

冷凍メルルーサの解凍に関する研究 (第4報)

— 水中包装解凍 (外気温20℃) について —

斎藤 貴美子

I. はじめに

集団給食においては、種々の制約の中で常に一定の食事の質を維持していくことが要求される。それには計画的に管理していく必要があるが、なかでも材料、特に生鮮食品の価格変動が大きいことが、一定の予算の中に収めていくうえで大変難しさを増している。魚の場合は、その対処策として、生鮮魚と比べ安定した低価格さらに省力化にもつながる冷凍魚の使用が一般的となっている。しかし、冷凍魚の場合一度解凍という操作が入って利用するため、その解凍方法により、味覚上または栄養的損失等にも差異が生じると考える。いわゆる冷凍魚の解凍は解凍条件の影響が大きく、この良否が、鮮度、栄養素の損失、味を決定し、おいしく食する重要な要素と思われる。家庭用の場合は、専門店で解凍の段階まで処理されている場合が多いが、大量調理の場合は、購買管理の都合上購入後に行うことが多く、各施設でこの段階から、いわゆる調理の前処理作業として扱うことになる。

過去に、冷凍食品に関して各施設での利用の実態調査を行ったが、冷凍魚に関しては、大量がゆえに解凍の問題点があり、利用しにくい面のあることが明らかとなった。冷凍食品の解凍に関する文献を調べてみたが、集団給食施設での利用の実態にそくしたものは少ない。家庭用のものが対象の報告であるが、良い解凍法とは、ゆっくり解凍する緩慢解凍としているものが多い。具体的には冷蔵庫で

の解凍があげられるが、著者が行った集団給食施設での実態調査の結果では、この方法を利用して施設は23.5%にすぎなかった。一番多かったのが室温放置の41.7%であり、その他無包装冷流水、無包装冷水、包装冷流水、包装冷水、電子レンジ、包装温水等の方法で処理している。

集団給食の場合、大量処理することから、時間的な制約や解凍設備の有無、労力の大小などが大きく影響し、利用する解凍法の条件として、家庭用と異なり速くて簡単なことが優先されているのが実情である。従来までの緩慢解凍を良い方法としている理由は、凍結時に筋肉細胞外にできる氷結が、解けて細胞や組織に再吸収される時間的余裕が与えられるとしているが、最近の冷凍魚は品質のレベルアップによって吸水から水和までの時間が短縮され、10~20分から2時間で十分であるという報告¹⁾もでている。現場で利用されている解凍法はどのような方法なのか実験して明らかにし、今後集団給食施設で利用しやすい効率的な解凍方法を見いだしたいと考える。

なお、本研究を開始するにあたって、利用する上での良い解凍法の条件を、文献²⁾等により次のように定義づけた。1. 解凍時間が短い。2. 表面と中心部との解凍ムラが少なく均一にとける。3. 解凍後の色沢・香味・肉質など品質が良い。4. ドリップが少ない。5. 衛生的である。

冷凍魚の解凍は解凍条件の影響が大きいと考え、実態調査の結果一番利用率の高かったメルルーサについて、解凍条件の違いにより

解凍状況がどう影響をうけるか、前報までの常温、冷蔵庫³⁾⁴⁾、電子レンジ、送風⁵⁾⁶⁾、水中無包装(外気温20℃)解凍⁷⁾⁸⁾にひきつづき、今報は水中包装(外気温20℃)解凍の結果をまとめたので報告する。

II. 実験方法

開始時の環境条件を、外気温(室温)20℃、水温15℃に設定し、ピーカー内500mlの水道水中にメルルーサの切身をビニール袋内に一定量入れて解凍実験を行った。解凍条件の違いとして、水に対する魚の量を10、40、100%と変えて、ドリップ量、水温変化、魚肉中心温度、終温度、解凍時間、pH、形態の変化、その他解凍進行状態を測定した。実験材料はチリ産のメルルーサを選び、1切の厚さを2.5cm、幅4cm、重さ50gに調整した身を1~10個合せて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。ドリップの測定は、ビニール袋に付着する分が誤差として生じるため、各条件下で一定時間解凍した試料をとりだしてナイロン網を張ったシャーレの上のせ、肉片の重量の差をドリップ量とした。その際、魚から自然におちる汁を一定条件でしぼるために、100gの荷重を30秒間かけて測定した。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、解凍点は、PENETRO METERにより確認した。

