

# 冷凍メルルーサの解凍に関する研究 (第1報)

## 常温解凍・冷蔵庫解凍について

斎藤 貴美子

### はじめに

集団給食において、献立作成に際しては種々な制約をうけるが、中でも経済面、労力面での制約が最も大きな影響を及ぼす。特に価格変動の激しい昨今においてはこの現象は顕著であり、その対処策として、生鮮食品とくらべ価格安定、省力化にもつながらる冷凍食品を効果的に利用してみることによって、解決の一方法を得たいと考える。

そして、まず現場での利用の実態を調査<sup>1)~5)</sup>したが、集団給食施設で冷凍食品を利用する場合、大量がゆえに問題点もあり、利用しにくい点があることがわかった。その中の1つとして解凍の点があるが、この良否は、鮮度・栄養素の損失、味を決定する要素であり、おいしく食する重要なポイントと思われる。特に冷凍魚の解凍は解凍条件の影響が大きいためと考え、解凍条件の違いにより解凍状況がどう影響をうけるか、現場で利用されている解凍方法のうち今回は最も利用率の高かった<sup>6)</sup> 常温解凍・冷蔵庫解凍を中心に実験を行い、いくつかの結果を得たので報告する。今後さらに実験・調査を継続し、集団給食で利用しやすい味覚上・栄養上効率的な解凍方法を見いだしたいと考える。

### 実験方法

10℃・20℃・30℃の常温、包装あり・包装なしの電気冷蔵庫中と5つの異った条件の中で解凍実験を行い、解凍条件の違いによるドリップ量、温度変化、PH、水分量、形態の変化などを測定した。また、室温は実験中に変化することも多いため、±2℃を許容範囲とした。実験材料は、集団給食施設で利用率の高い<sup>7)8)</sup> チリ産のメルルーサを選び、1切の厚さを2.5cm、巾4cm、重さ50gに調整した身を4つ合せた200gを1回の試料とし、解凍前の品質を統一するためにPH6.6~6.8のものを使用した。ナイロン網を張ったシャーレの上に試料をのせて各条件下で一定時間解凍し、その後魚から自然におちる汁

を一定条件でしぼるため、100gの荷重を1分間かけてドリップを採取した。解凍点はPENETRO METERにより確認した。

### 結果および考察

#### 1. ドリップ量

##### (1) 常温解凍

解凍時に流出するドリップ中には、ペプチド、アミノ化合物および核酸関連物質などが多量に含まれていることを示した報告が数例<sup>9)~12)</sup> あるが、この他ドリップの流出によって重量損失、食味低下など食品品質への悪影響があり、ドリップの多少が解凍結果の良否を決める要因と考えられる。

解凍条件によって、そのドリップ量がどう異なるか調べた結果が次の通りである。室温10℃・20℃・30℃におけるドリップ流出量は図1に示したが、室温が高いほど早く流出開始し、流出量も多い。解凍時における流出量は試料の重量に対して約4~6g%の範囲にあり、30℃・20℃・10℃の順に多いことを示している。30℃においては、20分以内ですでにドリップを生じはじめ2時間弱で完全に解凍終了となるが、10℃においては2.5時間後に初めてドリップを流出し4.5時間後に解凍終了となる。また、30℃ではドリップを生じた時点でまだ中心部に氷のかたまりがあったが、10℃ではその時点では氷のかたまりを感じなかった。このように、高温解凍すると表面から解凍が進行しそこからドリップを生じるが、低温解凍の場合ドリップ量が少ないのは、比較的全体に解凍が進み水が細胞や組織に再吸収され、水和が十分に行われてそのまま細胞内に水を保っていられるためではないかと考える。

解凍時におけるドリップの状態は、30℃の場合まだ透明であるが、2時間を経過すると白濁沈澱をはじめ、3時間で不透明、6時間経過すると腐敗臭があった。また、10℃の場合は4時間経過時に少し色づき、6時間たつてうす茶色に程する程度であった。解凍中の温度によって、鮮度の上でも大部差を生じてくることが示され、これに

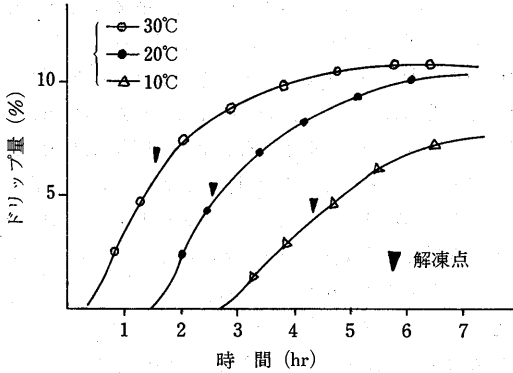


図1 常温解凍によるドリップ量

ともなって細菌の汚染度合を含めた衛生状態も悪くなり、味も落ちると思われる。コールドチェーンの発達によって生産者から消費者の手もとまでは温度管理が徹底されるようになったが、消費者の手中に入ってからへの扱い方がきちんと管理されていないと、そこまでの管理は無意味になってしまう。前調査で<sup>13)</sup>、温度管理がないまま放置解凍している施設が41.7%あった実態の中に、大きな問題点があると思う。

