

インジェクション法を利用した魚肉への 冷凍耐性付与技術の開発

開内 洋¹・井岡 久

Development of Technology for Adding Frozen Tolerance to Fishmeat Using Injection Method

Hiroshi Hirakiuchi¹ and Hisashi Ioka

Abstract: To inject food additive solutions into fishes using injection method, we carried out an experiment making a frozen fish of high quality added frozen tolerance. Dolphins *Coryphaena hippurus*, Tunas *Thunnus thynnus* and Mackerels *Scomber japonicus* were injected salts, sugars, pH adjustment agents, antioxidant and amino acids, and were frozen for over 2 months at -20°C . After frozen fishes were melted their quality was evaluated.

Injecting salts into fishes, drip of fishmeat is inhibited equal to those of just landing. Injecting sodium bicarbonate (pH adjustment) into fishes, pH of fishmeat riseed. Injecting antioxidant into fishes, tone of color of fishmeat (ordinary and red mussle) were kepted compared with those of control. Injecting glycine (amino acids) into fishes, fishmeat was able to add sweet. These results suggest a possibility of high quality using injection method and also are informations of application to processed marine products.

キーワード：インジェクション法, 冷凍耐性付与技術, 魚肉, シイラ, ヨコワ, マサバ

緒 言

魚肉は畜肉に比べ鮮度低下がはやく、一般に冷凍耐性が低いため、品質保持期間が短く、商品価値が下がりやすい。しかしながら、近年の消費者ニーズは、安定供給、高品質嗜好になってきており、これまでの鮮魚流通のみでは、これらの要望に応えられなくなっている。

高品質な冷凍魚をつくる技術は、超低温で急速凍結する方法¹⁾が知られているが、超低温冷凍庫の施設整備には多くの費用がかかり、単価の安い魚にはあまり用いられていない。

そこで、従来の冷凍庫(-20°C)を用いて、高品質な冷凍魚を作成する技術の開発に取り組んだ。

一般に従来の冷凍庫を用いて凍結すると魚種にも

よるがドリップ、身割れ、肉の変色、脂焼け等、凍結、解凍後の品質低下が見られる¹⁾。これらの品質低下を抑えるために、凍結前に魚肉の品質改善をする技術としてインジェクション法に着目し、研究を行った。

インジェクション法はインジェクターと呼ばれる注射針の多く付いた機械で対象物に溶液を注入し、対象物の内部より溶液を浸透させ、品質を改善する技術である。主に畜肉の肉質軟化や色調保持に用いられている技術で、魚類では北海道のブナザケ等で試験的に使用が検討されているが、まだ普及には至っていない。そこで本研究では水揚げ直後の高鮮度な魚類に食品添加物溶液を注入することにより、これらの品質低下となる要因¹⁾を改善するための試験を行った。

¹ 現所属：島根県内水面水産試験場 Shimane Prefectural Inland Fisheries Experimental Station, 1659-1 Sono, Hirata, 691-0076, Japan

表 1. 食品添加物溶液の種類.

塩化ナトリウム 1%
リン酸塩 1%
グリシン 1%
トレハロース 1%
トランスグルタミナーゼ 1%
酢酸 (原液)
イソアスコルビン酸ナトリウム 1%
日本酒 (原液)

基礎的知見の収集を目的として、原魚の注入適性と注入箇所の検討、食品添加物溶液の注入量と定着時間の検討、凍結前における食品添加物溶液の浸透性^{2,3)}と肉質改善効果について検討した。そしてこれらの結果をもとに食品添加物溶液を注入し、凍結魚の肉質改善効果を調べた。その結果、いくつかの改善効果が見られたので、以下に報告する。

本研究は国の補助事業である「先端技術等地域実用化研究促進事業」の「先端技術利用による近海水産資源の高品質安全食品加工技術の開発」の一課題として平成 14～15 年度に実施した。

実 験 方 法

I. 注入に対する原魚の適性について 原魚による注入適性を検討するためマアジ、マサバ、シイラ、ヨコワ、ニギス、アカムツ、ツクシトビウオ、アマダイ、キダイを用いて、それらのラウンドおよびフィレー (シイラのみ) に塩化ナトリウム溶液を注射器 (テルモシリンジ) で注入し、その効果を観察した。また、注入箇所や注入速度を変化させ、注入液の定着状況を観察した。

II. 食品添加物溶液の注入量と定着時間 食品添加物溶液の注入量と定着時間を推定するため、溶液の注入可能量と注入後の魚肉中残留量を計測した。注入した食品添加物溶液を表 1 に示した。水揚げ直後のマアジ (100 g 程度/尾, 5 尾/試験区) に食品添加物溶液を最大限注入し、注入後 3, 6, 12, 24, 48 時間後の重量を測定し、食品添加物溶液の残留量を算出した。マアジは注入時に腹腔内に溶液が貯留しない様に鰓や内蔵を除去し、ドレスで使用した。また、マアジで得られた最適注入量、定着時間、残留量をマサバに適用し、本結果がマサバでも利用可能であるか検討した。すなわちマサバの重量に対して 5% の食品添加物溶液を背身頭部側と尾部側の左右 4 ケ所から注入し、24 時間後の定着量を求めた。

III. 凍結前における食品添加物溶液の定着性と肉質

表 2. 注入した食品添加物等溶液の種類と濃度.

食品添加物名	水溶液濃度 (%)				
塩化ナトリウム (食塩)	5	10	15	20	
塩化カリウム	5	10	15	20	
炭酸水素ナトリウム (重曹)	2	4	6	8	
リン酸塩	1	2	3	4	5
ソルビット	5	10	15	20	
グリシン	2	4	6	8	10

改善効果 魚肉に凍結耐性を付与するためには、注入した溶液を魚肉組織へ浸透させることが重要であると考えられる。そこで溶液の魚肉への定着性と冷凍前における肉質改善効果について検討した。水揚げ直後のマサバ (200 g 程度/尾, 3 尾/試験区) にそれぞれ 6 種類の食品添加物溶液を濃度別に 10 cc/尾 (魚重量の約 5% の量を注入) 注入し、注入 24 h 後の加圧ドリッ プ、破断強度、魚肉の色差、pH を測定し、魚肉への定着性や肉質改善効果を調べた。食品添加物溶液は前述の試験結果から定着性が高く、主に肉質への影響の大きいと考えられる食品添加物を選考した。食品添加物の種類と溶液濃度を表 2 に示した。対照区は、試験日が異なる毎に設定し、対照区 1 が食塩、重曹、対照区 2 がグリシン、リン酸塩、対照区 3 が塩化カリウムとソルビットとした。

IV. 凍凍後における肉質改善効果 インジェクション法を用いて凍結変性防止のための塩類、糖類、pH 調整剤、アミノ酸、抗酸化剤等の食品添加物溶液を高鮮度魚肉に注入し、冷凍魚肉の品質改善試験を行った。食品添加物溶液の種類と期待効果を表 3 に示した。