III. 結果および考察

1. 温度変化

水中解凍においては、水温と外気温が解凍速度に最も影響すると考え、これらの条件を一定にしたもとに、一回の魚の処理量がどう水温に影響を与えるか測定した結果が、図1の通りである。今回の条件を、外気温20℃水

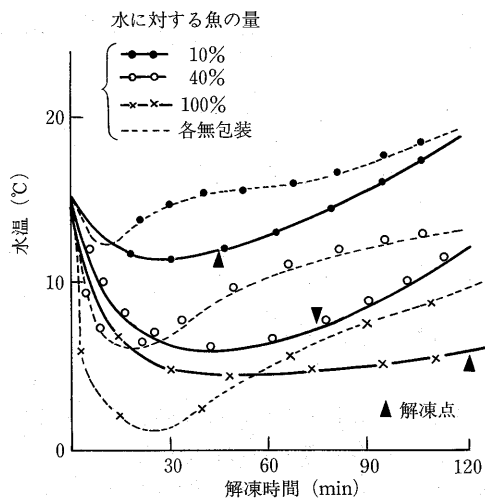


図1 水温変化

温15℃と設定したのは、集団給食施設での実態調査の結果、水中解凍を実施するのは厨房または下処理室の水槽内で行われ、その場合の室温は冬で10℃、春秋で20℃、夏で30℃前後ということから、その中の一条件として取ったものである。なお、これは比較検討するために前報の無包装解凍の場合と同一にした。全体に魚の割合が多いほど低温となり、次のような変化を示した。水に対する魚の割合がいずれの場合も、魚の投入直後から水温は低下しはじめたが、その速度は魚の割合によって差が大きく、10分経過の時点で10%の場合は開始時の水温より2.5℃下がっただけであるが、100%の場合は7.5℃低下した。最低水温も3.8~10.5℃と差が生じたが、ここに到達する時間も20~50分と開きがあった。最低水温を示した後はいずれも開始時の水温へ向けて徐々に水温があがり、さらに魚の量の少ない場合は室温に向けて上昇していった。魚の割合による水温低下速度の差は、ビニールで包装してはあるもの水中に凍結した魚肉を投入して解凍するため、前半は魚の温度が水温を下げることになり、その量が多くなればなるほどその影響が大きくなるということ

ある。

以上の水温変化を前報と比較して包装の有無の違いをみると、変化の速度は無包装の場合よりも緩慢であり、しかも、無包装の場合には一度急激に低下してからまもなく比較的速度で温度上昇が見られたのに対し、この場合はかなり低速度で上昇していき、異った曲線をえがいた。魚の量10%で10分強、40%で30分弱、100%で50分までは包装の方が低下速度が遅いため高温を示し、その後温度変化が速く最低水温を示した後に上昇しはじめ無包装と交差後は、温度上昇が緩慢なために包装の方が低温を示した。1回の解凍量いわゆる魚の量によるちがいは、解凍開始後10分の時点で、無包装の場合は魚の量10%と100%で9.4℃の差が生じていたが、今回の場合は5℃と差の幅が少なかった。また、水温が最低を示したのは開始後20~50分経過時であるが、その後2~2.4倍の所要時間で解凍点を迎えている。この点を無包装の場合と比較すると、最低水温を示してから解凍点を迎えるまで2~3倍弱の時間という速度はほぼ同じであるが、最低水温到達時間が約2倍かかっている点が大きく異なる現象である。水温が最低を示した時点での解凍状態を図6と合せてみると、無包装の場合は、30~38%、約1/3解凍が進行していたが、今回の場合は、14~16%、約1/6しか解凍が進行していないことを示しており、温度低下の違いが解凍進行状態に大きく影響を与えることがわかった。

一方、図2は魚肉の中心温度の変化を表したものである。水に対する魚の量が少ないほど、魚肉内の温度上昇速度は速く、40、100%と増やしていくに従って温度上昇速度が遅くなる。水温との関わりからみると、凍結した魚肉の温度が水温をさげながら、同時に魚肉の温度も水温に引き上げられてゆく。その際、魚の量が多いほど水温の下げ幅が大きいということである。魚の量いずれの場合にも全過

