

# 公募型研究事業

## (多獲性赤身魚「サバ」の高付加価値化を実現するための 革新的な原料保蔵と加工システムの構築)

保 聖子・加治屋 大・稲盛 重弘

### 【目 的】

サバ等の多獲性赤身魚は、一時的に大量に漁獲されることから、生鮮流通の場合、市場規模が限られ価格の低下を招くことがある。また、従来のサバ冷凍品は、ATPが消失した状態で凍結することから、タンパク質の機能性が冷凍変性により低下しており、一般的に品質評価が低い。そこで、高品質冷凍サバ及び高品質冷凍サバ水産加工品の製造技術を確立するために、適正保管温度及び製品の品質を保持するための製造工程の改良等を検討する。

### 1. 高品質冷凍サバ製造における適正保管温度の把握

#### 【材料及び方法】

##### ・材料

鹿児島県沿岸海域で平成26年5月に漁獲され、生け簀で蓄養されたゴマサバ（平均尾叉長 $37.5 \pm 0.6$ cm, 平均体重  $610.6 \pm 41.5$ g）を用いた。致死方法は、生け簀から取り上げ後、首を折り、鰓を切断し、海水氷に30分浸漬し、脱血させることにより行った。

##### ・試験の方法

供試魚は、フィレ成形後、真空包装し、急速凍結を施した後、 $-20^{\circ}\text{C}$ 、 $-25^{\circ}\text{C}$ 及び $-40^{\circ}\text{C}$ の凍結庫内で各温度につき5尾ずつ3ヶ月保管した。また、全サンプルについて、解凍後のドリップ量、血合肉の色調、旨味成分であるイノシン酸及び遊離アミノ酸のそれぞれの量の変化について調べた。なお、分析方法については、下記のとおりとした。

#### (1) ドリップ量

$-1^{\circ}\text{C}$ の塩水中に包装した状態のまま浸漬する緩慢解凍法により、完全に解凍させた後、凍結前の重量から解凍後の重量を差し引き、その差をドリップ量とした。なお、凍結前重量におけるドリップ量の百分率として表した。

#### (2) 色調

色彩色差計（コニカミノルタ製CR-400）で各個体の片側フィレの背側5～7箇所について色調（ $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ）を測定し、それぞれ平均値で表した。

#### (3) イノシン酸及び遊離アミノ酸

凍結前及び完全解凍後において、筋肉の一部をサンプルチューブに採取し、液体窒素で直ちに凍結処理を行い、分析に供するまで $-40^{\circ}\text{C}$ で保存した。サンプルを除タンパク後、遠心分離して得られる上清を用いた。イノシン酸は、上清を1N水酸化カリウムでpH調整後、HPLCで測定した。遊離アミノ酸は、適宜pH2.2クエン酸緩衝液で希釈を行い、HPLCで測定した。

### 【結果及び考察】

凍結保管温度が筋肉タンパク質の保水維持能力に影響を及ぼし、ドリップの流失しにくい緩慢解凍を実施しても多く発生する恐れがある。そこで、上記保管温度ごとのドリップ流失量を調べた。その

結果、解凍魚に対するドリップ流出量は、 $-20^{\circ}\text{C}$ 保管で $5.4 \pm 1.0\%$ 、 $-25^{\circ}\text{C}$ 保管で $1.7 \pm 0.3\%$ 、 $-40^{\circ}\text{C}$ 保管で $4.2 \pm 1.4\%$ となった。多重比較検定の結果、 $-20^{\circ}\text{C}$ と $-25^{\circ}\text{C}$ との間に有意差が認められた。しかしながら、 $-40^{\circ}\text{C}$ との間に有意差は認められなかった。凍結後の保管温度と筋肉タンパク質の変性速度には密接な関係があり、一般に保管温度が低いほど変性速度は緩やかになる。また、タンパク質の変性が進むと保水力の低下が進む言われている。しかしながら、本試験においては、ドリップ流失量と保管温度の間に関連性は見出せず、試験開始当初想定した、比較的高めの温度 ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) による保水力の低下を明らかにすることは出来なかった。

また、旨味成分であるイノシン酸及び遊離アミノ酸の凍結保管温度ごとの分析結果を図1、2に示す。凍結前と解凍後（解凍直後）を比較すると、解凍後（解凍直後）の方が、どの保管温度についても有意に高い結果となった。また、保管温度に着目した場合には、保管温度による差は認められなかった。これは、解凍により、筋肉中の解糖系酵素の働きが触発されたことで、ATP及びADP等前駆物質の分解が進み、イノシン酸となり蓄積したことによるものと推察している。

