

1. 水産物流通加工技術高度化支援事業

原 修・岡本 昭・桑原 浩一
大迫 一史・瀬川 慎・後藤 孝二

I. 水産物流通加工技術の普及・指導

本県水産加工業の振興を図るため、水産加工開発指導センターの施設・機器等の利用、研修会の開催、巡回指導等を通じて、加工業者等への技術指導・支援を実施した。

技術相談や施設利用等の状況、研修会の開催について表1～3に示した。本年度製造技術を確立し、事業化を検討している商品は、海藻ペーストを用いた加工品、サメ肉を用いたジャーキー、魚醤油を用いた調味液、海藻ゼリー等7商品あった。

また、水産加工技術指導体制を確立するため、(社)長崎県水産加工振興協会を支援した。

II. 水産加工開発指導センターの利用に関するアンケート

水産加工開発指導センターの開放実験室制度は平成9年度より本格的に実施されているが、今後の制度の在り方を検討する資料としてアンケート調査を実施した。

方 法

アンケートの内容は表4のとおり。アンケートは(社)長崎県水産加工振興協会の会員186名に郵送して行った。

結 果

アンケート結果を表4に示す。回答数は96、回収率は52%であった。

水産加工開発指導センターの開放実験室制度は広く認知されているものの実際に利用した業者の割合は28%にとどまっている。

利用の主なメリットとして研究員からの適切なアドバイス、機械の利用、新商品の開発があげられ、それによって商品開発できたまたは基礎が得られたとする回答は60%であった。

一方、利用していない理由として、遠隔地にあること、制度を知らなかったことで67%を占めた。

今後、水産加工開発指導センターに望むこととして、商品開発につながる研究、新しい商品の開発の他水産加工に関する基礎的な研究、流通ルートに関する情報、行政の支援情報等が求められた。

III. 魚介類の高度品質保持技術開発事業

昨年度に引き続きブリ類の「身やけ」の原因究明と防止対策を実施したが、詳細については技術開発のための共同研究の項に記載する。

(担当：岡本)

表1 技術相談・施設利用等の状況

区 分	漁村加工	企業加工	その他	合 計
技術相談 (うち施設利用)	102件 (64件)	288件 (256件)	60件 (18件)	450件 (338件)
研 修 会	17回			
巡 回 指 導	15回			
来 所 者	2,087人			

表2 主な施設利用

項目	利用者	内容	主な利用機器等
製品開発試験	加工業者（諫早市）	レトルト商品の開発	レトルト
	加工業者（長崎市）	魚類残滓の有効利用のための加工品試作	蒸煮機、真空播漬機
	地区婦人部（長崎市）	ワカメ麺の試作	スタファー
	加工業者（西海市）	冷凍すり身の物性把握	レオメーター
	加工業者（長崎市）	節類の遠赤燃焼試験	焙燃機
	加工業関係団体（長崎市）	冷凍試験	急速凍結機
	加工業者（長崎市）	海藻類の粉末化	パワーミル
	加工業者（長崎市）	低未利用魚の乾製品の開発	冷風乾燥機
品質管理	加工業関係団体（長崎市）	塩分濃度の測定	塩分計
	加工業者（長崎市）	イカ塩辛中の混入物の確認	実体顕微鏡
	加工業関係団体（長崎市）	A Vの測定	ロータリーエバポレーター
	加工業者（長崎市）	生菌数測定	恒温機

表3 主な研修会の開催

月	主な研修者	人数	場所	主な研修内容
4	漁協	35	小佐々町	魚介類の鮮度保持技術
	地区婦人部	20	総合水試	昆布麺の製造法（2回）
6	漁協	7	西有家町	魚醤油製造法
	水産高校	4	総合水試	魚醤油製造法
	加工業者	13	長崎市	最近の研究の状況と新製品開発について
7	漁協	13	新魚目町	トビウオの加工について
	行政関係者	3	総合水試	魚介類の鮮度保持技術
8	加工業者	18	五島市	藻食魚の食品利用への展開
	加工業者	14	対馬市	魚介類の鮮度保持技術
10	漁協婦人部	15	総合水試	蒲鉾の製造について
	水産高校	4	総合水試	魚醤油製造法
11	漁協	1	総合水試	水産加工基礎研修
2	加工業者	41	総合水試	水産加工技術研修会
3	漁協	47	平戸市	魚介類の鮮度保持技術（出前水試）
	漁協	20	松浦市	加工技術指導