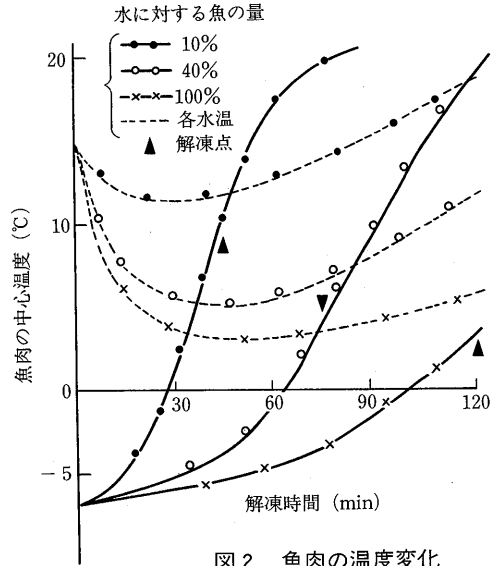


図2 魚肉の温度変化

程の中で共通している点は、最初は大変緩慢に上昇するが、解凍点前でやや速度が速くなり、解凍点を通過後水温と交差してその後水温より高くなり、室温に向って上昇していく。いわゆる、魚肉の温度は、環境条件のうち初期水温の影響によって水温まで到達すると、その後は室温の影響を受けて水温よりも速い速度で室温に向けて上昇していくことが明らかとなった。この図で共通的な特徴の1つとしては、温度上昇が-5~0℃に上がる段階で大変緩慢な曲線をえがいている点がある。凍結曲線の場合、この温度域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て、解凍曲線の場合はこの温度域で肉中の氷は最も解けるから、田中はこの域を最大氷結融解帯と呼ぶという報告¹⁾があり、本実験でも、この現象が確認できたものと判断する。これは、氷の温度を1℃上昇させるには約0.5kcal/kgの熱量を加えれば良いが、氷を水にとかすには約80kcal/kgと160倍もの熱量を加えなければならないので、最大氷結融解帯では最も熱量を必要とする。解凍速度はここをいかに速く通過さ

せるかによってきまり、速く通過させることによって蛋白変性、この域で活発に活動し始める多くの酵素的、生化学的変化の動きも抑制される。この点においては、急速解凍が解凍中の細菌汚染及びそれによる変質防止に有効である。また、よい解凍法の1条件として、最大氷結晶融解帯を10~20分から2時間までの急速で通過させることと示した文献⁹⁾があるが、今回の結果は30~100分でその範囲内であり、この条件を満していた。

解凍時点の水温は、魚の量が10%で12.2℃、40%で6.7℃、100%で5.2℃であったが、その際の魚肉の温度、終温度は各10、4、3℃であった。なお、無包装の場合は各11、6、5℃であり、いずれも1~2℃低い結果を示した。この終温度は、解凍速度よりも品質に影響する¹⁰⁾とされ、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。また、魚肉の温度は終温度に達した時点にとどまらず、実際には環境が高温であればその後も環境温度に向けて、今回の場合は水温さらに室温に向けて上昇するため、衛生的に問題が生じる。したがって実際に利用する場合は、半解凍の段階で下調理開始し高温に長くさらさずに処理する方法等とる必要がある。

以上のことから、包装解凍の場合は、ビニール1枚といえども水温の肉に対する熱伝導をある程度さえ切る役目を果して、解凍の進行にも影響を与えることがわかった。また、経過としては、初め水温は魚肉の温度に影響されて下がり続け、魚の氷が解ける時点で最低水温を示し、その後は外気温の影響を強く受けて上昇していく。一方魚肉の内部温度は、水温に影響されて徐々に上昇し、一度下がって再上昇してきた水温まで上がると、その後は水温より速い速度で外気温に向けて上昇していく。このように、水温は初め魚肉の温度からその後外気温へ、魚肉の温度は初

め水温からその後外気温へ、各々影響を受けながら変化してゆく関係が判明した。さらに、水中解凍の場合は、外気温、水温の高さが解凍結果へ影響すると考えるが、その際1回の処理量、水に対する魚の量によって、水温及び魚肉への影響がかなり大きいことがわかった。

