

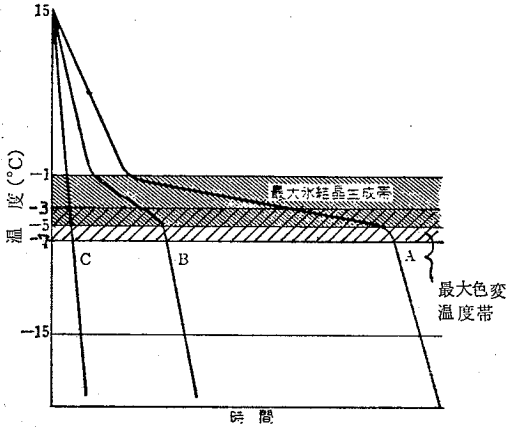
## 6. 船上加工品のブライン凍結実験

### 1. カツオの凍結に関する諸問題

話題に入る前に、先づ、凍結の基本的な問題点について説明をしておきたい。

第1図は凍結曲線を示す。

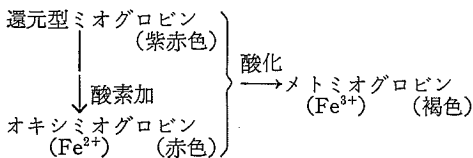
ブライン凍結、エア・プラスト凍結と、凍結方法は異っても、図に示されたような曲線を描くが、凍結温度、魚体の大きさ、脂肪の多少等の条件で曲線は変化するが、A、B、Cの3つの曲線によって表現され、Aは緩慢、Cは急速凍結の曲線である。(第1図)



第1図 冷凍曲線

凍結に当って最大の問題となるのは、 $-1^{\circ}\text{C}$  から  $-5^{\circ}\text{C}$  を通過する時間で、これを「最大氷結晶生成温度帯」と言い、この間に組織的な問題が起こり、さらに、色の問題も出て来るが、それは、 $-3^{\circ}\text{C}$  から  $-7^{\circ}\text{C}$  の間を最大色変温度帯と言われて、この両温度帯をなるべく速かに通過することが、良好な凍結製品を得るために重要な点である。

第2図はカツオ・マグロ両魚種共通の問題だが、肉色はどのように変化していくかということで、筋肉色素である水溶性のタンパク色素—ミオグロビンとヘモグロビ



第2図 ミオグロビンの変化

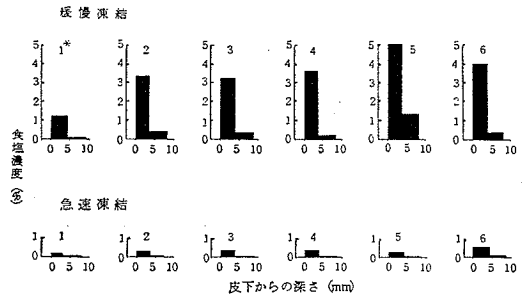
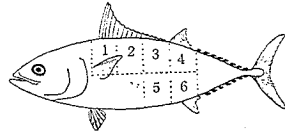
柘 植 喜代司 (静岡県水産試験場)

ンがあるが一この場合、ミオグロビンがどのように変化していくかを示している。

解凍後、カツオ・マグロの肉色が時間の経過につれて変化して、見た目も悪くなるということは、色素が酸化されてメトミオグロビンという形になるため、これが出来ると肉色は褐色化していく。

$$\frac{\text{メトミオグロビンの生成量}}{\text{ミオグロビンの全量}} \times 100 = \text{メト化率}(\%)$$

第3図は凍結速度(温度が関与)を変えてブライン凍結した場合、カツオの肉質にどのような影響があるかを示すものである<sup>1)</sup>。



第3図 凍結速度を異にしてブライン凍結したカツオ魚体部位の食塩濃度 (1~6の数字は図に示した各部位)

