法についても生産者側の研究も行われているが、今後ますますコールドチェーンの普及につれ、消費者の手で解凍する機会が増えてくると思われる。

また工場その他の集団給食で使用されるばかりでなく、さらに冷凍冷蔵庫、電子レンジなどの調理機器の普及につれて、家庭で一度解凍したものを再凍結し、再解凍を行うことも起こるものと考えられる。

一般に、解凍法については低温解凍が最も優れていることが認められている¹⁾が、場合によっては加熱解凍法が利点が多いことも報告²⁾されている。

本報では冷凍食品の利用の立場から、とくに質の劣化がおきやすい肉類を用いて、ホームフリーザーで再凍結し、解凍をくり返した場合の品質の変化を明らかにするために、若干の検討を行ったので報告する。

実 験 方 法

1. 試 料

冷凍くじら肉(ステーキ用、日本水産KK製、13cm×8cm×3cmのもの)を $\frac{1}{3}$ に切り、約90gにしたものを用いた。なお一部市販赤肉を9cm×5cm×1.5cmに切った(80g前後)ものを用いた。

鶏肉は約50日齢の鶏の手羽肉を -20°C のホームフリーザーで凍結したものを使用した。

2. 方 法

1) 解凍方法 くじら肉は約90gのものを、鶏肉は約120gのものを、それぞれ0.03mmの厚さのポリエチレンの袋に入れて解凍し、中心温度 0°C を解凍終温度とした。

室温解凍 30°C 前後の室温で解凍

冷蔵庫解凍 4°C の低温恒温器で解凍

電子レンジ解凍 東芝ER-701型電子レンジを使用し、マイクロ波の照射は内部温度が 0°C になるまで行った。

以上のほか、ドリップ量の測定に次の解凍法も行った。

流水解凍 径18cmのボールに水道水をオーバーフローさせながら試料を浸漬する。

水中解凍 径18cmのボールに水道水(26°C) 400cc を入れ、その中に試料を浸漬する。

温水解凍 40°Cの温水をボールに 400cc 入れ、その中に浸漬する。

2) 凍結方法 ホームフリーザー(日立製)中で-20°Cに保存し、くり返しの場合は1週間の間隔で3回目の解凍まで続けた。

3) ドリップ量 解凍前と解凍後の試料の重量の差をドリップ量とした。

4) 水分量 赤外線水分計(飯尾電機製)で測定した。

5) 分離水 解凍した試料 5g を細かく切り、50ml容遠沈管にステンレス製の網を固定した特製容器に入れ、3500 rpm, 10 min, 遠心分離を行い、分離した液の重量を測定し、重量%で示した。

6) 可溶性窒素³⁾ 試料 5g に冷水を加えてブレンダーにかけ、50mlに調製する。その懸濁液を30分間冷蔵庫中でときどき攪拌しながら抽出し、3500 rpm, 10 min 遠心分離し、上澄液中の窒素を水溶性とした。また非水溶性の沈渣に7% NaClを50ml加えて、30分抽出し、遠沈して上澄液の窒素を塩溶性窒素とした。両者を合計したものを可溶性窒素とした。

7) 吸収スペクトル 水溶性窒素の抽出液を用い、自記分光光度計(日立)によりミオグロビンの吸収スペクトルを測定した。

8) 官能検査 解凍後 0.5%の食塩をふり電子レンジ加熱をしたものについて、対比較法で差の識別を行った。パネルは本学家政学科学学生および教官計6名であった。

結果および考察

1. ドリップ量

表1には解凍法の特徴を知るために、各種解凍を行い、解凍後のドリップ量ならびに過度の解凍によるドリップ量、さらにマイクロ波加熱を行ったものの cooking loss を示した。