遊離アミノ酸量についても、得られた数値を検討した結果、凍結前に比べ、解凍後（解凍直後）の方が、有意に高い値となったが、保管温度ごとの比較では、有意差は認められなかった。一般に、畜肉魚肉問わず、冷凍肉では、細胞内のリソゾームに含まれる酵素が解凍時に流失することで、各種酵素の活性が高くなることが知られている。また、解凍時のドリップ流出による水分低下による濃縮についても考慮し、乾物換算補正による比較検討を行ったが、補正前と同様の結果となった。以上のことから、低温帯 ( $-40^{\circ}\text{C}$ ) でも3ヶ月間の保管中に、サバ筋肉は酵素分解の影響を受け、筋肉内の遊離アミノ酸が増大したものと推察された。

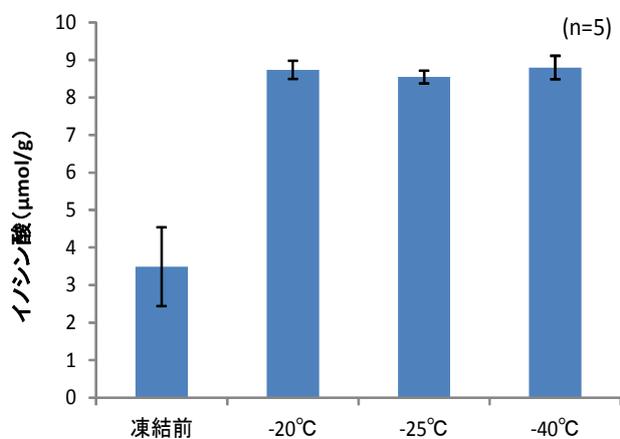


図1 凍結前及び凍結保管温度と解凍直後の筋肉中イノシン酸含有量の関係

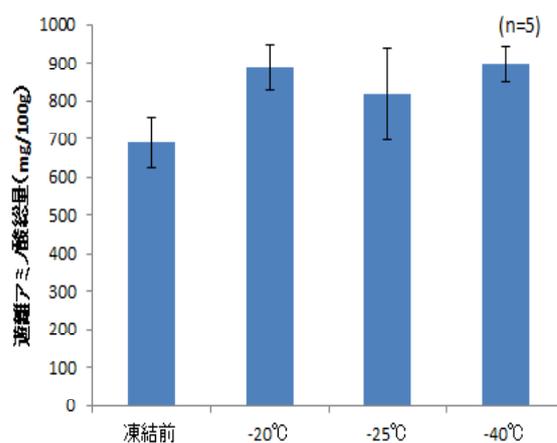


図2 凍結前及び凍結保管温度と解凍直後の筋肉中遊離アミノ酸含有量の関係

一方、解凍直後の血合筋の色調（赤色度）について調べた結果を図3に示す。解凍後の血合筋の変色は、外観の悪さから、冷凍魚の品質評価を下げる項目の一つであり、従来からマグロ等赤身魚の冷凍解凍後の変色抑制には、超低温が有効であることが知られている。サバにおいては、3ヶ月保管後の赤色度は、 $-20^{\circ}\text{C}$ 及び $-25^{\circ}\text{C}$ 保管において、凍結前と比べ有意に赤色度が低下した。これに対し、 $-40^{\circ}\text{C}$ 保管においては、若干、数値の低下は認められたものの、凍結前との間に有意差は認められなかった。また、 $-40^{\circ}\text{C}$ と $-20^{\circ}\text{C}$ ならびに $-25^{\circ}\text{C}$ とを比較すると明らかに $-40^{\circ}\text{C}$ 保管における赤色度の保持が認められ、色調保持において有効であり、より低い温度で保存することが望ましいと考える。