表4 水産加工開発指導センターの利用に関するアンケート調査結果

設 問	回 答	回答数	うち離島地区	回答割合
I. 加工開発指導センターの開放実験室制度をご存じでしたか。	1. 知っていた。	66	19	70%
	2. 知らなかった。	28	6	30%
II. 開放実験室は、平日の午後9時までや休日も同様に利用できることをご存じでしたか。	1. 知っていた。	32	7	34%
	2. 知らなかった。	63	18	66%
III. 実際に開放実験室を利用したことがございますか。	1. ある。	27	5	28%
	2. ない。	68	21	72%
III-1. 実際に利用されたことのある方にお聞きします。利用された理由を教えてください。(複数回答可)	1. 無償で新しい機械を利用することができる。	14	1	18%
	2. 研究員から技術上の適切なアドバイスがある。	22	4	29%
	3. 普段から接しているので利用しやすい。	7	2	9%
	4. 水産加工振興協会等から勧められた。	4	0	5%
	5. 新商品を開発したい。	14	5	18%
	6. いろいろな情報を得られやすい。	8	1	10%
	7. 新しい技術を習得したい。	8	2	10%
	8. その他;	0	0	0%
III-2. 実際に利用されたことのある方にお聞きします。利用されて商品化に結びついたのでしょうか。	1. 実際の商品になった。	5	2	19%
	2. 商品開発の基礎が得られた。	11	1	41%
	3. 残念ながら商品開発に結びつかなかった。	11	1	41%
III-3. 実際に利用されたことのない方にお聞きします。利用しない理由を教えてください。(複数回答可)	1. 遠隔地である。	43	21	43%
	2. 利用したい設備、機械がない。	4	0	4%
	3. 制度のあることを知らなかった。	24	7	24%
	4. 適切な情報が得られないと思う。	3	1	3%
	5. 敷居が高い。	7	2	7%
	6. 技術の流出が心配。	2	1	2%
	7. 新規技術を学ぶ必要がない。	1	0	1%
	8. その他	15	2	15%
IV. 今後、加工センターに望まれることは何でしょうか。(複数回答可)	1. 水産加工に関する基礎的な研究。	26	6	13%
	2. 商品開発につながる研究。	53	12	25%
	3. 新しい商品の開発。	36	12	17%
	4. デザイン等包装形態。	23	10	11%
	5. 流通ルートに関する情報。	26	10	13%
	6. 行政の支援情報。	26	7	13%
	7. 経営コンサルティング。	8	2	4%
	8. その他	10	4	5%

2. 低・未利用水産資源利用技術開発事業

大迫 一史・桑原 浩一

1. コシナガの栄養成分調査

カツオ・マグロ類には、他の魚種と比較して大量にDHAが含まれ、このことがこれら魚種の付加価値を高める結果になっている。

カツオ、マグロ類に大量のDHAが含まれることの原因のひとつに、これらが高度回遊を行い、燃焼効率のよいモノエン酸や飽和酸が優先的に消費され、結果的に燃焼効率の悪いDHA等の高度不飽和脂肪酸が蓄積されることが挙げられている。

コシナガは、高度回遊を行う魚類のひとつであるが、栄養成分に関する知見はなく、このため、消費者に馴染みが薄く、このことが、魚価を低下させる一因にもなっている。

よって、今回は、コシナガの栄養成分についての検討を行なったのでここに報告する。

実験方法

供試魚 長崎魚市場に水揚げされたコシナガを用いた。(全重量 2517.1±630.5g, 尾叉長52.8±4.0cm)

粗脂肪含量の抽出 冷蔵状態で入手した供試魚は、全重量および尾叉長を測定後、背部普通肉、肝臓、幽門垂およびその他の内臓に分別後、クロロホルム溶液を入れて窒素封入し、密閉して-70℃に保存した。分析は順次行なった。粗脂肪の抽出はFolchらの方法で行なった。