①マサバ まき網で漁獲されたマサバ (約 200 g) を 1 試験区当り 3 尾用いた。水揚げ直後のマサバに食品添加物溶液を魚重量に対し約 5% 注入し、注入後、冷蔵庫 (5℃) で 24 時間保管した後、-25℃ で冷凍した。冷凍 2～8 ヶ月後、室温で解凍し、肉質に関する調査を行った。肉質改善効果の指標として、加圧ドリッ プ、破断強度、魚肉の色調、魚肉 pH、総脂質の POV、TBA 値を測定した。試験に用いた食品添加物溶液の種類と濃度は表 4 に示した。

a. 単一溶液の濃度別効果試験 塩類、pH 調整剤、糖、アミノ酸を濃度別に注入し、食品添加物の種類と濃度による影響を調べた。

b. 食塩と重曹の混合溶液の効果試験 混合溶液による効果を検討した。

c. 脂質酸化抑制、退色保持試験 V.C (イソアスコルビン酸ナトリウム) を濃度別に注入し、冷凍 2 ヶ月後

表 3. 食品添加物の種類と期待効果.

分 類	食品添加物	分子量	期待効果
塩類	塩化ナトリウム	58	ドリップ抑制
	塩化カリウム	75	
糖類	ソルビット	182	冷凍耐性向上、甘味づけ
	トレハロース	342	
pH 調整剤	重曹	84	魚肉 pH 改善
	ポリリン酸塩		
酸化防止剤	イソアスコルビン酸ナトリウム	216	色調保持(メト化防止)、脂質酸化防止
結着剤	トランスグルタミナーゼ		身割れを結着
アミノ酸	グリシン	75	甘味づけ
	アスパラギン酸	133	酵素活性阻害

表 4. マサバに用いた食品添加物の種類と濃度.

a. 単一溶液の濃度別効果試験.

溶液の種類	食品添加物溶液の濃度 (%)				
食塩	5	10	15	20	
塩化カリウム	5	10	15	20	
重曹	2	4	6	8	
リン酸塩	1	2	3	4	5
ソルビット	5	10	15	20	
グリシン	2	4	6	8	10

b. 食塩と重曹の混合溶液の効果試験.

溶液の種類と濃度
食塩 5% + 重曹 2%
食塩 10% + 重曹 2%
食塩 15% + 重曹 2%
食塩 20% + 重曹 2%
食塩 5% + 重曹 4%

c. 脂質酸化抑制, 退色保持試験.

溶液の種類と濃度
V.C 0.1%
V.C 0.5%
V.C 1%

表 5. シイラに用いた食品添加物の種類と濃度.

a. 単一溶液の効果試験.

溶液の種類と濃度
食塩 15%
塩化カリウム 15%
グルコン酸ナトリウム 15%
重曹 6%
リン酸塩 1%
トレハロース 1%
ソルビトール 15%
トランスグルタミナーゼ 1%
グリシン 1%
グリシン 10%
アスパラギン酸 10%
V.C 1%
酢酸 (食酢)

b. 混合溶液の効果試験、退色保持試験.

溶液の種類と濃度
食塩 15% + 重曹 6%
食塩 15% + V.C 1%
重曹 6% + V.C 1%
食塩 15% + 重曹 6% + V.C 1%
塩化カリウム 15% + 重曹 6% + V.C 1%
グルコン酸ナトリウム 15% + 重曹 6% + V.C 1%

の脂質の初期酸化を POV と TBA 値を指標として評価を行った。また、魚肉(普通肉と血合肉)の肉色の変化を観察した。

②シイラ シイラ漬け等で漁獲されたシイラ(約 2~4 kg)を 1 試験区当たり 1 尾用いた。実験方法はマサバと同様に行った。シイラは解凍のドリップが非常に多く出るため、ドリップ抑制方法について主に試験を行った。試験に用いた食品添加物溶液の種類

と濃度は表 5 に示した。

a. 単一溶液の効果試験 マサバの濃度別試験により注入効果の認められた溶液と濃度を採用した。

b. 混合溶液の効果試験、退色保持試験 塩類と pH 調整剤と抗酸化剤の組み合わせによる効果を検討した。また抗酸化剤の肉色退色抑制効果の検討も合わせて行った。

③ヨコワ 大中小型まき網で漁獲されたヨコワ(約 2

表 6. ヨコワに用いた食品添加物の種類と濃度.

a. 単一溶液の効果試験.

溶液の種類と濃度
食塩 15%
重曹 5%
グリシン 10%
V.C 1%
食塩 15% + 重曹 5% + V.C 1%

b. 脂質酸化抑制、退色保持試験.

溶液の種類と濃度
V.C 0.1%
V.C 0.5%
V.C 1%

kg)を1試験区当たり1尾用いた.実験方法はマサバと同様に行った.特にヨコワの品質は魚肉色調と脂質酸化が重要であると考え以下の試験を実施した.試験に用いた食品添加物溶液の種類と濃度は表6に示した.

a. 単一溶液の効果試験 マサバの濃度別試験により注入効果の認められた溶液と濃度を採用した.

b. 脂質酸化抑制試験と退色保持試験 マサバと同様の方法で行った.

品質評価の測定法 加重ドリップ、破断強度、色調、pH、脂質酸化(TBA値、POV値)を測定した.加重ドリップはプラスチックシャーレの上に保水紙を置き、その上に円形(直径約25mm、厚み約10mm)に切り取った魚肉を置き、約90gの錘をのせて、5℃、2.5時間後のドリップ量を測定した.また、ドリップ量は使用した魚肉重量から単位重量当りの数値とした.破断強度は背肉を厚さ約10mmに切り取り、直

径5mmの円形プランジャーを装着したレオメーターを用いて破断強度を測定した.色調は普通肉と血合肉を写真撮影した.pHは背肉を2g秤取り、10倍の蒸留水を加え、ホモジナイズした溶液のpHを測定した.TBA値は可食部からクロロホルム・メタノール抽出法で全脂質を抽出後、比色法で測定した.POV値はHill's & Thiel's Method(比色法)により求めた.

結 果 と 考 察

I. 注入に対する原魚の適性について ニギスなどの皮の薄い魚や皮に損傷のある魚では注入中に溶液が体外に流失し、注入することができなかった.また、皮のやや薄いマアジ、マサバでは、注入速度が速すぎると、溶液が皮の1部分にだけ入り、水脹れ状態になる個体もあったが、注入速度をおとすことで比較的容易に注入できた.一方、皮が厚く丈夫なシイラ、アマダイなどは容易に注入することができた.シイラフィレーへの注入では、一部は定着するが、切断面からの流出量も多かった.