緩慢凍結すると食塩の侵入度が多い。

上方の魚の図の点線区分と番号は試料の採取部位を示すが、No. 5 (腹部) が緩慢凍結の場合には最も塩分の侵入が多い。

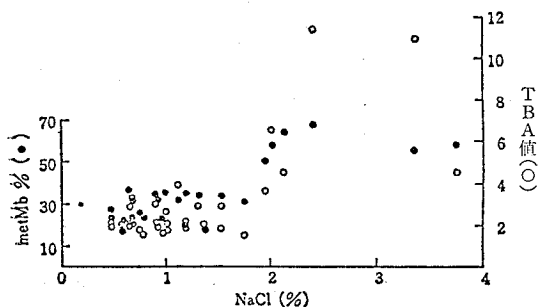
緩慢凍結と急速凍結とを比較すると、凍結速度が遅ければ食塩の侵入が多い。

第1表にはこのような場合の侵入量が測定部位別に示されているが、やはり、各部位共、皮下から5mmまでは相当量侵入している。(0.3~3%)

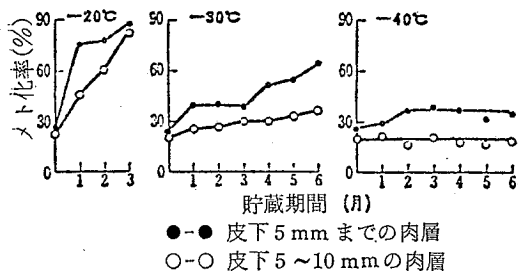
第4図は0mmから5mmまでの食塩が侵入した場合のメト化率、すなわち、肉色の変化の度合を示してい

第1表 ブライン凍結カツオ（試料 No. 2）の各部位での食塩濃度<sup>1)</sup>

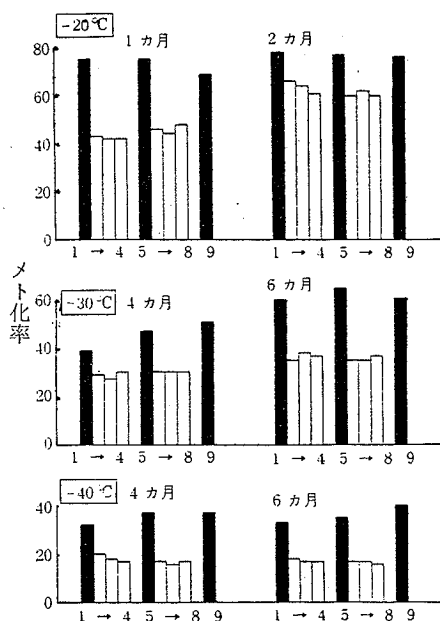
測定部位*	NaCl % (皮)	NaCl % (皮下肉)			
		皮下 0~5 mm	皮下 5~10 mm	皮下 10~15 mm	皮下 15~20 mm
1	1.35 (1.0~2.5)**	0.35	0.04	0.03	0.02
2	2.30 (0.95~1.45)	0.93	0.07	0.03	0.04
3	2.05 (0.4~0.7)	1.84	0.06	0.05	0.03
4	2.24 (0.4~0.6)	2.05	0.05	0.05	0.03
5	1.85 (0.3~0.65)	1.10	0.08	0.06	0.04
6	3.10 (0.4~0.85)	2.95	0.05	0.04	0.04



第4図 ブライン凍結カツオの皮下0~5 mmの肉層における食塩濃度とメト化率、TBA値との関係



第5図 ブライン凍結カツオを -20°C、-30°C および -40°C に凍結貯蔵したさいのメト化率



第6図 ブライン凍結カツオを -20°C、-30°C および -40°C に凍結したさいの皮下各部位におけるメト化率 (1~4 は雄節で、5~8 は雌節、9 はハラモである。)

る<sup>1)</sup>。(食塩が浸透して来ると肉の変色度合が速い。)