脂質の分画 各部位の粗脂肪は、表1の溶媒を用いて分画した。

脂肪酸組成の分析 粗脂肪30mgをメタノリシスした後、シリカゲルで精製し、ガスクロマトグラフで分析した。

脂肪酸の測定 得られたメチルエステルは、ガスクロマトグラフ(GC-17A, 島津製作所)をもちいて分析した。

実験結果

コシナガの粗脂肪含量および脂質クラス 供試したコ

シナガの粗脂肪含量を表2に示した。

粗脂肪含量は、幽門垂が最も高く(9.5%)、次いで肝臓(6.1%)で、筋肉中の粗脂肪含量は低かった(4.4%)。組織に関わらず、粗脂肪中の主要成分はトリアシルグリセロールであった(26.8-62.3%)。次に、リン脂質であるホスファチジルエタノールアミン(5.6-12.0%)およびホスファチジルコリン(5.8-13.8%)が高い値を示した。肝臓、幽門垂、およびその他の内臓中に若干量の遊離脂肪酸が認められた(肝臓、幽門垂、およびその他の内臓で、それぞれ、10.9, 21.9, および12.6%)が、これは代謝途中のものであると思われる。

コシナガの脂肪酸組成 コシナガ中の脂肪酸組成を表3-6に示した。全脂質中の脂肪酸では、部位に関わらず比較的高含量のEPA(4-7%)およびDHA(12-20%)含量が認められたが、なかでも筋肉中のDHA含量は高かった(20%)。トリアシルグリセロール中の脂肪酸組成では、幽門垂中のDHA量(17%)が他(11-14%)に比較して若干高い値を示した。ホスファチジルエタノールアミンおよびホスファチジルコリン中の脂肪酸組成では、飽和酸(31-44%)および高度不飽和脂肪酸(30-52%)が全脂質中やトリアシルグリセロール中のそれに比較して高い含量を示し、これらが膜の流動性に関与していることが窺われた。また、筋肉リン脂質中の高度不飽和脂肪酸量は、他部位のリン脂質中のそれに比較して際立って高い値を示した。

以上のことをマグロ・カツオ類と比較すると、EPAおよびDHA含量に遜色は無い。また、幽門垂は本魚が低・未利用魚であるうえに加工残滓であるが、これはEPAおよびDHAの貴重な供給源であることがわかった。

まとめ

1) コシナガ肉中には、他のマグロ・カツオ類に比較

して遜色無いDHA および EPA が含まれている。

(担当：大迫)

II. コシナガジャーキーの開発

一般に、低・未利用魚の有効利用法にはかまぼこ原料としての利用が現実的であり、実際、雑魚すり身などとしてこれらは流通している。一方、低・未利用魚のなかでも高速回遊性魚類については、季節的に大量に漁獲されるものの有効な利用法が無いのが実態である。このような観点から、我々はこれまでに、ハガツオ、ゴマサバ等を利用したガラス状食品や醗酵食品について、その技術開発を行なって来ており、これらの一部は既に市販されている。

今回、我々は、コシナガを用いたジャーキー様食品について、これの製法を確立した。

製法は以下のとおり

採肉（肉の繊維を出来るだけ壊さないように筋肉部を取り出す。採肉機を用いる場合は、孔径の大きいものを使用する。）

↓

5倍量の冷水中で3回洗浄（浮上してくる油脂を取り除く。）

↓

脱水（マニュアル、遠心脱水、または加圧脱水）

↓

魚肉に対して1%の食塩、0.1%グルタミン酸ナトリウム（その他調味料もこのタイミングで混ぜる）を、筋肉繊維ができるだけ壊れないように混ぜ、その後、トランスグルタミナーゼ製剤（アクティバ TG-B粉まぶし）を1%添加する。

↓

トレイ等を用いて厚さ2-3mmくらいまで押さえつけて延ばす。

↓

温風乾燥（40-50℃、3-7時間）を行い、乾燥させる。

↓

真空包装

↓

80℃で、30分間加熱

↓

製品

表1 分画に用いた溶媒

	溶媒	割合 (vol/vol)	溶媒量 (ml)	脂質クラス
フラクシ ンNo	1 ジクロロメタン : ノルマルヘキサン	= 2 : 3	300	ステリルエステル
	2 ジクロロメタン		400	トリアシルグリセロール
	3 ジクロロメタン : ジエチルエーテル	= 35 : 1	360	トリアシルグリセロール
	4 ジクロロメタン : ジエチルエーテル	= 9 : 1	300	ジアシルグリセロール
	5 ジクロロメタン : メタノール	= 10 : 1	330	ステロール類
	6 ジクロロメタン : メタノール	= 1 : 1	300	遊離脂肪酸
	7 ジクロロメタン : メタノール	= 1 : 5	300	ホスファチジルエタノールアミン
	8 ジクロロメタン : メタノール	= 1 : 20	315	ホスファチジルコリン