これらのことから、注入に対する原魚の適性は、ラウンドでは皮が厚く強度が強いほど注入が容易であり、適性が高いと考えられた.また、原魚の形態では、ラウンドやドレスに注入適性が認められた.一方、フィレーへの注入は魚肉組織の硬さや魚肉の厚みなどにより注入量や注入箇所を検討する必要があると考えられた.

II. 食品添加物溶液の注入量と定着時間 塩化ナトリウム溶液注入後の残留量の変化を図1に、食品添加物溶液注入後の減少率を表7に示した.最大限の注入で約10cc(魚重に対し約10%)を注入したが、注入直後から溶液の逆流(流出)が起こり、3h後まで

表 7. 食品添加物溶液注入後の注入液の減少率^{*2}.

溶液の種類	0 ^{*1} -3 h	3-6 h	6-12 h	12-24 h	24-48 h
塩化ナトリウム 1%	1.73	0.15	0.06	0.03	0.01
リン酸塩 1%	0.89	0.24	0.06	0.02	0.00
グリシン 1%	1.46	0.23	0.03	0.01	0.00
トレハロース 1%	1.56	0.22	0.07	0.03	0.02
トランスグルタミナーゼ 1%	1.45	0.27	0.07	0.02	0.01
酢酸(原液)	2.00	0.20	0.07	0.02	0.02
イソアスコルビン酸ナトリウム 1%	1.50	0.24	0.00	0.07	0.00
日本酒(原液)	2.36	0.19	0.05	0.03	0.01

^{*1} 0 h の注入量は 10 g とした.

^{*2} 減少率 = [(×時間後の魚重量) - (×+3 時間後の魚重量)] / 3 時間

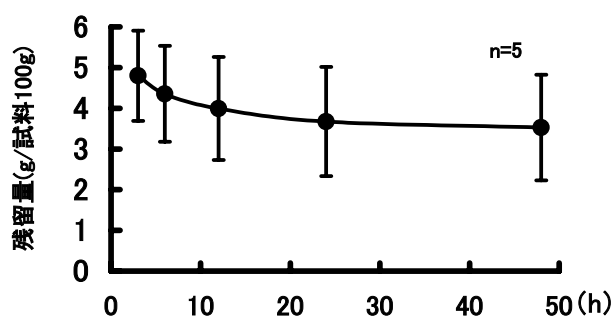


図 1. マアジへの塩化ナトリウム溶液注入後の残留量の変化。
(縦棒：±標準偏差, n: 調査に用いた個体数/試験区)

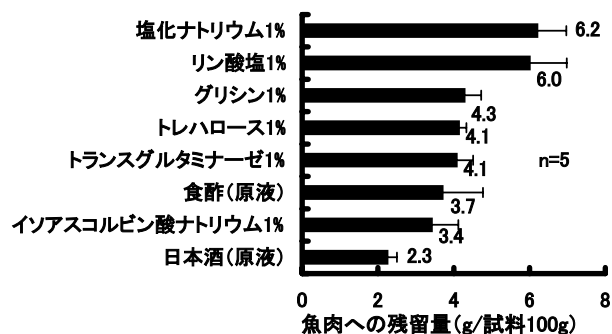


図 2. マアジへ食品添加物溶液注入 24 h 後の溶液の定着量。
(横棒：±標準偏差, n: 調査に用いた個体数)

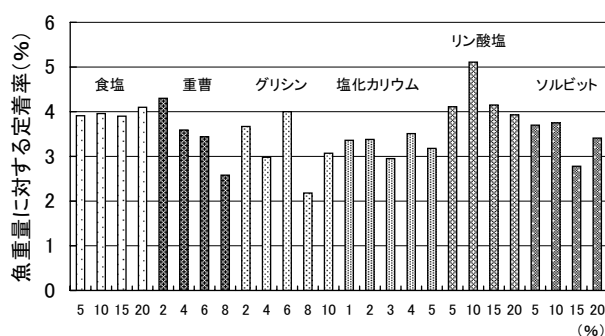


図 3. マサバへ溶液注入 24 時間後の定着率。

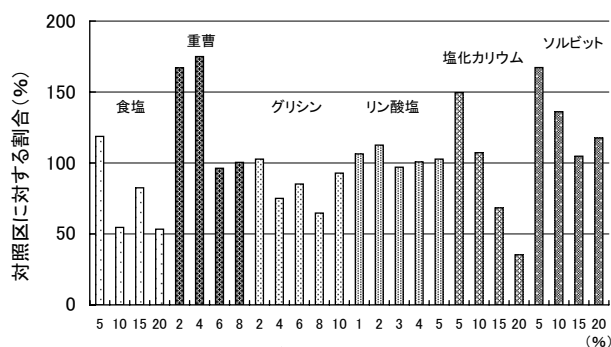


図 4. 24 h 後の加圧ドリップ。

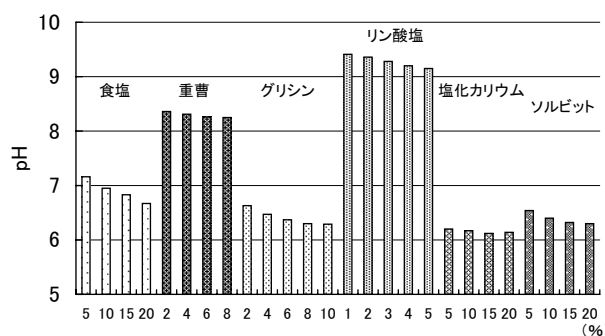


図 5. 食品添加物溶液の pH。

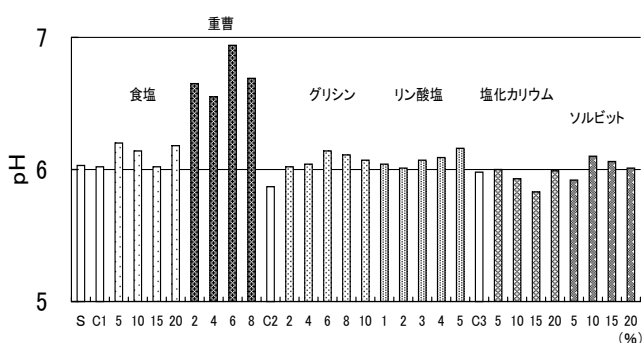


図 6. 注入 24 時間後の魚肉 pH。
(S, C1, C2, C3: 開始時, 対照区 1, 対照区 2, 対照区 3)