2. ドリップ量

ドリップとは、冷凍した食品を解凍するとき分離流出する液汁であるが、本研究では、解凍条件の違いによる解凍結果判定上、最も重視する項目として測定を行った。その理由として、解凍とドリップの関係を次のように考える。ドリップの成因及び過程は、いくつかの報告によると、凍結前細胞内に蛋白質等栄養成分と水和した状態で存在していた水が、凍結過程で分離して細胞外に出て氷結し、解凍の段階で解けた水が細胞や組織に再吸収されて組織学的あるいは形態的復元をし、その後蛋白質の水和による復元がなされるということである¹⁰⁹⁾。解凍時に再吸収されない水分が魚肉に流出してくるのがドリップであり、また細胞内の水も保水力が弱ってくるとドリップとして流出してくると解釈できる。この一連の過程の中で、解凍時の条件以外にドリップ量を左右する因子としては、主な報告から次の2点がある。凍結食品中の蛋白質が、酸化や脂質の加水分解物や酸化生成物、ホルムアルデヒド、重金属イオンなどが結合して変性すると、氷結によって脱水されたままで解凍後吸水し得ずドリップを生成することになる¹⁰¹¹⁾。また、死後硬直前に凍結、貯蔵された場合は解凍時に肉が収縮して多量のドリップを流出する解凍硬直と称する現象をおこしドリップが多量にでる。凍結時における肉中のATP、グリコーゲン、SH含量が多く、解凍時にはこれらの成分が急激に減少し、同時に筋肉の収縮が起こる¹²⁾ということである。以

上の点は凍結、貯蔵過程における化学的、酵素的変化の要素であるが、現在においては、凍結の時期は死後硬直をすぎた肉を凍結する方法が採用されているし、蛋白の変性に関しては保管中の温度管理が規制によって実施されているので、これらの点によるドリップの誤差は少なく、むしろ解凍条件の影響が大きいと考えた。さらに、ドリップの内容に関しては、蛋白質やアミノ酸ビタミン類などの栄養分を含んでいるという報告列¹³⁾¹⁴⁾¹⁵⁾や筋肉組織の損傷の程度は圧出ドリップ量の測定により判定できるという例¹⁶⁾の他、解凍時におけるドリップ量は冷凍食品の指標のひとつになるという文献¹⁷⁾¹⁸⁾がある。また最も注目したのもとして、メルルーサの品質低下と客観的指標の関係について検討した報告¹⁹⁾がある。遠心ドリップ量、塩溶性タンパク量、ジメチルアミン量、ホルムアルデヒド量による食感の変化を官能試験により調査した結果、品質低下の有効な指標としては、ドリップ量であることがわかったというものである。これらの結果により、ドリップの流出は、実際に栄養素の損失、食味低下、重量損失などの食品品質への影響があり、ドリップの多少が解凍

結果の良否を決める一つの大きな要因と考える。

解凍条件によってドリップ量に相違があるが調べるため、水に対する魚の割合によって示したものが図3である。水に対する魚の量が少ないほどドリップの流出開始が早い点は無包装の場合と同じであるが、ドリップの流出状態に関してはかなり差があった。魚の量10%の場合、無包装の場合は実験開始直後からドリップが生じはじめ、5分経過時に魚の重量に対してすでに5%のドリップを測定したのに対し、今回は開始後10分経過してからドリップを生じはじめ、5%の流出があったのは35分経過後であった。また、魚の量が10、40、100%と増量するほどドリップ量は少量で、解凍点における量は各7.5、6.5、5.8%であった。これは魚肉の解凍時までは魚の量が多いほど魚の温度の影響によって水温の下がり方が大きく、低温で解凍が進行し、解凍進行状態に違いがあるためと考える。したがって、水中解凍は水に対する1回の処理量を同量位まで増やした方が、ドリップは少なくてすむということである。解凍点におけるドリップ量の5.8~7.5%というのは、無包装の8~11%と比較すると2.2~3.5%少なかった。これはビニールにおおわれることによって、魚肉から水、水から魚肉への熱伝導が弱まると、水に直接接しないため、魚肉への浸水による解凍が行われなためと考える。解凍時のドリップ量を今までの解凍法と比較すると、冷蔵庫、送風、電子レンジ、常温解凍より多い結果となった。以上の解凍法とくらべてドリップの流出開始が早くドリップ量も多かった原因は、低温の方が細胞内に水を保っていることができ²⁰⁾徐々にドリップを生じるようであるが、水温の影響によって魚肉の温度が早く引き上げられて高温になる場合はそれができず、解けた水が即座にでてくるのではないかと考えられる。水中解凍時のドリ