以上の結果から、高鮮度で凍結したサバは、適正な方法で保管、解凍を行うことにより、ドリップ

流失が少ないだけでなく、凍結前の高鮮度のサバより、イノシン酸や遊離アミノ酸等の旨味成分が増大することが明らかとなった。

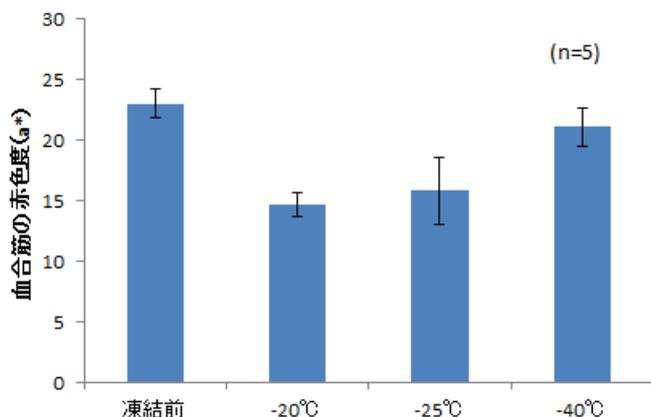


図3 凍結前及び凍結保管温度と解凍直後の血合筋赤色色相(a\*)の関係

## 2. 高品質冷凍サバ調味加工品開発（製造工程改良試験）

### 【材料及び方法】

#### ・材料

鹿児島県沿岸海域で漁獲され生け簀で蓄養されたゴマサバ（平均尾又長 $35.1 \pm 0.7$ cm，平均体重 $496.3 \pm 31.7$ g）を用いた。致死方法は、前述試験1と同様とした。

#### ・試験の方法

供試魚は、直ちにフィレに成形し、フィレ重量の10%の食塩を振りかけ、直ちに真空包装し、急速凍結により凍結処理を行い $-25^{\circ}\text{C}$ で3ヶ月間保管したものと（以下前塩という）、フィレ成形後直ちに真空包装し、急速凍結により凍結処理を行い、 $-25^{\circ}\text{C}$ で3ヶ月保管した（以下、従来法という）もので試験を実施した。前塩及び従来法ともに、3ヶ月経過後に緩慢解凍を行い、前塩は、軽く表面を洗い、酢を1時間行った。従来法は、フィレ重量の10%の食塩を振りかけ、塩漬を1時間行った後、軽く表面を洗い、同様に酢を1時間行った。試作後、当センター職員を対象として試食アンケートを行い官能評価試験とした。評価方法は、外観について、評価の高いものから5点，低いものを1点とした5段階評価法で行い、職員が評価した点数を試験区毎に合計し、獲得ポイントとして比較した。歯ごたえについては、評価の高いものから、4点，低いものを1点とした4段階評価法で実施し、前述同様試験区ごとに獲得したポイント数（以下pと表現）の合計で比較した。また、総合評価は、外観・食感を含めた総合評価で試験区間の優劣で評価した。

### 【結果及び考察】

官能評価試験の有効回答数は19であった。まず、外観評価は、図4(左)に示すとおり、前塩が62p，従来法が35pとなり、前塩が高い結果となった。歯ごたえについては、図4(中央)に示すとおり、前塩43p，従来法35pとわずかに前塩が高い結果となった。また、総合評価の結果は、図4(右)に示すとおり、前塩を選んだ人は、19名中12名となり、半数以上が改良法である前塩を評価した。以上のことから、高濃度にATPを含む原料では、より早い段階で塩漬を行い、塩が浸透する前に急速凍結を行い、解

凍と同時に塩の浸透を行うことで、従来工程法で製造したシメサバより品質の高い製品となる可能性が示唆された。すなわち、前述試験1の結果からも示されるように、解凍後の肉質は、酵素等の作用を受けやすく、品質変化が加速し易い状況である。このため、解凍後の工程をなるべく少なくし、短時間で製品にすることで改良法である前塩の評価が高かったものと推察している。

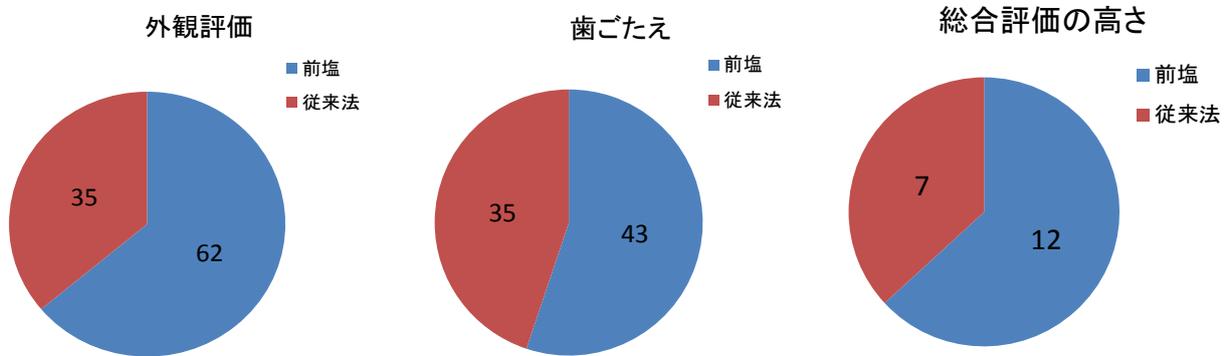


図4 高ATP含有原料を使用したシメサバ改良品と従来品の官能評価試験結果