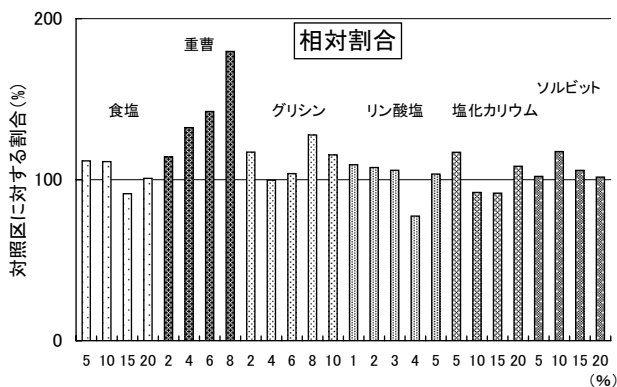


図 7. 溶液注入 24 時間後の破断強度。

に約半分近く流出し、その後、徐々に流出があるものの 24 h 以降で流出はほぼ止まり、残留量は一定となった。

図 2 に食品添加物溶液の注入 24 h 後の定着量を示した。定着量は食品添加物溶液の種類や個体差等により多少はあるものの、魚体重量に対して 3～6% 程度であった。

マサバを用いた試験でもマアジ同様、24 h 後に 3～4% の定着量が認められた。

Ⅲ. 冷凍前における食品添加物溶液の定着性と肉質改善効果 図 3 に 24 h 後の食品添加物溶液の定着率を示した。24 h 後の定着率は、およそ 2～5% でその

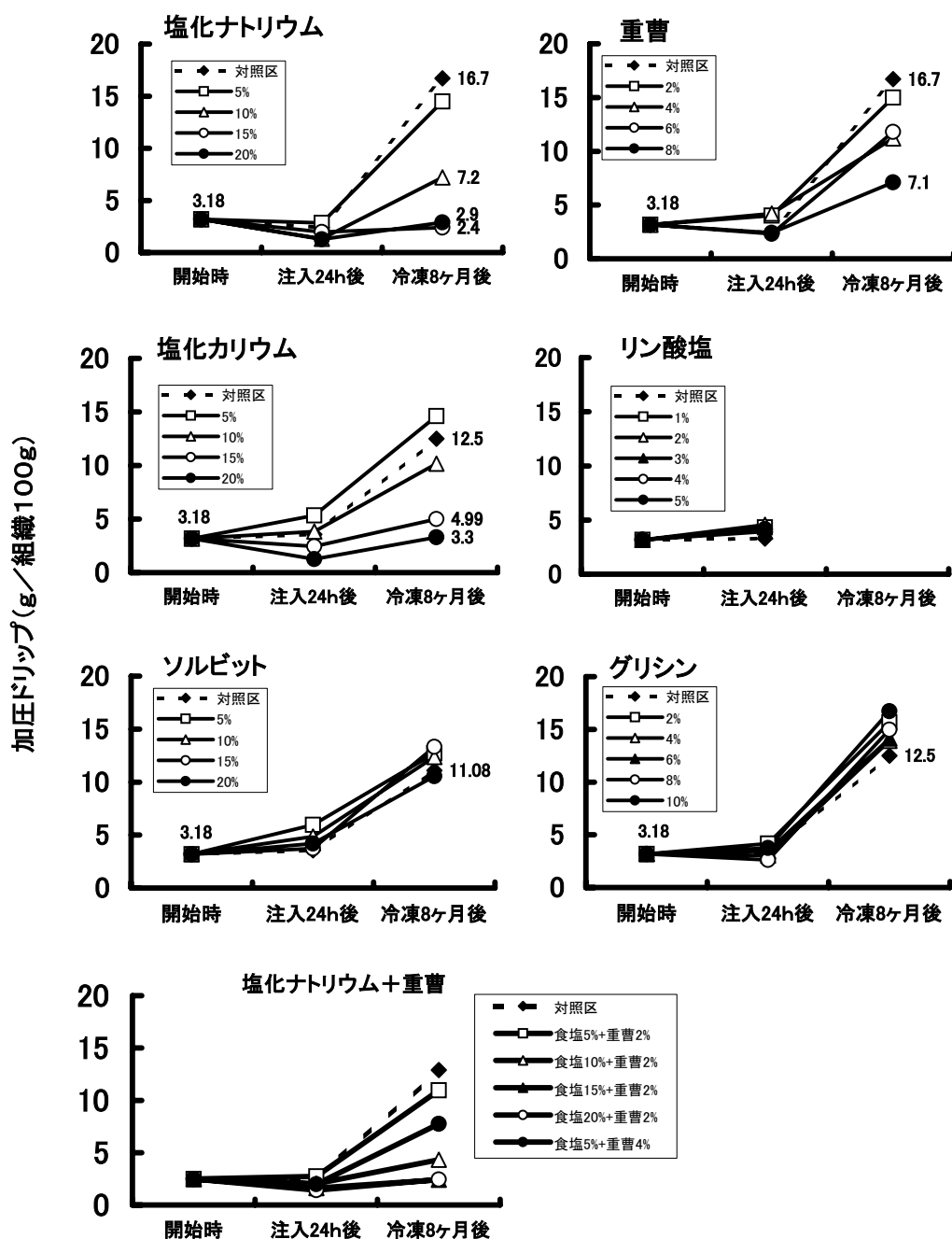


図 8. マサバの加圧ドリップ量の変化.

多くは3~4%であった。また、重曹試験区では高濃度になるにつれ定着率が下がり、注入しにくい傾向がみられた。

図4に溶液注入24h後の加圧ドリップ量を対照区を100%として、相対割合として示した。対照区と比較し、ドリップ量の減少(対照区に対して90%以下)が認められた試験区は、食塩10, 15, 20%, グリシン4, 6, 8%, 塩化カリウム15, 20%であった。特に食塩、塩化カリウムにおいて減少が大きかった。リン酸塩試験区では対照区に近いドリップ量であっ

た。重曹、ソルビット試験区では、低濃度試験区でのドリップ量が多かったが、高濃度試験区では対照区に近い量であった。

食品添加物溶液のpHを図5に注入24h後の魚肉のpHを図6を示した。注入前の食品添加物溶液のPHはリン酸塩と重曹はそれぞれ9~9.5, 8~8.5, 食塩は7前後、グリシン、ソルビット、塩化カリウムは6~6.5程度であった。注入24h後の魚肉のpHは重曹試験区のみ顕著に上昇した。図4, 5の結果より重曹が魚肉に浸透し、魚肉pHを改善する効果が高