表2 コシナガ各部位の粗脂肪含量およびその脂質クラス(%)

	筋肉	肝臓	幽門垂	その他の内臓
全脂質	2.8	7.0	6.5	2.2
ステリルエステル	0.9	3.2	2.0	4.2
トリアシルグリセロール	62.3	42.8	37.0	26.8
トリアシルグリセロール, ジアシル グリセロール	11.3	11.5	13.9	17.0
ステロール類	1.2	2.9	9.2	2.3
遊離脂肪酸	2.3	10.9	21.9	12.6
ホスファチジルエタノールアミン	7.4	9.6	5.6	12.0
ホスファチジルコリン	9.1	8.8	5.8	13.8

表3 コシナガ全脂質中の脂肪酸組成(%)

	筋肉	肝臓	幽門垂	その他の内臓
C12:0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	1 ± 1
C14:0	1 ± 1	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C15:0	0 ± 0	1 ± 0	0 ± 0	8 ± 11
C16:0	21 ± 1	25 ± 3	22 ± 1	16 ± 9
C17:0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	3 ± 4
C18:0	10 ± 2	8 ± 2	11 ± 3	16 ± 4
C16:1 n-7	3 ± 1	3 ± 1	3 ± 1	2 ± 1
C18:1 n-9	21 ± 1	16 ± 5	16 ± 1	11 ± 6
C18:1 n-7	3 ± 0	3 ± 0	3 ± 0	2 ± 1
C20:1 n-9	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C22:1 n-11	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C22:1 n-9	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C24:1 n-9	1 ± 0	0 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C18:2 n-6	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C18:4 n-3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	1 ± 0
C20:4 n-6	3 ± 1	4 ± 1	6 ± 2	3 ± 2
C20:4 n-3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	2 ± 2
C22:4 n-6	0 ± 0	0 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C20:5 n-3	4 ± 1	7 ± 1	5 ± 1	4 ± 3
C22:5 n-6	2 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C22:5 n-3	2 ± 0	2 ± 1	2 ± 0	6 ± 7
C22:6 n-3	20 ± 1	19 ± 3	17 ± 3	12 ± 8
全飽和酸	33 ± 1	36 ± 1	36 ± 1	46 ± 4
全モノエン酸	29 ± 0	24 ± 2	24 ± 0	18 ± 2
ジエン酸	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
全ポリエン酸	31 ± 0	34 ± 1	33 ± 1	30 ± 3

表4 コシナガのトリアシルグリセロール中の脂肪酸組成(%)

	筋肉	肝臓	幽門垂	その他の内臓
C12:0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C14:0	2 ± 0	2 ± 0	2 ± 0	2 ± 0
C15:0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C16:0	21 ± 3	22 ± 1	21 ± 2	20 ± 3
C17:0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C18:0	10 ± 1	6 ± 1	8 ± 1	10 ± 1
C16:1 n-7	4 ± 1	5 ± 0	4 ± 0	4 ± 0
C18:1 n-9	28 ± 2	24 ± 1	23 ± 3	25 ± 1
C18:1 n-7	4 ± 0	4 ± 0	3 ± 0	3 ± 0
C20:1 n-9	2 ± 1	2 ± 0	1 ± 0	1 ± 1
C22:1 n-11	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C22:1 n-9	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C24:1 n-9	1 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	1 ± 0
C18:2 n-6	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C18:4 n-3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C20:4 n-6	2 ± 0	2 ± 1	2 ± 1	2 ± 1
C20:4 n-3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C22:4 n-6	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C20:5 n-3	3 ± 1	6 ± 0	5 ± 1	4 ± 1
C22:5 n-6	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C22:5 n-3	2 ± 0	3 ± 2	2 ± 0	2 ± 0
C22:6 n-3	11 ± 3	14 ± 1	17 ± 4	13 ± 2
全飽和酸	34 ± 1	31 ± 0	33 ± 1	34 ± 1
全モノエン酸	39 ± 1	35 ± 0	32 ± 1	35 ± 0
ジエン酸	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
全ポリエン酸	20 ± 1	27 ± 1	27 ± 1	23 ± 1