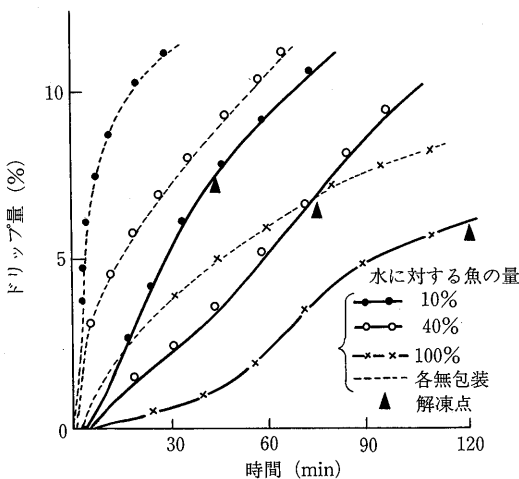


図3 ドリップ量

ップ中には、常温解凍より多く全Nが定量された報告²¹⁾や、解凍後のL-アスコルビン酸の残存率は、ブランチング時に比べ、冷蔵庫、自然、電子レンジ解凍法より水かけ解凍による結果が最も低い値を示したという報告²²⁾があるが、これらと今回のドリップの結果が一致した。水を媒介とした水中解凍は、ドリップの流出量からは良い解凍法とはいえない。時間等の理由で使用せざるを得ない場合は、包装をして、水に対する1回の投入量を多くして実施するのが、ドリップ量の流出を少なくする方法であることが判明した。

解凍時に測定した魚肉のpHとドリップ量の関係を示したものが、図4である。良い解凍法の条件の1つとして、解凍後の魚肉の鮮度が重要視されるが、それとドリップ量との関わりがあるかつかむ目的で調べたものである。魚肉の鮮度を判定する方法として、水素イオン濃度(pH)を測定した。これは揮発性塩基素量脂肪含有量とともに古くから利用されている方法であり、その後筋肉ATPの自己分解過程の研究から、魚類鮮度判定恒数K値²³⁾の有効性が示された²⁴⁾が、復元の状態として保水性との関連があり、一般的方法でもあることから今回はpHの測定を利用した。pH6.6~6.8のものを試料に用いて実験開始したが、解凍が進行するにしたがってpHの値

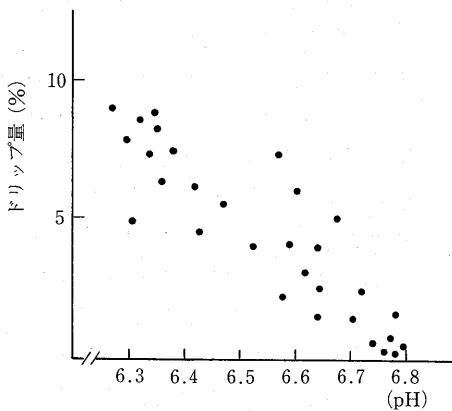


図4 pHとドリップ量

がさがり、ドリップ量が増加する結果となった。これは、前報までの結果とも一致した。鮮度の低下と共に保水性が低下してドリップの流出につながったものと考えられる。この保水性は冷凍魚の解凍後の品質を左右する要因であるが、魚体の水素イオン濃度の影響が大きく、魚肉のpHが高いほどドリップ量が少なくなる。魚体のpHは、魚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、魚体内のグリコーゲンが多いとpHは低下するとされている²²⁾。

3. 解凍時間

水に対する魚の割合と解凍点到達時間を示したものが図5である。解凍点に達する所要時間は魚の量によって差があり、10%では45分であったが、魚の量が増えるに従って40%で75分、100%では120分かかった。これはいずれも無包装より約20分多くかかったことになる。解凍時間は、すでに発表済みの方法も含めてみると、90秒の電子レンジ解凍から13時間要した冷蔵庫解凍まで非常に幅が広い。今回の結果は、本研究で実施している解凍法のうち、冷蔵庫、常温に次いで3番目に時間