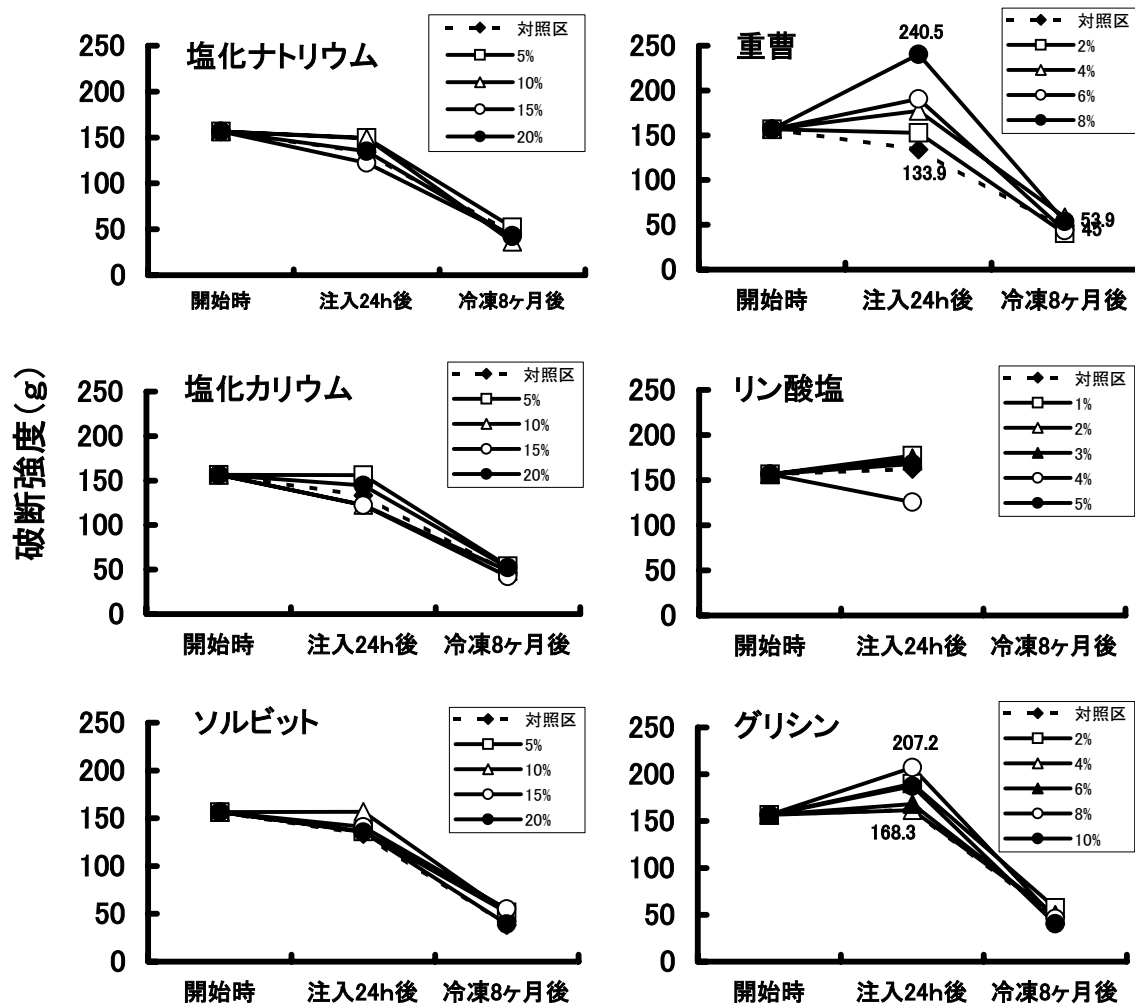


図9. マサバの破断強度の変化.

かった。

図7に24 h後の破断強度を示した。対照区と比較し、破断強度が高く(対照区に対して120%以上)なった試験区は、重曹4, 6, 8%, グリシン8%であった。特に重曹では試験濃度の上昇とともに破断強度も高くなり、魚肉の破断強度を改善する効果が高かった。また、そのほかの試験区は対照区に近い破断強度であった。

凍結前における溶液の浸透性と肉質改善効果は、溶液の種類により異なった。浸透性は分子量が小さいほど良い傾向にあったが、酢酸(食酢)やエタノール(日本酒)など蛋白変性を起こす物質では浸透性は低かった。また、塩類(塩化ナトリウム、塩化カリウム)はドリップ抑制効果が大きく、pH調整剤(重曹)は魚肉pHの改善と魚肉の破断強度を高める効果があった。

Ⅳ. 冷凍後における肉質改善効果 冷凍後の肉質改善効果を魚種別に検討した。

①マサバ

(1) 加圧ドリップ マサバへの食品添加物溶液注入後の加圧ドリップ量の変化を図8に示した。解凍時のドリップ抑制効果は、塩化ナトリウム、塩化カリウムのそれぞれ15%以上の試験区で開始時に近いドリップ量であった。また、同塩類のそれぞれ10%、重曹8%の試験区でややドリップをおさえる傾向が見られた。そして、塩化ナトリウム10%に重曹を2%混合することで高いドリップ抑制効果が認められた。

(2) 破断強度 マサバへの食品添加物溶液注入後の破断強度の変化を図9に示した。8%重曹試験区では注入24 h後の破断強度が上昇したが、解凍後には対照区と同様のレベルになった。グリシンでも同様な傾向が見られた。

(3) pH 溶液のpHを図10に、試験開始時から解凍後の魚肉pHの変化を図11に示した。6%以上の重曹の試験区で魚肉のpHを上昇させる効果が認められ

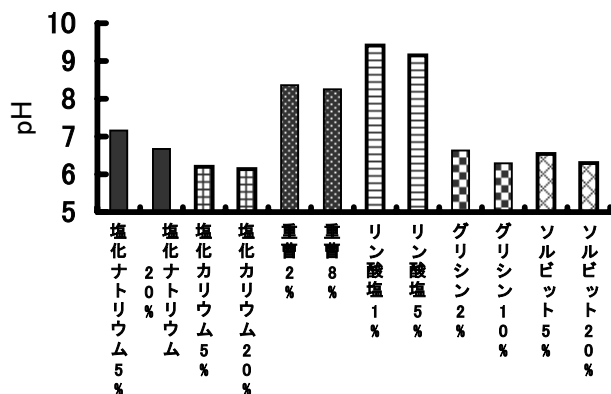


図 10. 食品添加物溶液の pH.

た. リン酸塩は, 溶液の pH は高いが魚肉の pH は上昇しなかった. このことは魚肉への浸透性が低いと思われる. 今回使用したリン酸塩はポリリン酸塩であったため, 分子量が大きく浸透性が低いことによると考えられた.

(4)脂質酸化抑制, 退色防止 総脂質の POV 値, TBA

値を図 12 に示した. POV 値では対照区と比べ違いがほとんどみられなかったが, TBA 値では 0.5% の試験区でもっとも酸化抑制効果が高かった. 肉の色調は血合肉, 普通肉ともに対照区と比べ顕著な違いは認められなかった.

(5)官能調査 魚肉を焙焼し, 味覚調査を行った. 塩化ナトリウム 20% では塩辛く, 15% で程良い塩加減, 10% は薄い感じであった. 塩化カリウムでは独特の苦みを感じた. 重曹は焼くと対照区に比べしっかりとった焼き上がりであった.