第5図はブライン凍結カツオを異った温度で凍結貯蔵した場合の変色の度合を示す<sup>1)</sup>。

-20°C、-30°C、-40°C で凍結貯蔵した場合のメト化率の比較で、当然、低い温度で貯蔵した場合の方が変色が少ない。

第6図は、-20°C、-30°C、-40°C で凍結貯蔵す

る場合、魚体の各部位によってメト化率に差異のあることを示す<sup>1)</sup>。

なお、同一部位でも皮の表面から肉層の中に入る程、変色しにくくなっている。

## 2. 船上加工品のブライン凍結実験

静岡県指導船「富士丸」では、これまでに次の2点について各2回、船上加工の実験を行った。

① 現在の遠洋カツオ一本釣漁船は大部分がブライン凍結船だが、このブライン凍結槽を応用して船上加工品を作った場合、どの程度の生食用製品が出来るだろうか。

② 静岡県産の缶詰協会、並に日本鮪缶詰振興会からの依頼で、船上加工（ドレス）で水揚げをして缶詰にした場合、どのような影響が出るだろうか。

なお、実験の細部については西川船長より追加説明を行う。

(1) ブライン凍結による生食用船上加工製品作成の実験

前述したように、 $-1^{\circ}\text{C}$  から  $-7^{\circ}\text{C}$  の範囲を急速に通過させる。

すなわち、最初の凍結温度が低ければ、製品の品質を良好に保つことか出来るのだが、当業船ではカツオ一本釣のため、極めて単時間に多量の漁獲がもたらされるので、一度に多量のカツオ（体温の高いまま）をブライン魚槽に投入するため、冷媒の温度が上昇をきたしたり、また、カツオを投入する前のブライン液の温度を十分に下げている場合等から、十分に冷凍の効果を上げ得ていないように思われる。

冷媒の温度を常に、 $-17^{\circ}\text{C}$  ~  $-18^{\circ}\text{C}$  に保っておくことが良い製品を作るためには必要条件である。（理論的には、 $-20^{\circ}\text{C}$  まで下降可能。）

この点を注意すれば、船上加工を行って4ツ割りにした場合は、体積が小さいものを凍結することになるので、凍結曲線は急カーブを画いて凍結していくから、ラウンドのものより良い製品が出来ることは充分に考えられる。

しかし、4ツ割りの魚体をそのままブライン液に漬ければ、肉質内に塩分が多量に侵入するし、衛生上にも問題があるから、パッケ（完全密封）を行ってからブライン液にひたさねばならない。

富士丸の実験では、初めに、 $-17^{\circ}\text{C}$  に保たれたブライン液の中に4ツ割りにしてパッケしたカツオを投入静置した。

これは、ブライン液を攪拌すると製品が変形するので、これを防ぐために静置した。

そして、4ツ割りのカツオがある程度凍結されて変形をきたすことが無くなった時点で冷凍機を廻してブライン液の攪拌を行ない、 $-17^{\circ}\text{C}$  ~  $-18^{\circ}\text{C}$  を保ち、冷凍を進行させ、更に、2時間を経た後に製品を取上げ、直ちに $-40^{\circ}\text{C}$  から  $-45^{\circ}\text{C}$  の魚槽内に凍結貯蔵を行った。

帰港水揚げ後、検討したところ、非常に良い製品を作成することが出来た。

なお、製品中で変形のあったものは1%に過ぎなかった。

この結果から、次のカツオ調査の航海には実験の規模を拡大して、ある程度の量産を試みる計画が進められている。

なお、エア・プラスト凍結の際の冷凍曲線とブライン凍結の場合は、当然、異なるので、その差を検討し、製品の判定も行うことも計画されている。

(2) 缶詰用船上加工原料のブライン凍結実験

缶詰用としては4.5kg以上の大型カツオが対象となるが、富士丸では4kg前後のものを用いて2回実験を行った。

具体的な方法としては、頭と内臓を除去した後、パックは行わず、ブライン液に直接投入して凍結を行う方法である。

- ① 船上加工における歩留り。
- ② 水揚げ後、缶詰製品になるまでの歩留り。
- ③ 頭と内臓を取除いたことによる塩分侵入の増大が品質に及ぼす影響。

等について検討を行った。

第1回の製品はカマ骨とハラモまで取ったが、歩留りは70%、塩分の侵入量はラウンドに比較して非常に多く、解凍後で0.8~1.7%、なお、比較実験を行ったラウンドの製品の塩分侵入量は0.1~0.2%で、大体、5~10倍位の侵入量であった。

しかし、缶詰製品となるまでには、蒸煮、整形等が行われるから、その間に塩分はかなり除去されるものと思われる。

第2回の実験は、通常の缶詰製造ラインに乗れる量を確保し、

- ① 船上加工の労働の軽減
- ② 歩留りの向上

という点から、第1回より簡易な方法として、頭内臓だけを取除いてブライン凍結を行った結果、歩留りは79%となった。

塩分の侵入量を、①凍結後、②解凍後、③製品の3段階で測定してみたが、凍結後で侵入量の最も多いものは6.3%もあったが、解凍後は1/10(0.64%)に減じ、整形によって更に1/2(0.26%)以下となった。