表5 コシナガのホスファチジルエタノールアミン中の脂肪酸組成(%)

	筋肉	肝臓	幽門垂	その他の内臓
C12:0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C14:0	0 ± 1	0 ± 0	0 ± 0	1 ± 1
C15:0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C16:0	10 ± 4	16 ± 0	8 ± 1	19 ± 7
C17:0	1 ± 0	1 ± 0	3 ± 0	2 ± 0
C18:0	22 ± 4	18 ± 2	19 ± 3	23 ± 4
C16:1 n-7	1 ± 1	1 ± 0	1 ± 0	2 ± 1
C18:1 n-9	9 ± 4	5 ± 1	6 ± 1	9 ± 4
C18:1 n-7	3 ± 0	2 ± 0	2 ± 0	3 ± 0
C20:1 n-9	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	1 ± 0
C22:1 n-11	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C22:1 n-9	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C24:1 n-9	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C18:2 n-6	1 ± 0	0 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C18:4 n-3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C20:4 n-6	7 ± 2	12 ± 1	16 ± 1	8 ± 3
C20:4 n-3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C22:4 n-6	0 ± 0	0 ± 0	1 ± 0	0 ± 0
C20:5 n-3	4 ± 0	8 ± 1	7 ± 1	5 ± 1
C22:5 n-6	2 ± 0	1 ± 0	3 ± 0	1 ± 1
C22:5 n-3	1 ± 0	1 ± 0	2 ± 0	1 ± 0
C22:6 n-3	36 ± 5	29 ± 2	23 ± 3	19 ± 7
全飽和酸	34 ± 2	36 ± 1	31 ± 1	44 ± 3
全モノエン酸	13 ± 1	8 ± 0	9 ± 0	15 ± 1
ジエン酸	1 ± 0	0 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
全ポリエン酸	49 ± 2	52 ± 0.7	52 ± 1	34 ± 2

表6 コシナガのホスファチジルコリン中の脂肪酸組成(%)

	筋肉	肝臓	幽門垂	その他の内臓
C12:0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C14:0	0 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 1
C15:0	0 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C16:0	30 ± 1	30 ± 1	31 ± 1	32 ± 5
C17:0	1 ± 0	1 ± 0	2 ± 0	1 ± 0
C18:0	3 ± 0	5 ± 0	7 ± 1	8 ± 1
C16:1 n-7	1 ± 0	2 ± 0	3 ± 0	3 ± 1
C18:1 n-9	12 ± 0	7 ± 1	16 ± 1	12 ± 1
C18:1 n-7	1 ± 0	2 ± 0	4 ± 0	4 ± 0
C20:1 n-9	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C22:1 n-11	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C22:1 n-9	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C24:1 n-9	0 ± 0	0 ± 0	1 ± 0	0 ± 0
C18:2 n-6	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C18:4 n-3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C20:4 n-6	4 ± 1	5 ± 1	7 ± 0	6 ± 1
C20:4 n-3	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0	0 ± 0
C22:4 n-6	0 ± 0	0 ± 0	1 ± 0	0 ± 0
C20:5 n-3	6 ± 0	12 ± 2	8 ± 1	13 ± 1
C22:5 n-6	2 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
C22:5 n-3	2 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 1
C22:6 n-3	35 ± 2	30 ± 2	12 ± 2	15 ± 4
全飽和酸	34 ± 0	37 ± 0	41 ± 0	44 ± 2
全モノエン酸	14 ± 0	11 ± 0	23 ± 0	18 ± 0
ジエン酸	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0	1 ± 0
全ポリエン酸	49 ± 1	48 ± 1	30 ± 1	36 ± 1