②シイラ

(1)加圧ドリップ 単一溶液注入後の加圧ドリップの変化を図 13 に混合溶液注入後の加圧ドリップの変化を図 14 に示した. 単一溶液試験では塩類, 重曹で効果がやや効果が認められた. 混合溶液試験では 3 種類とも高いドリップ抑制効果を示した.

(2)pH 溶液の pH を図 15 に, 試験開始時から解凍後の魚肉 pH の変化を図 16 に示した. 注入前の溶液の pH は重曹単一溶液がもっとも pH が高かった

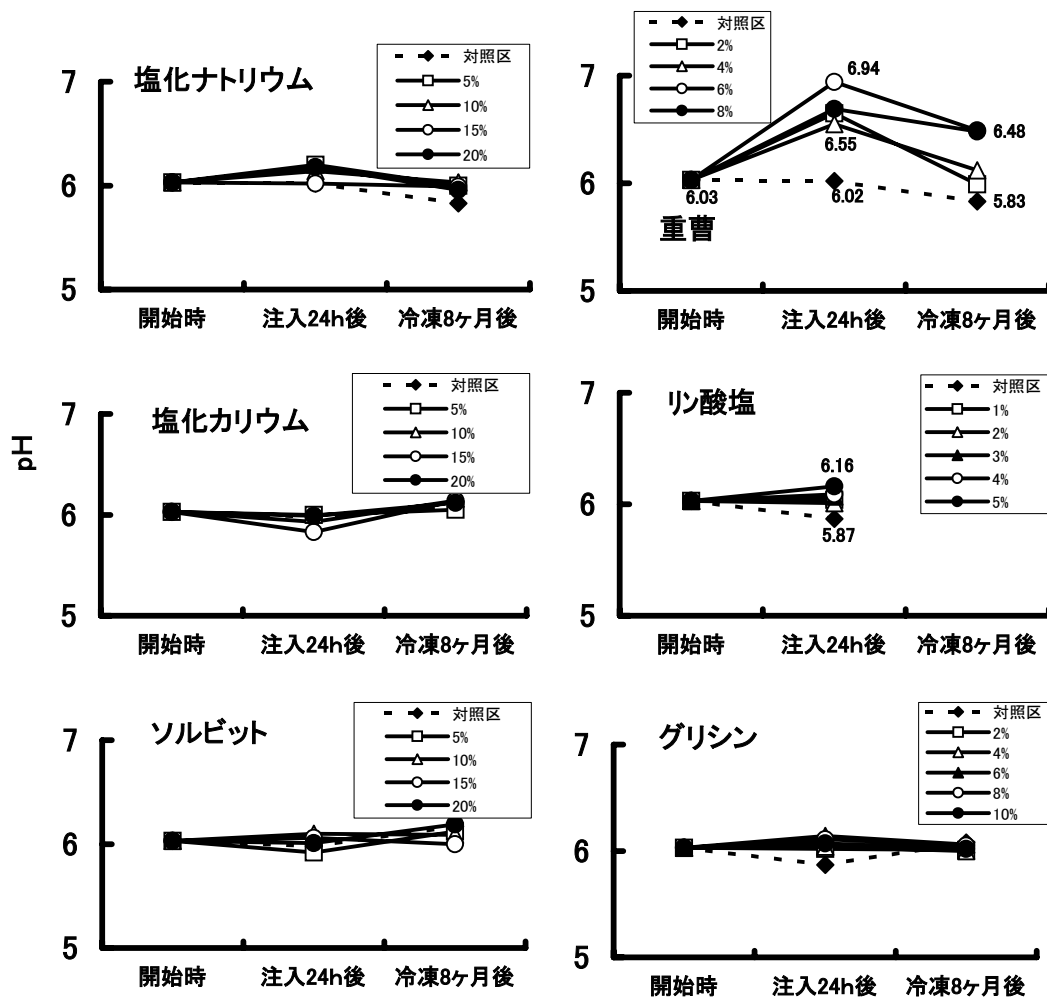


図 11. マサバの pH の変化.

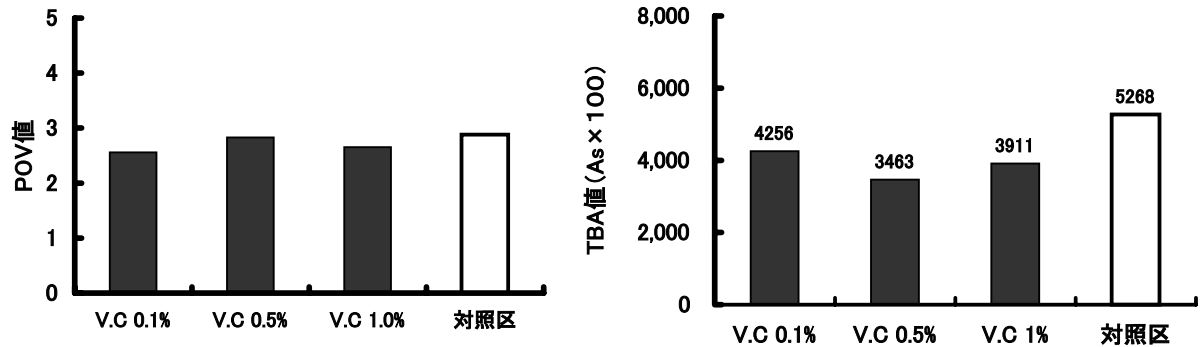


図 12. マサバに対する脂質酸化抑制効果.

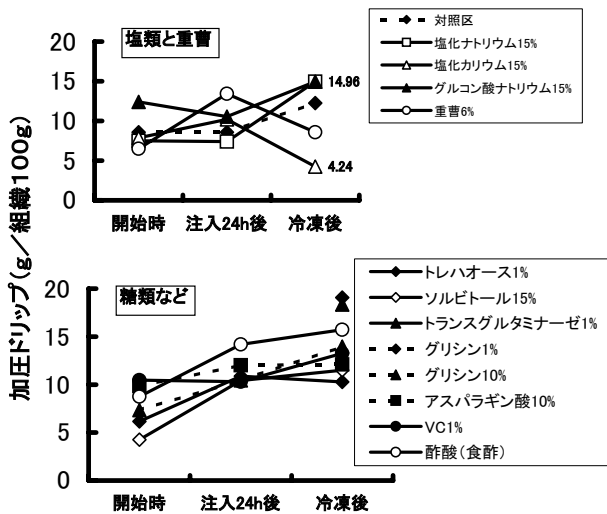


図 13. シイラへの食品添加物溶液(単一)注入後の加圧ドリップの変化.