(2) 冷蔵庫解凍

冷蔵庫内解凍においては図2に示す通りであるが、解凍進行は他の方法と比較して最も緩慢で、庫内温度2℃の場合開始後9時間後に初めてドリップを生じ、12時間を経て解凍完了となる。ドリップ量も最高4.3g%でとどまり、ドリップの状態も20時間を経過してなお透明状態であった。そして、試料をなにも包装せずに冷蔵庫内で解凍した場合、時間経過とともに表面の乾燥度合も高まっていった。この場合ドリップ以外で失われていく重量が、ビニールで覆った場合よりも多く、これが蒸発分と思われる。材料をむきだしのまま冷蔵庫内で解凍する場合は、全体に解凍が進んで比較的細胞内に水を含んだ状態になりながら、その過程で表面から水分を多く蒸発して乾燥した状態になるものと思われる。また、同じ庫内温度でもドリップ量はビニールで包装した方が多くなり、蒸発量は逆に少なくなるが、ドリップと蒸発分を合わせたいわゆる解凍時に失われる水分は包装なしの方が少量である。このドリップ量の多少と乾燥度の高低が、Texture (歯ごたえ)・Taste (うま味)にどう影響するかは、今後官能検査と検討の必要性を感じる。

ドリップの成因は、凍結による氷結晶の生成が組織を破壊し、組織内の塩濃度が増加する結果と解されている!<sup>4)</sup>

すなわち、冷凍食品は生ものから凍結→解凍という過程を経て利用されるが、田中はこれを次のように説明している。<sup>15)</sup> 凍結時には、凍結時に筋肉細胞内に存在していた水が凍結過程中に順次細胞外あるいは細胞内で凍結するが、一般の商業的扱い方の冷凍魚はほとんど細胞外凍結する。それが解凍されると、とけた細胞外の水は水となって細胞内に再吸収され、細胞は丸い形に復元する。この際どれだけ筋肉細胞に吸水能力があるか、また細胞内に吸収された水が細胞内部のたん白としっかりなじむか、水和がなされるかでもとのかたちになる。いわゆる解凍過程においては、組織学的あるいは形態的復元とたん白質の水和による復元の両者が相まって完全な復元が生じるのである。そして、ドリップとたん白変性、保水力、組織学的復元力との相関も、細胞間の空隙がどの程度広がったらドリップが生じるのかは、まだこれからの課題である。

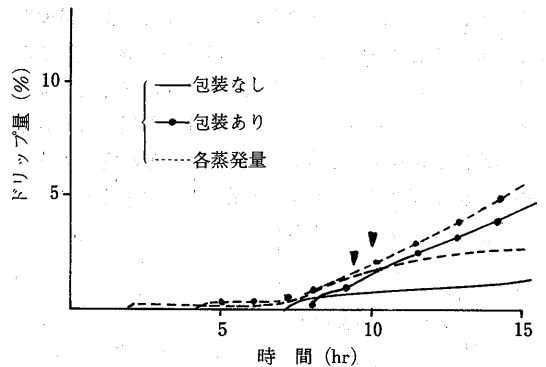


図2 冷蔵庫内解凍によるドリップ量

図3は、解凍時に測定した魚肉のPHとドリップ量の関係である。解凍前PH6.6~6.8示していたものが、解凍進行するにしたがってPHの値がさがりドリップ量が増加する。すなわち鮮度の低下とともに保水性が低下してドリップの流出につながったと考える。この保水性は冷凍魚の品質を左右する重要な要因である。魚体の保水性が低下すると解凍時および調理時のドリップ量が多くなる。これは、<sup>16)</sup>魚体の水素イオン濃度 (PH) の影響が大きく、魚肉のPHが高いほど解凍時および加熱調理時のドリップが少なくなる。魚体のPHは魚の生息時体内に持つグリコーゲン量に比例して生成する乳酸量によって異なり、魚体内にグリコーゲンが多いとPHは低下する。