4. 水産加工ながさきブランド強化総合対策事業

桑原 浩一・大迫 一史

本県では水産加工品の品質向上および販路開拓を図るため、県独自の認定基準を有するブランド製品「長崎俵物」を制定しており、原料は県内産魚介類を基本としている。一方、県下各地では、磯焼け対策として駆除されているガンガゼをはじめ、マルソウダや傷のあるスルメイカなどの利用されていない水産資源が多数みられ、これらは廃棄あるいは養殖魚用の餌として処理されている。そこで、ガンガゼは生殖巣を凝固させたのちに苦味を除去した固形素材、マルソウダおよびスルメイカは肉部を利用したねり製品原料として利用する技術を確認し、水産資源の有効利用および付加価値向上を図る。平成16年度の本事業報告書³⁾において、特許出願予定であったため記載しなかった平成16年度の結果と平成17年度の結果を併せて報告する。

I. マルソウダ

方 法

肉糊の調製 ー50℃で凍結保管したマルソウダの頭および内臓を除去して採肉し、重曹あるいは食塩溶液でアルカリ塩水晒しを行い、加圧脱水した。水分が79%になるよう水道水および3%の食塩を加えて、高速カッターで3分間攪潰して肉糊とした。また一部はCa添加区とし、肉糊中にCaCl₂が10mMになるよう冷却した0.5M CaCl₂を加えた。なお、0.5M CaCl₂の添加量と水道水の添加量の合計は、前述の加水量と同量とした。

加熱ゲルの調製および物性の測定 肉糊は折径42mmの塩ビチューブに充填した。直接加熱ゲルは90℃で30分間加熱、予備加熱ゲルは30℃または40℃で30～180分間加熱、二段加熱ゲルは予備加熱後90℃で30分間加熱した。加熱後直ちに氷水中で冷却し、室温に戻したのち破断強度(gw)および破断凹み(mm)を測定し、両者の積をゼリー強度(gw・cm)とした。また、加熱ゲルを5mm幅の輪切りにしてろ紙で挟み、10kg/cm²

で1分間加圧し、加圧前の重量に対する減じた重量を圧出水分率(%)とした。

SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動(SDS-PAGE)

予備加熱ゲルを乳鉢で搗り潰し、SDS-尿素-メルカプトエタノール溶液を加えて、室温で30時間攪拌して溶解したのちに遠心分離(3,000rpm, 60分間)し、上澄みを3%アクリルアミド/0.5%アガロースを支持体とするミニスラブゲル²⁾を用いて電気泳動を行った。

結 果

予備加熱ゲルの物性 始めに、予備加熱がゲル物性に及ぼす影響をみるため、予備加熱ゲルの破断強度および破断凹みを図1および図2に示した。食塩のみ加えた場合、40℃の予備加熱では、時間が長くなるほど破断強度および破断凹みは低い値を示したのに対し、逆に30℃の予備加熱では、予備加熱時間が長くなるほど破断強度および破断凹みは高くなった。予備加熱時間が30および60分間では、40℃の破断強度および破断凹みは、30℃よりも高い値であったが、予備加熱時間が120および180分間になると、40℃よりも30℃の方が高い値となった。また、いずれの予備加熱条件においてもCa添加区は、食塩のみ加えた場合に比べて、破断強度および破断凹みは高い値を示した。圧出水分率を図3に示した。30℃では予備加熱時間が長くなると圧出水分率は低い値を示し、60分間以上では5%以下となり、高い保水力を有するゲルであった。逆に40℃では、予備加熱時間が長くなると圧出水分率は明らかに増加した。また、30℃ではCaの有無による影響は認められなかったが、40℃では食塩のみ加えた場合よりもCa添加区の方が、圧出水分率は低い値を示した。予備加熱がゲル物性や圧出水分率に及ぼす影響は、30℃あるいは40℃の予備加熱温度で異なったため、予備加熱ゲル中の多量化物および分解物を確認する目的で、SDS-PAGEを行った(図4)。なお、対照は食塩の

みを加えて搗潰した肉糊とし、いずれの条件においても SDS-尿素-メルカプトエタノール溶液にはほぼ100%溶解した。予備加熱ゲル中のミオシン重鎖 (HC) は、予備加熱条件に関わらず対照よりも明らかに少なく、さらに、予備加熱時間が長くなると痕跡程度となった。食塩のみ加えた40℃の予備加熱において、120分間以上の加熱では、アクリルアミド/アガロースゲル中に進入できない成分は認められず、HC分解物の総称である X1成分は予備加熱時間が長いほど増加したため、40℃では HC の多量化よりも分解の方が顕著に進行すると推測した。30℃の予備加熱においては、X1成分に変化は認められず、予備加熱時間が長くなるほど、アクリルアミド/アガロースゲル中に進入できない成分は増加したため、30℃では分解よりも多量化の方が、顕著に進行すると推測した。また30℃では、Caを加えた方が、HCの減少が著しいように思われた。