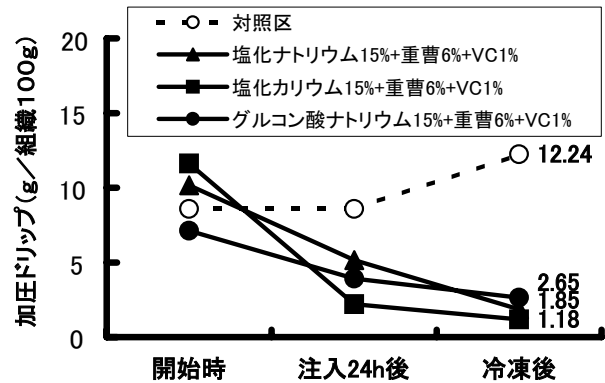


図 14. シイラへの食品添加物溶液(混合)注入後の加圧ドリップの変化.

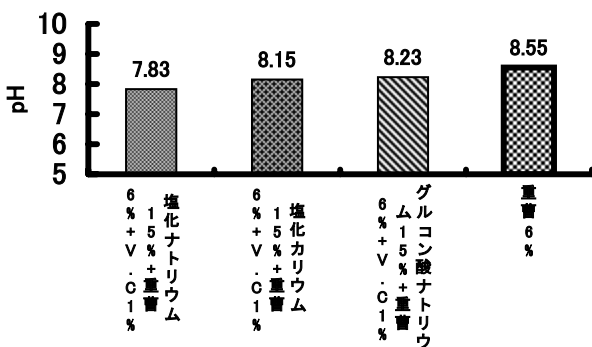


図 15. 食品添加物溶液の pH.

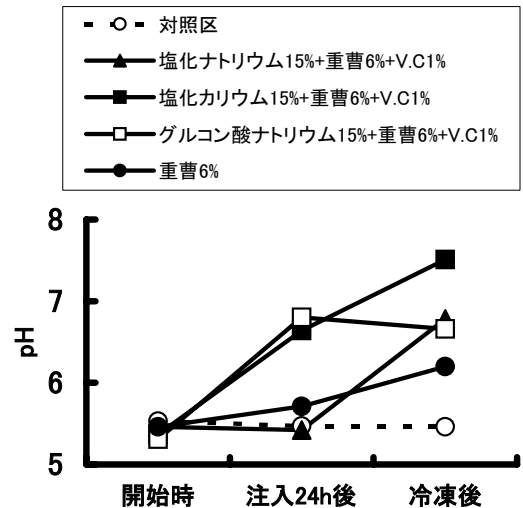


図 16. シイラへの食品添加物溶液注入後の pH の変化.

が、凍結後の魚肉の pH は混合溶液の方が pH を上昇させる効果が高かった. シイラの魚肉 pH は死後大きく低下するため, pH を改善することが肉質を保持する一つの大きな要因ではないかと考えられた.

(3) 退色保持 V.C の入った混合溶液で普通肉および血合肉の退色保持効果が認められた. (図 17, 18) ただし, 血合肉には効果のない部分もあり, 効果にばらつきがあった.

(4) 官能調査 塩類はサバの結果と同様であった. 特に重曹添加区の試料を焙焼したとき他試験区と比べしっとりとした食感となった. グリシンは甘味が付与され, シイラ魚肉の酸味を和らげる効果があった.

③ヨコワ

(1) 加圧ドリップ 加圧ドリップの変化を図 19 に示

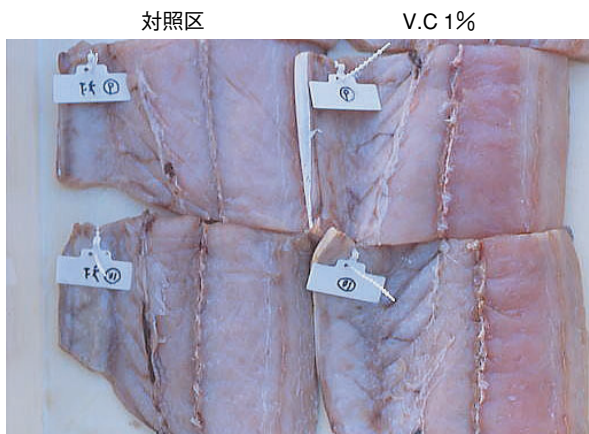


図 17. シイラの肉色保持効果 (普通肉).

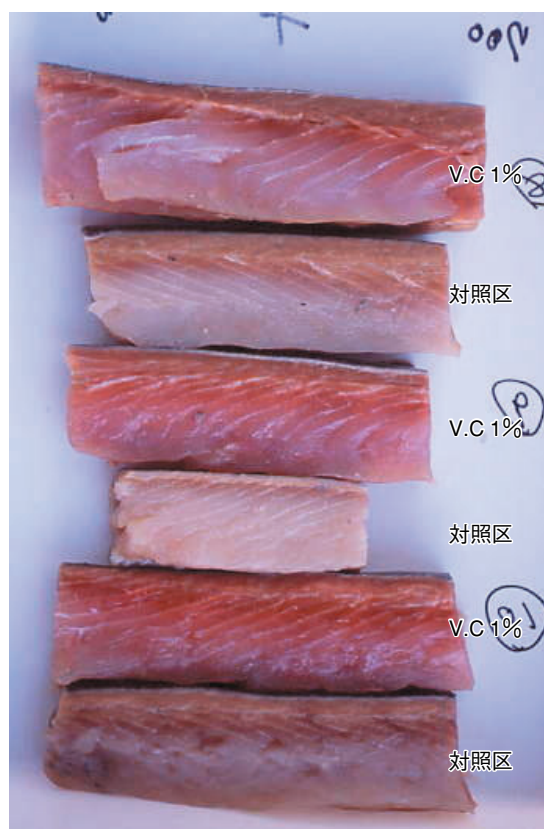


図 18. シイラの肉色保持効果 (血合肉).

した. 塩化ナトリウムを含む溶液で効果が認められた.

(2) pH 試験開始時から解凍後の魚肉 pH の変化を図 20 に示した. 重曹注入試験区で魚肉 pH の改善が認められた.

(3) 脂質抑制, 色調退色防止 総脂質の POV 値, TBA 値を図 21 に示した. マサバと同様 POV 値ではあまり差がみられなかったが, TBA 値では対照区よりも

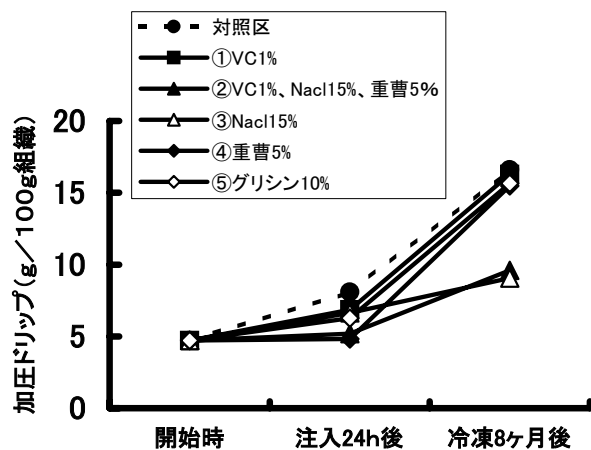


図 19. ヨコワへの食品添加物溶液注入後の加圧ドリップの変化.