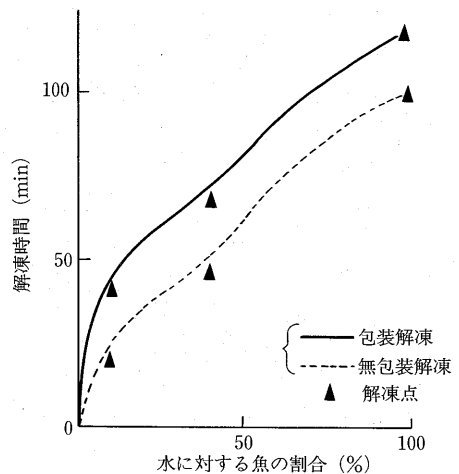


図5 魚の量と解凍時間

を要した方法であった。限られた時間内で大量の魚を同時に処理する集団給食においては、所要時間は利用上の大事な条件であり、解凍時間が短いことも良い解凍条件の1つである。冷蔵庫解凍は包装有無によって12~13時間、常温解凍は夏期の室温30℃だと80分であるが冬期の10℃の場合270分で時間がかかりすぎて利用しにくい。また、電子レンジにおいては90秒で解凍できるが、設備が小さくないと一度に処理できないのと、均一に解凍できにくい点がある。従来の冷凍技術からは、魚介類では低温で緩慢に解凍する方が、肉質は優れている²⁵⁾とされていたが、大量に処理する現場では、実際には、必ずしもその方法は利用されていない。最近では、外食産業の中には前夜から解凍開始する方法をとるところもあるが、著者が過去に行った実態調査の結果は先記したようであり、他の文献でも、集団給食施設で魚の解凍についての調査結果一番利用されていた方法は水中解凍法であったというものや、魚市場では魚の解凍法として水中及び常温解凍法が利用されているという報告²⁵⁾がある。その日の作業時間の中での解凍時間は、30分~1時間が許容範囲ではないかと考える。時間的余裕が取れる前日に時間のかかる解凍法を利用しておくという方法があるが、解凍した冷凍食品は、凍結しない食品にくらべて微生物の増殖速度が速いという報告²⁶⁾があり、その利用法は好ましくない面がある。したがって、水中解凍法を利用する場合、ドリップ量からは水に対する魚の割合を多くして時間をかけた方が良いが、時間の取れる範囲内で、1時間以内の場合は水に対して魚の量を10~30%位、1時間半で約50%、2時間取れる場合は80~100%位が、時間の上からは適量といえる。いずれにしても、水に対する魚の割合によって差が大きい点を十分考慮に入れ、その施設の季節による1回の処理量に対する水量を一定に管理する必要性を

つかんだ。

4. 解凍進行状態

魚肉の中心点までの解凍割合を時間経過とともに表したのが図6である。無包装の場合は、水に対する魚の割合がいずれの場合も、実験開始直後から解凍が始まったのに対し、今回の場合は、一番早い10%で4~5分経ってから開始した。これは魚肉を囲っているビニールによって水温の影響が間接的になるためと思われる。包装の有無にかかわらず水中解凍としても、今まで実施した解凍法の中でドリップの流出開始が早かったが、この解凍進行状態の結果において、電子レンジ解凍に次いで解凍開始が早かったことからその理由が確認できた。解凍進行過程は、実験開始約10分後から解凍を開始して約30%まで一定の速度で進行し、前1/3は無包装より進行が緩慢であるが、その後は急激に進行し、後2/3は無包装より速い速度であった。この結果とドリップの流出状況は、次のようであった。ビニールを通して水温の影響を受け、初め水に面している魚肉の表面から解凍が進行してドリ

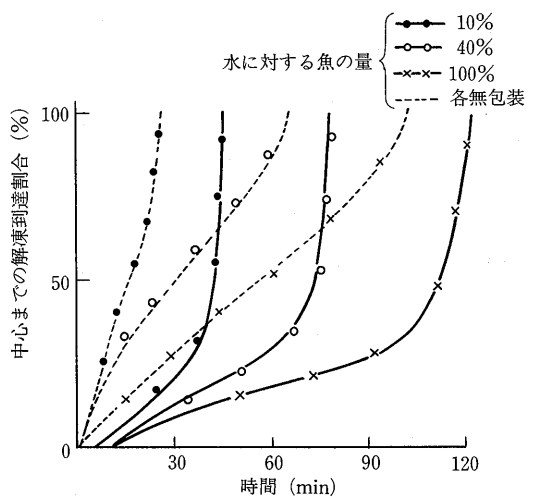


図6 解凍進行状態

ップを生じたが、次第にビニール袋の内部に面している部分に解凍が進行し、ドリップ量を増していった。解凍が進行しながら細胞外の氷が水となって細胞や組織に再吸収されて水和が行われる過程で、吸収されない分がドリップとして浸出していくが、水温の影響による急激な解凍速度によってその量も増し、また水温の影響による鮮度の低下によって保水性が乏しくなり、ドリップの増量に結びつくものと推定する。今回の結果、水に対して魚の量100%の場合、最初と最終の肉片が解凍点を迎えるのに約1時間の誤差がつき、ビニール内の1回の投入量が多くなると、ビニール内で水に面しているかない部分かで解凍速度にかなり差があることが判明した。この問題点解消には、小分けして処理した方がよいということである。