表1 解凍方法によるドリップ量

| 解凍方法 | 重 量 | 解凍時間 | 解凍後の ドリップ | 1時間放置後 のドリップ | マイクロ波 加熱後の重 量減少 | 加熱肉の 水分量 |
|-------|-------|-------|--------------|-----------------|-----------------------|-------------|
| 流 水 中 | 76.0g | 4分10秒 | 2.9% | % | 30.1% | 63.8% |
| | 77.5 | 11 15 | 12.4 | | 46.2 | 63.1 |
| | 78.8 | 6 40 | 11.2 | 24.5 | 51.9 | 60.3 |
| 水 中 | 78.8 | 7 45 | 4.5 | | 37.8 | 67.2 |
| | 78.0 | 8 30 | 2.4 | | 32.8 | 65.0 |
| | 79.6 | 9 50 | 3.8 | 19.1 | 44.7 | 58.6 |
| 温 水 中 | 74.4 | 4 05 | 3.8 | | 31.7 | 64.4 |
| | 80.1 | 6 10 | 4.2 | | 32.7 | 65.0 |
| | 75.0 | 7 40 | 4.7 | 20.0 | 46.8 | 55.4 |
| 室 温 | 77.2 | 57 12 | 1.7 | | 35.2 | 62.4 |
| | 78.2 | 42 05 | 2.3 | | 33.6 | 62.8 |
| | 78.0 | 44 40 | 1.2 | 20.9 | 46.6 | 58.7 |
| 電子レンジ | 70.4 | 30 | 2.0 | | 35.0 | 62.8 |
| | 74.6 | 26 | 6.7 | | 41.0 | 66.2 |
| | 72.2 | 28 | 3.0 | 21.6 | 46.7 | 57.8 |

流水、温水などに浸漬した場合は、10分以内で解凍されるが、室温解凍は40分以上かかり、電子レンジ解凍は30秒程度であった。

ドロップ量はいずれの解凍法でも大差はなく、解凍後1時間室温(夏季)に放置した場合は、さらに多量のドロップを生じ、合計すると約20%となった。これは20℃での過度の解凍によるドロップ量⁴⁾と同傾向である。

またこれら解凍肉を1分間電子レンジ加熱をすると、cooking lossとして40%前後を示し、解凍後放置したものは特に損失が大きかった。したがって解凍直後加熱したものに比較し、加熱肉の水分量は、解凍直後の81%からかなりの減少がみられる。

解凍温度を0℃とし、解凍直後に調理する場合は、本実験のように小さい試料であれば、解凍方法による差はほとんどないと考えられる。このことから以下の実験は電子レンジ解凍、室温解凍、冷蔵庫解凍の三方法について行った。

表2 解凍回数によるドロップ量

| 試料 | 解凍方法 | 解凍前の重量 | | ドロップ量 | |
|----|-------|--------|-------|-------|------|
| | | A | B | A | B |
| 鯨肉 | 電子レンジ | 91.2g | 94.0g | 1.2% | 4.8% |
| | 室温 | 95.6 | 87.0 | 5.1 | 33.8 |
| | 冷蔵庫 | 92.0 | 86.2 | 3.9 | 13.9 |
| 鶏肉 | 電子レンジ | 97.5 | 115.0 | 1.4 | 3.5 |
| | 冷蔵庫 | 155.7 | 130.0 | 1.0 | 3.8 |

A : 1回解凍 B : 3回解凍

表2は解凍回数によるドロップ量の比較である。試料の大きさ、品質が表1の場合と異なるが、鯨肉の1回解凍に比べ3回解凍では、冷蔵庫解凍で3倍余にドロップが増し、また室温解凍は5.1%から33.8%に激増した。したがって室温解凍はくり返し再解凍により、品質がいちじるしく劣化すると考えられる。

鶏肉の場合は電子レンジ解凍も冷蔵庫解凍も、くり返しの解凍によるドロップの増量はみられず、肉質の差によるものと思われる。

2. 分離水

分離水の測定結果は図1に示した。鯨肉では室温解凍が多いが、いずれの解凍法でも、くり返し解凍が分離水が少ない。このことは保水性のよいことを示すのではなく、表2のドロップ量と総合して考察すると、電子レンジと冷蔵庫での解凍は、解凍の回数による差はほとんどなく40%余りの分離量であるが、室温解凍は1回解凍で49%、3回解凍で約62%にも達し、極めて保水性が低いことを示している。