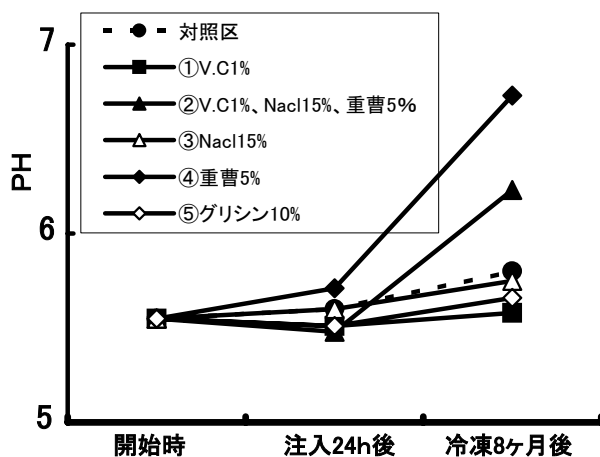


図 20. ヨコワへの食品添加物溶液注入後の pH の変化.

V.C 試験区が低い傾向にあった. 特に 0.5% がもっとも低かった. V.C の入った溶液で血合肉の退色保持効果がみられた. (図 22)

(4) 官能調査 塩類はサバ, シイラと同様であった. グリシンもシイラと同様ヨコワの酸味を和らげた.

凍結後の魚肉の改善効果として, 塩類溶液 (塩化ナトリウム, 塩化カリウム) は, 解凍後のドリップを抑制する効果が高かった. また, シイラでは重曹を混合することでその効果がより安定した. pH 調整剤溶液 (重曹) は魚肉 pH を改善し, 焙焼時の保水力を高めた. 抗酸化剤溶液 (イソアスコルビン酸ナトリウム) はヨコワの血合肉およびシイラの普通肉, 血合肉の赤味保持効果を示した. また, 脂質酸化抑制効果も認められた. アミノ酸溶液 (グリシン) は魚肉へ甘味を付加し, シイラ, ヨコワ元来の酸味を和らげる効果があった.

今後の課題及び解決策 水産業界ではインジェク

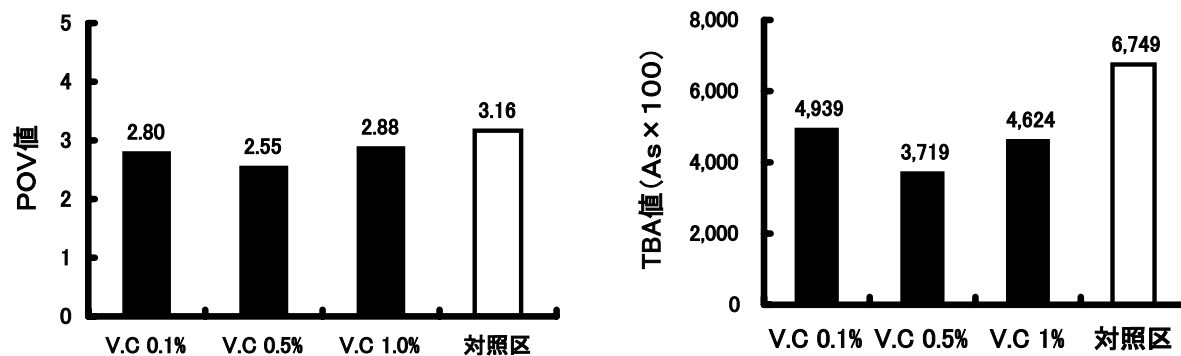


図 21. ヨコワに対する脂質酸化抑制効果.

対照区



V.C 1% 区, 凍結 2 ヶ月後

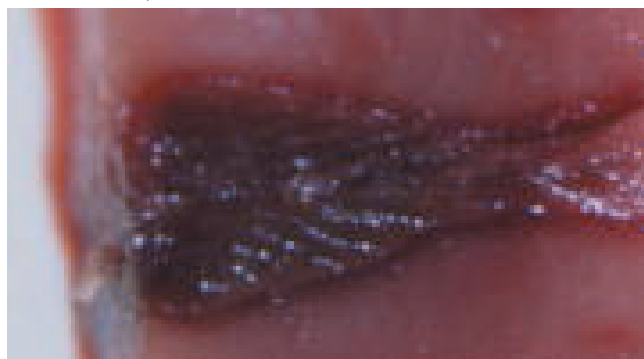


図 22. ヨコワの肉色保持効果 (血合肉).

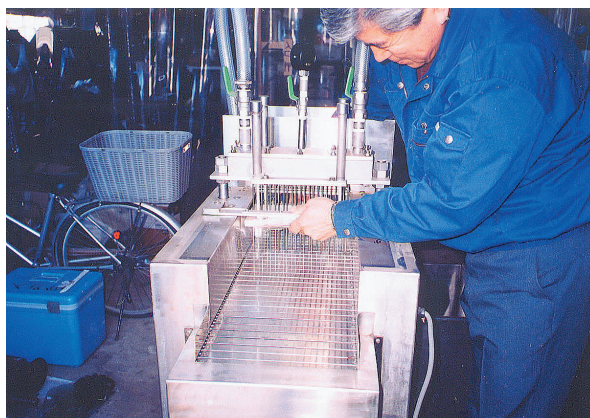


図 23. インジェクター機.

ション技術は、使用法や効果が未解明で、また機器 (図 23) も比較的高価格 (約 250 万円) であるため普及していない。しかしながら今回の研究結果は本技術の有効性を示唆するものであった。今後、本技術を実用化するためには、小型試験機による製品開発と品質評価を実施し、効果の検証をおこなうとともに市場での評価が必要である。また、本技術の効果をさらに高めるために、溶液注入後に真空環境におくなどの溶液浸透促進技術や低温下での溶液の溶解

度を高める技術の開発などが必要である。

従来の水産加工技術への利用法としては、重曹液に浸漬することで魚肉のテクスチャーを改善したり、糖類の代わりにグリシンを利用がすることなどが考えられる。

謝 辞

本研究にご協力頂いた島根県水産試験場の大賀悦子臨時職員はじめ関係各位に深く感謝します。

文 献

- 1) 須山 三千三・鴻巣 章二 (1993) 水産食品学, p.168-218.
- 2) 大泉 徹 (2000) 魚肉中への食塩およびソルビトールの浸透特性の比較. 第 40 集水産物利用に関する共同研究. 26-33.
- 3) 大泉 徹 (2002) 浸漬と低温貯蔵による魚肉フィレー中の糖含量の調節. 第 42 集水産物利用に関する共同研究. 27-33.