以上の結果から、他の解凍法と比較した水中解凍の特徴をまとめると、長所として無包装よりは多少多いものの短時間で解凍でき、短所としては無包装よりは多少少ないもののドリップ量が多くなり、栄養素等の損失が大きいということである。従来までの報告では、緩慢解凍は解けた水が細胞や組織に再吸収される時間的余裕が与えられるのが利点としていたが、細菌の冷凍魚は品質のレベルアップによってさほど時間を必要としなくなったものべている。ドリップ量に関して古い報告がなく比較できないが、品質のレベルアップは急速凍結法の開発によりかなり進んだのは確かであり、今後もこの点ではさらに改善が期待できると考える。先記したように、急速解凍法には次のような利点もある。最大氷結晶融解帯を速く通過させることによって、蛋白変性、この域で活発に活動し始める多くの酵素的生化学的変化の動きも抑制し、解凍中の細菌汚染並びに変質防止に有効である。さらにまた、高鮮度品以外は、乳酸量が多くpHも低下して解凍時のドリップ量は多くな

るので、むしろ急速解凍で解凍中の鮮度低下を少しでも防いだ方がよいという説²⁷⁾もある。

マグロなど赤身の魚の場合は、 $-2\sim-5^{\circ}\text{C}$ 付近に長時間とどまると、筋肉色素のミオグロビンの酸化によって褐変するという現象があるが、その防止に役立つという点である²⁵⁾。ただし高温での急速解凍は、解凍後もそのまま放置すると、環境温度が高い場合は、変色や鮮度低下、また細菌汚染を起こす危険度が高くなるという点があるので、解凍点を迎える前から処理しはじめる必要がある。水中解凍の一回の解凍量と解凍進行状態については、一定水量の中での魚の量が多くなると水温低下が大きくなり、解凍進行速度が遅くなって解凍時間が長くなる。前半はドリップの浸出栄養素等の損失が少なくなることに作用し、後半は浸出が多くなることに作用すると考える。一定の時間内で下調理から盛りつけまで仕上げる集団給食においては、相反する作用点、その結果の長所短所のどちらをどこまで優先して利用するかということになる。

水中解凍法を利用する場合は、少しでも有効に活用するために、次のように対処すべきである。他の解凍法と比べて短い時間で処理できる点は長所として良いものの、短所のドリップとして栄養素とうま味成分の流出を少しでも少なくする策として、許される時間の範囲内まで水に対する魚の量を多く調整して、低温でゆっくりと解凍を終了させることである。今までの研究結果から、良い解凍法の条件としてドリップ量の最大許容量は約5%と考えるが、今回の結果では水に対して魚の量を100%まで増やして水温を下げてやることにより、許容量にやや近い結果となった。良い解凍法とは、選定された冷凍魚を 10°C 以下の低温で、最大氷結晶融解帯の通過時間を10~20分から2時間までの急速に通過させ、解凍終温度を 5°C にとどめるべきである、と示した報告¹⁾がある。水中包装解凍法も、以上

のような操作の上利用することによって、何とかこれらの条件を満たし、良い解凍法として利用することが今回の結果で明らかとなった。それぞれの現象を生かして、一回の扱い量を調整するにあたっては、さらにそれぞれの施設の設備等の条件が加わるため、実験的データのみでは結論は出せない面もある。今後、他の方法をも実験して結果を得てから比較検討し、現場での実情も十分加味して、効率的な方法を見い出してゆきたいと考える。

IV. 要 約

冷凍魚の解凍時、解凍条件の違いにより解凍状況がどう影響をうけるか、冷凍メルルーサを用いて、今回は水中包装解凍（外気温20℃）を試み、いくつかの結果を得た。

1) 解凍中の水温変化は、水に対する魚の量によって違いがあり、最低水温も3.8～10.5℃、さらにそこへの到達時間も20～50分と開きを生じ、1回の扱い量による差が大きかった。

2) 水温変化において無包装との違いは、最低水温を示した後それまでの約2～3倍の所要時間で解凍点を迎えるという全体の流れはほぼ同じであるが、最低水温到達時間が約2倍かかる点が大きく異なる現象であり、特に前半緩慢な変化を示す。

3) 魚肉内の温度は、環境条件のうち前半は水温により後半は外気温の影響により上昇するが、初め水温がより低い魚肉の温度の影響をうけるため、水に対する魚の量が多くなるほど温度上昇速度は緩慢になる。