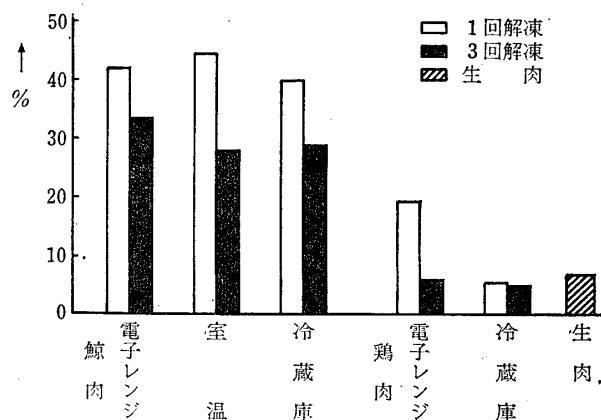


図1 解凍方法による分離水の比較

鶏肉では解凍法、解凍回数による差は少なく、ドロップ量と同じく鯨肉より、いちじるしく保水性のよいことが示され、肉質の差が大きな要因と思われる。

3. 可溶性窒素

くり返し解凍による肉タン白質の性状をみるため可溶性の窒素量を測定し、結果を図2に示した。

解凍くり返しにより脱水されるため、水分量を換算した値であるが、可溶性窒素量は冷蔵庫解凍がやや多い傾向を示し、くり返し解凍によって水溶性窒素量がわずかに減少したのみである。他の解凍法では鯨肉の水溶性窒素量はほぼ一定で、塩溶性窒素量が3回解凍で減少し、タン白質の変性が生じているものと思われる。