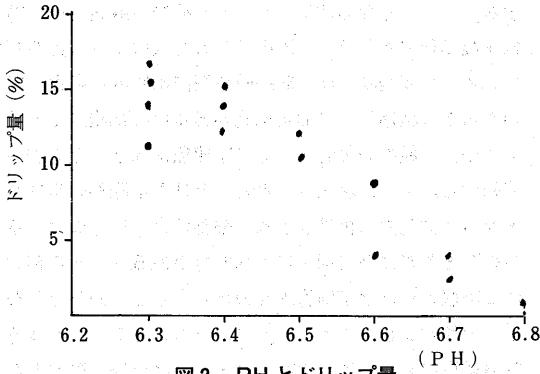


図3 PHとドリップ量

2. 温度変化

(1) 常温解凍

常温解凍における解凍時の温度変化は、図4に示した。30℃の場合は比較的急速度で上昇がみられたが、20℃、10℃と低温になるほどある時期まで緩慢に上昇し、その時間も長くなり、その後急上昇する型をえがく。温度の急上昇の変化は、いずれの場合も解凍完了時点前後でみられた。そして、いずれも実験開始時は試料の表面より中心温度の方が低温であるが、解凍完了前近くの時点でその高低が入れ代っている。すなわち、解凍完了すると魚肉の温度は急上昇しだすとともに、その後は表面よりも内部温度の方が高くなった。

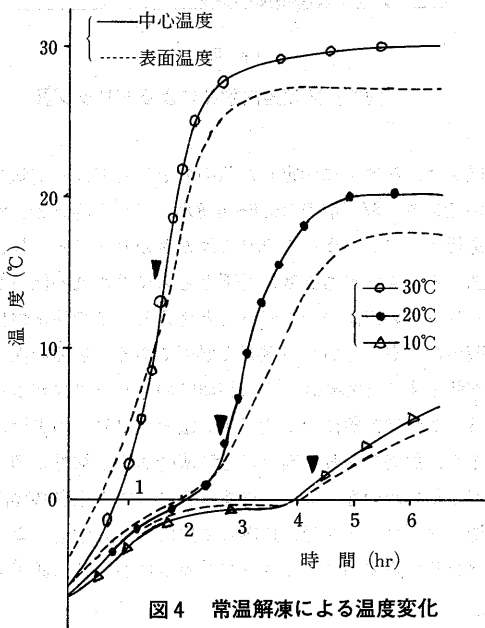


図4 常温解凍による温度変化

また、ドリップのところでのべた高温解凍の場合の肉の中心部は凍っているのに表面はとけているという解凍速度の不均衡さは、実際もっと大型で扱う魚の場合は、なおその差は大きくなり、いち早くとけた表面部分は高温にさらされ、鮮度の低下はもとより、細菌汚染の危険度も高まり、なるべく早く利用した方が良いことを示していると思われる。この点からいうと、低温で放置解凍した場合には解凍後それ以上肉の温度が上がる心配はないから、衛生的には無難といえる。

(2) 冷蔵庫解凍

図5に示した冷蔵庫内の場合も、常温解凍で示された温度上昇曲線のえがき方、中心と表面温度の入れかえなどの現象は同じであった。しかし、ビニールで包装した方が、しない場合よりも庫内温度が同じでも試料の中心・表面共に温度が高かった。これは、ビニールで覆われるため、庫内温度の影響をうけるのが鈍くなるためと、熱がビニール内にもこもるためではないかと思われ、ドリップの量もちょうろの方が多く、これを裏付けしていると考えられる。

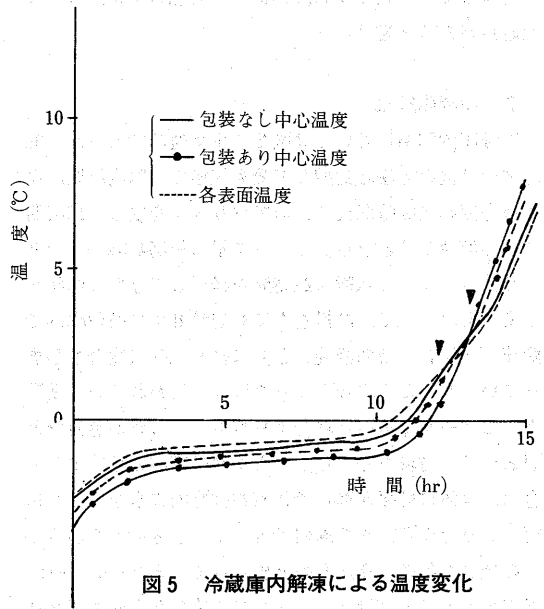


図5 冷蔵庫内解凍による温度変化

この図で特徴的なことは、-5~0℃の間で温度上昇が緩慢になりやや横ばいの曲線をえがいているが、凍結の場合はこの間で肉中の水分の大部分が氷結するのでこの域を最大氷結生成帯と呼んでいるのに対し、解凍曲線の場合はこの温度内で肉中の氷が最もとけるため、田中はこの温度域を最大氷結融解帯と呼んでいる。<sup>17)</sup> この