製品を判定すると、ラウンドを原料としたものとはほとんど差異はなく、ドレスにしたことで塩分の侵入量が多くなっても、製品の段階では影響がないことが判った。

船上加工で頭と内臓を除去する目的は、付加価値を上げると同時に、陸上における、

- ① 人件費の低減
- ② 運賃の軽減
- ③ 公害問題の減少

にあるが、数字的に出すことは、非常に難しいが、どれだけのメリットがあるかを、何とか表現出来るよう検討中である。

以上、富士丸の行った船上加工実験について述べたが、問題点は製造方法、即ち、船上における各種問題・条件を検討して、加工工程の確立が重要である。

それは、凍結以前の問題として、解凍後の変色を防止するために血液色素を減らす脱血作業が必要であり、更に、解凍後にちぢれがきて、食べるとゴムを咬むような状態になる解凍硬直を防止する上でも、船上での脱血、予冷時間、予冷方法が問題となる。解凍硬直を陸上で無くすためには、解凍の温度と時間が問題となる。

実験の結果では、5°C~7°Cの温度で解凍すれば解凍硬直は起らないと言われている。

しかし、この場合は、当然、時間がかかるので変色が問題となる。

最近の解凍方法についての試験結果を要約すると、肉色の面から見た場合、15°C~20°Cの水解凍が丸の冷凍カツオの場合適当であると考えられている<sup>2)</sup>。

しかし、この場合、品質保持の上から、魚体は半解凍時に切断処理を行うことが必要である。

## 7. あとがき

第18回のカツオ・マグロ研究座談会は昨年来の魚価の低迷による遠洋カツオ一本釣漁業の経営危機を背景に実施されたため、カツオ漁業関係の話題提供は、直接魚価向上に関係のあるものを取り上げた。なお、コンピーナーが、カツオ漁業と特に密接な関係をもっていたので、カツオ漁業の今後の方向として

- ① ブライン凍結装置しか持たないカツオ船の経営安定対策。
- ② カツオ竿釣船で、カツオ以上に魚価の高いものが漁獲方法。

を考え、前者については、丁度、船上加工品のブライン凍結実験を中心となって進めておられた柘植氏（静岡水試）に、後者については、マグロ延縄船が最近あまり漁獲の対象としていないピンナガマグロの延縄漁場で竿釣の可能性のある漁期、漁場が存在するかどうかの検討を

## 文 献

- 1) 田中ら(1977): 漁獲物の船上処理法と品質保持に関する研究, 農林省農林水産技術会議, 研究成果シリーズ No. 94, (129~157).
- 2) 尾藤方通(1975): 日水誌, 41, 1031~1037.

## 西川船長の補足

次の航海に行う実験方法について補足する。

前回実験を行った本数は4つ割りで200本で、量産できなかったため、今回は或程度まとまった量を実験したい。

今、問題になっている塩カル、ブライン等の問題もあるが、現在、船上加工する場合、設備の問題(冷凍施設)があるので、従来船が設備を改造しないでブラインを利用して製品が出来ないかと考えたわけである。

実験方法としては、ブラインに入れて1時間後に冷凍機を廻して、2時間後に取出して貯蔵したが、次航海では、この間の魚体の中心温度とブラインの温度変化を測定し、空冷も同様に中心温度を測定して、比較検討をおこない裏付資料を作りたい。

一応、真空パックの機械も導入したので、5月の2次航海からは、カツオの釣獲があると思うので、実験が出来ると思われる。

この実験結果が出れば、更に参考になる話しが出来ると思う。

塩浜氏(遠水研)にお願いしたところ、御多忙中にもかかわらず両氏共快諾をいただくことが出来た。

マグロ漁業に関しては、川本(水産庁)、成ヶ沢(総合調査研)両氏に話題提供を、主題及び内容をコンピーナーから指定してお願いしたところ、やはり快諾をいただくことが出来た。その結果、漁業者の関心も非常に高まり、会の当日は、北は茨城県から南は和歌山県に到る関係各機関の人々、約130余名の参加を得て、大変熱のこもった研究座談会を実施出来たことは後援団体の焼津市、焼津漁協、静岡県鯉を始め関係諸機関の支援協力の賜と深謝する次第である。

なほ、塩浜氏(遠水研)の話題提供事項は水産庁で取上げられ、明年度の予算化、調査の実現が進められている。