一般に冷凍期間が長くなるほど、可溶性窒素量は減少する⁵⁾が、本実験での1週間から10日間のくり返し凍結では、いちじるしい差はみられなかった。

4. 吸収スペクトル

解凍法および解凍時間によって肉色に差がみられるので¹⁾色変度を比較するために水抽出液の吸収スペクトルを図3, 4, 5に示した。

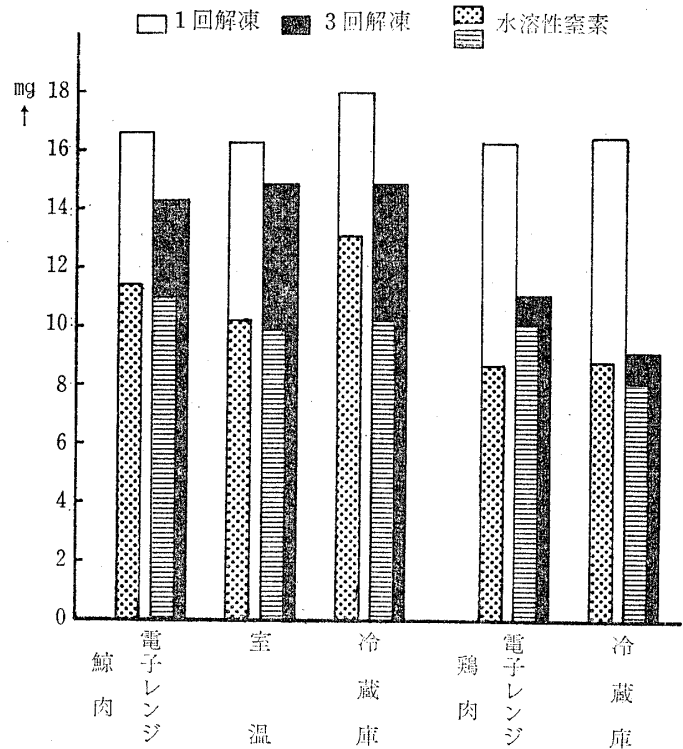


図2 解凍方法による可溶性窒素量の比較

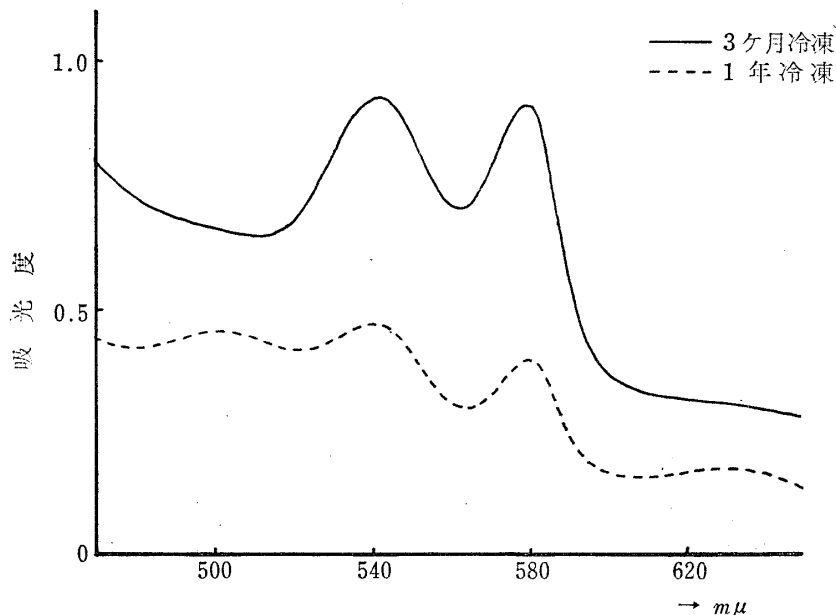


図3 冷凍保存肉の水抽出液の吸収スペクトル

図3は購入後3カ月保存したものと、1年保存したものの比較であるが、3カ月保存では540mμと580mμのオキシミオグロビンの吸収を示す⁶⁾のみであるが、1年保存のものは、540mμ、580mμの吸収は低く、500mμと630mμのメトミオグロビンの吸収が出現した。