現象が起きるのは、氷の温度を1℃上昇させるには約0.5 kcal/kgの熱量で足りるが、氷を水にとかすには約80 kcal/kgと160倍もの熱量を使用し、いわゆる最大氷結晶融解帯で最も熱量を必要とする。解凍速度はここをどれだけ時間で通過させるかによってきまり、速く通過させることによってたん白変性、この域で活動し始める多くの酵素的、生化学的変化の働きも抑制される。この点においてのみは、急速解凍が解凍中の細菌汚染並びにそれによる変性防止に有効である。

解凍が完全に終了した時の温度を解凍終温度と呼ぶが、今回の実験の結果ではいずれも周囲温度に左右され、常温解凍の場合の魚肉の中心温度は室温が10℃の場合2℃であったが、30℃の場合は13℃にまで上った。この点冷蔵庫の場合は包装あり・なし、いずれの場合も2~3℃にとどまっている。文献によると<sup>1)</sup>解凍品の場合は解凍速度よりも解凍終温度の方が品質に影響すると述べられている。そして適した解凍終温度は魚のどの部分でもできるだけ低く、細菌学的見地からは5℃以下が望ましく、許容される上限は10℃であり、かつ短時間にとどめるべきであると指摘している。またこの解凍終温度は、魚肉の温度が0℃に達した時点と予想していたが、実際にはその後も解凍が継続し、環境が高温であればさらに解凍後も魚肉の温度は環境温度に向って上昇するため、実際に調理する場合は、半解凍の段階で下調理開始した方が高温に長くさらさずに処理できる。

以上、それぞれの解凍法の場合の優位性がつかめたが、現場でこれを実施するにあたっては、さらにそれぞれの施設の設備等の条件が加わるため実験のデータのみでは実施できない。他の方法も今後実験して結果を得てから、現場の実状も十分加味して効率的な方法を見いだしていきたいと考える。

## 要 約

冷凍魚の解凍時、解凍条件のちがいににより解凍状況がどう影響をうけるか、今回は常温解凍・冷蔵庫解凍を試み、いくつかの結果を得た。

1. 常温解凍では、解凍時におけるドリップ量は試料の重量に対して4~6g%の範囲にあり、室温が30℃・20℃・10℃の順に量が多かった。
2. 解凍時間も室温によって20分~4.5時間と開きがあり、ドリップ液の状態もかなり差があつて室温が解凍後の鮮度に影響大である。
3. 低温解凍は魚肉全体に徐々に解凍していったが、

高温解凍の場合は表面から解凍し中心部とに解凍速度の不均衡差がある。

4. 冷蔵庫内解凍における解凍速度は他の方法と比較して最も緩慢で、庫内温度2℃においては開始後9時間で初めてドリップを生じて完了まで12時間を要し、ドリップ量も4.3g%どまりであった。

5. 解凍が進行するにしたがつてPHの値がさがり、ドリップ量が増加する。

6. 解凍時の温度変化は、いずれもはじめ緩慢に、その後解凍前後に急上昇する曲線をえがき、最大氷結晶融解帯の通過時間は解凍環境が高温ほど早い。

7. 解凍開始時は試料の表面より中心温度の方が低温であるが、解凍完了前でその高低が入り代わる。

## 引用文献

- 1) 斎藤・福井・島田・高浜・佐野：第21回日本栄養改善学会発表要旨集, 202 (1974)
- 2) 斎藤・高田・高浜・島田：第22回日本栄養改善学会発表要旨集, 340~341 (1975)
- 3) 斎藤・島田・高浜：文教大学女子短大研究紀要, 20, 23 (1976)
- 4) 斎藤・高浜：文教大学女子短大研究紀要, 22, 7 (1978)
- 5) 斎藤貴美子：コールドチェーン研究, 5, 2~13 (1979)
- 6) 7), 13) 斎藤貴美子：第24回日本栄養改善学会発表要旨集, 428~429 (1977)
- 8) 9) 難波・梅本：大阪女子学園短大紀要, 16, 51~57 (1972)
- 10) Khan, A. W., vanden Berg L. S. Lenfz, C. P. : J. Food Sci., 28, 425 (1963)
- 11) M. C. Anon and A. Clolvelo Meat Sci, 4:1 (1980)
- 12) 桜井芳人他：冷凍食品ハンドブック, p.83 (1974) 光琳書院
- 14) Khan, A. W. S. Lentz, C. P. : J. Food Sci, 30, 787 (1965)
- 15) 17) 18) 田中武夫：コールドチェーン研究, 2, 110~114 (1976)
- 16) 稗田福二：学校給食, 30, 25 (1979)