4) 最大氷結晶融解帯の通過時間は、水に対する魚の量10, 40, 100%と増量するにしたがって長くなったが、30～100分であった。

5) 終温度は、解凍速度より品質に影響するとされているが、魚の量10, 40, 100%の場合、各10, 4, 3℃であり、無包装の11, 6,

5℃より1～2℃低い結果を示した。

6) 解凍点におけるドリップ量は、水に対する魚の量が10, 40, 100%と多くなるに従って、7.5, 6.5, 5.8%と少量となり、この結果は無包装より2.2～3.5%低い値であった。したがって、水中解凍を利用する場合は、包装をして、水に対する1回の投入量を同量位まで多くして実施するのが、ドリップ量の流出を少なくする方法であることが判明した。

7) ドリップ量とpHの関係は、この解凍法においても、解凍が進行するにしたがってpHがさがり、ドリップ量が増加する結果を得た。

8) 解凍点到達時間は、水に対する魚の量が10, 40, 100%と増えるにしたがって45, 75, 120分とのびていったが、いずれも無包装より約20分多くかかった。他の解凍法と比較して、冷蔵庫、常温、水中無包装解凍に次いで4番目に時間を要する方法であった。

9) ドリップ量を少なくするには、水に対する魚の割合を多くして時間をかけて解凍した方が良いが、用意できる時間によって、1時間以内の場合は水に対して魚の量を約10～30%、1時間半で約50%、2時間取れる場合は約80～100%が適量であることを確認した。

10) 1袋の投入量を多くすると、水に面しているかいなかで解凍時間の誤差が大きくなった。この問題点の解消のためには、小分けして処理する必要性をつかんだ。

<文献>

- 1) 田中武夫：コールドチェーン研究，2，110～114（1976）
- 2) 天野慶之他編：冷凍食品事典，269，（1984）朝倉書店
- 3) 斎藤貴美子：第27回日本栄養改善学会発表要旨集，479（1980）
- 4) 斎藤貴美子：本誌，26，14（1982）
- 5) 斎藤貴美子：第28回日本栄養改善学会発表要旨集，448（1981）

- 6) 斎藤貴美子：本誌, **31**, 27 (1987)
- 7) 斎藤貴美子：第29回日本栄養改善学会発表要旨集, 502 (1982)
- 8) 斎藤貴美子：本誌, **33**, 57 (1989)
- 9) Khan, A. W., & Lentz, C. P. : J. Food Sci., **30**, 787 (1965)
- 10) 松本重一郎：Chemical deterioration of muscle proteins during frozen storage, Chemical Denaturation of Proteins, 95 (1980) American Chemical Society
- 11) Fennema, O. R. ed. : Proteins at Low Temperatures, 233 (1979) American Chemical Society
- 12) 加藤, 藤巻, 田所編：冷凍食品ハンドブック, 84 (1976) 光琳書院
- 13) Khan, A. W., Van den Berg L. & Lentz, C. P. : J. Food Sci., **28**, 425 (1963)
- 14) 難波, 梅本：大阪女子学園短大紀要, **16**, 53(1972)
- 15) 駒田, 田村：三洋電機技報, **20**, 116 (1987)
- 16) 小原哲二郎他編：最新冷凍食品事典, 114 (1987) 朝倉書店
- 17) M. C. Anon and A. Colvelo : Meat Sct. **4**, 1 (1980)
- 18) 榊原, 恩田, 中, 吉田：女子栄養大学紀要, **21**, 91 (1990)
- 19) D. H. Giannini, A. S. Ciarlo, R. L. Boeri and M. E. Almandos : Food Sci. Tech., **26**, 111 (1993)
- 20) 難波, 福井：家政学雑誌, **25**, 207 (1972)
- 21) 今中, 黒崎：食品と低温, **7**, 53 (1981)
- 22) 稗田福三：学校給食, **30**, 24 (1979)
- 23) T. Saito, K. Arai, and M. Matsuyoshi : Bull. Japan. Soc. Sci. Fish, **24**, 749 (1959)
- 24) 内山, 江平, 小林, 清水：日水誌, **36**, 177(1970)
- 25) 加藤, 藤巻, 田所編：冷凍食品ハンドブック, 83 (1976) 光琳書院
- 26) 小原哲二郎他編：最新冷凍食品事典, 66 (1987) 朝倉書店
- 27) 杉本昌明：冷凍, **66**, 1258 (1991)