図4は1回解凍肉のスペクトルで、いずれの解凍法でもオキシミオグロビン吸収が高く、メトミオグロビンの吸収はみられない。

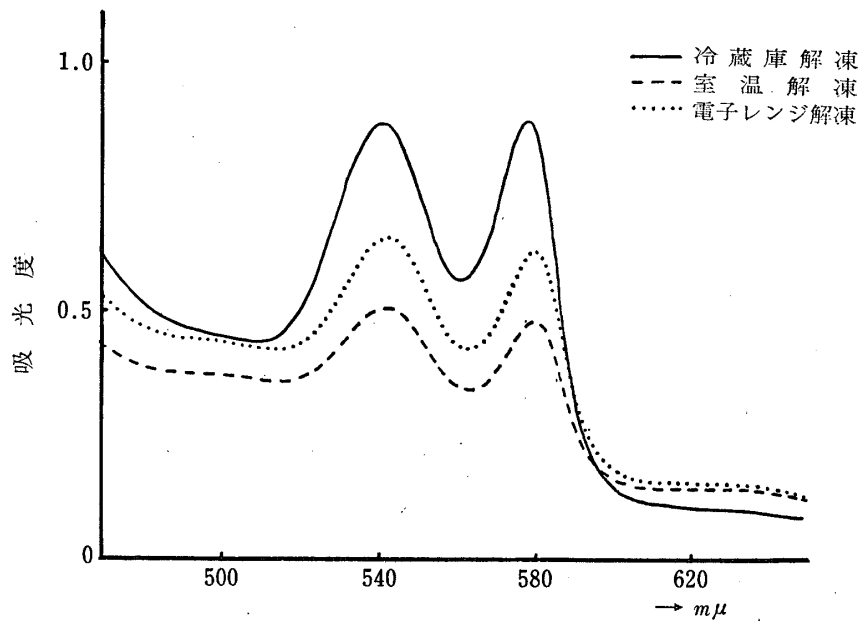


図4 1回解凍肉の水抽出液の吸収スペクトル

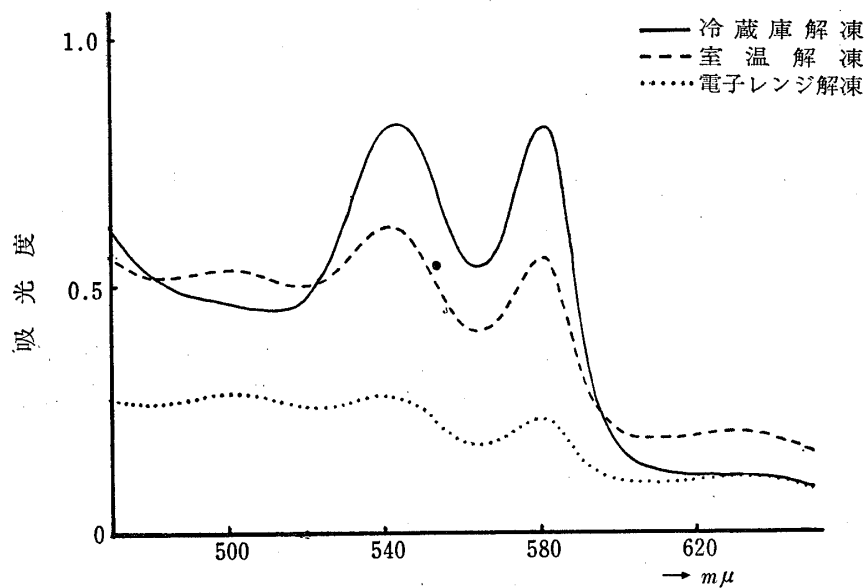


図5 3回解凍肉の水抽出液の吸収スペクトル

図5の3回解凍では、いずれも吸光度は低くなり、とくに電子レンジの場合は1回解凍との差がみられ、メトミオグロビンの吸収が明らかに認められる。また室温解凍もメトミオグロビンの吸収があり、褐変を示している。

マグロ肉では $-6^{\circ}\text{C} \sim -7^{\circ}\text{C}$ が色変が大きいと報告¹⁾されており、くり返しの解凍により色変度の大きい温度範囲をくり返し通過する3回解凍は変化が大きいが、冷蔵庫解凍は本試料の大きさであれば、緩慢解凍による影響をあまり受けていないと考えられる。

電子レンジ解凍は、くり返しによる色変が最も大きかった。これは電子レンジでは解凍が不均一²⁾であったのか、またはマイクロ波の特質のためか明らかでない。

5. 官能検査

鯨肉の官能検査の結果は表3に示した。

表3 官能検査による差の識別

| コード | 電子レンジ解凍 | | コード | 冷蔵庫解凍 | |
|-----|---------|---------------|-----|--------|--------------|
| | 試料の組合せ | 差の識別** 正解数 | | 試料の組合せ | 差の識別* 正解数 |
| 1 | AA | 5 | 1 | CD | 5 |
| 2 | BA | 5 | 2 | DC | 4 |
| 3 | AB | 6 | 3 | CC | 3 |
| 4 | BB | 6 | 4 | DD | 3 |
| 5 | AA | 3 | 5 | DC | 4 |
| 6 | AB | 6 | 6 | CC | 4 |
| 7 | BA | 6 | 7 | CD | 5 |

** n=42 正解数37で P<0.01 で有意差あり

* n=42 正解数28で P<0.05 で有意差あり

A, Cは1回解凍 B, Dは3回解凍

電子レンジ解凍, 冷蔵庫解凍のいずれも, 1回解凍と3回解凍の差は識別できるが, 嗜好性については両解凍法とも差がなかった。とくに電子レンジ解凍の場合は, 解凍のくり返しによって色変しており, このために高レベルで識別されたものと思われる。

嗜好性としては肉質, うま味ばかりでなく肉色も影響するので, 固くても十分色が褐変したものを好むこともあり明らかな差がみられなかったと考えられる。今回の解凍条件では, くり返し解凍による変化よりも, むしろ肉の個体差, あるいは加熱条件が肉の風味に大きく影響するものと思われる。

長期間の凍結保存でなく, また解凍ムラのない半解凍の状態であれば, 再凍結してくり返し解凍を行い利用することは, 品質の劣化をさほど懸念する必要がないように思われる。

要 約

1. 1回解凍肉に比較し3回解凍ではドリップ量が増し, とくに室温解凍ではその差が大きかった。また分離水も室温解凍が多く, 保水性が低かった。鶏肉は鯨肉に比べ分離水が極めて少なかった。
2. 可溶性窒素量は3回解凍により大きな変化はみられなかったが, 塩溶性窒素量がやや減少の傾向を示した。
3. 肉の変色度は冷蔵庫解凍がもっとも少なく, 室温解凍, 電子レンジ解凍ではくり返しの解凍で明らかな変色がみられた。
4. 鯨肉の官能検査により, 電子レンジ解凍と冷蔵庫解凍では1回解凍肉と3回解凍肉での差が認められたが, 嗜好性については差はみられなかった。

参 考 文 献

1. 熊谷義光: 食工誌 19, 34 (1972)
2. 田中武夫: 調理科学 2, 48 (1969)
3. 北村禎三: 栄養と食糧 20, 229 (1967)
4. 田中武夫: 冷凍 35, 388 (1960)
5. 桜井芳人他: 食品保蔵 p.341 朝倉書店 (1966)
6. 中村敏郎他: 食品の変色とその化学 p.293 光琳書院 (1967)
7. 栗政幸一: 調理科学 2, 165 (1969)