二段加熱ゲルの物性 予備加熱条件が異なる二段加熱ゲルの破断強度および破断凹みを図5および図6に示した。なお、対照は直接加熱ゲルとした。予備加熱時間が長くなるに従い破断強度は、30℃で予備加熱した場合は増加、逆に40℃では減少し、予備加熱ゲルの場合と同様な傾向を示した。また、予備加熱時間に関わらず破断強度は、30℃で予備加熱した方が40℃よりも常に高い値を示した。二段加熱ゲルの破断凹みは、予備加熱時間が長くなると、30℃ではやや高くなり、40℃ではやや低くなったが、予備加熱ゲルの場合ほど予備加熱時間による影響は顕著ではなかった。また、二段加熱ゲルの破断強度の場合と同様に、予備加熱時間に関わらず、30℃が40℃よりも常に高い値を示した。破断強度および破断凹みともに、対照の直接加熱ゲルに比べて、30℃で予備加熱した二段加熱ゲルでは高く、40℃の場合は低い値であった。このことから、マルソウダすり身のゲル物性を向上するための坐りの効果は、予備加熱30℃では認められるが、40℃では逆効果になると思われた。予備加熱の段階で効果を示した Ca の添加は、高温加熱後の二段加熱ゲルの物性にはほとんど影響せず、特に、30℃で予備加熱した場合の破断凹みは Ca の有無に関わらず近似した値を示した。

ゼリー強度の比較 予備加熱と二段加熱ゲルの物性を

比較するため、図1, 2, 5および6に示した食塩のみ加えた加熱ゲルの結果からゼリー強度を算出し、図7に示した。30℃では、予備加熱ゲルよりも二段加熱ゲルの方が高いゼリー強度を示し、これは、二段目の高温加熱により、破断強度および破断凹みともに増加したためである。40℃の30分間では予備加熱ゲルの方が二段加熱ゲルよりも高い値を示したが、予備加熱時間が60分間以上では予備加熱と二段加熱ゲルのゼリー強度は近似した値となった。これは、二段目の高温加熱により、破断強度はやや増加するものの、破断凹みは減少したことによる。スケトウダラでは25℃での予備加熱ゲルに比べて、予備加熱後高温加熱した方が、破断強度は高く、破断凹みは低くなることが報告³⁾されている。本試験のマルソウダの場合、40℃ではこれと同様な傾向を示したが、30℃では異なった。

マルソウダから調製した直接加熱ゲルの破断強度は335gw、破断凹みは8.2mmを示し、硬さが強調された食感であるが、多くの魚種で明らかにされている坐りの効果と同様に、マルソウダにおいても、30℃で予備加熱することにより、ゲル物性を改善する効果が認められた。

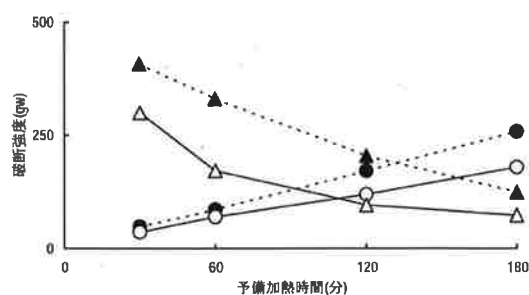


図1 マルソウダすり身から調製した予備加熱ゲルの破断強度 (○, ●), 30℃予備加熱: (△, ▲), 40℃予備加熱; 黒塗り, Ca添加区

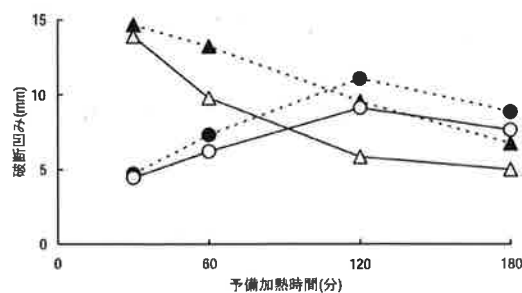


図2 マルソウダすり身から調製した予備加熱ゲルの破断凹み シンボルは図1と同じ

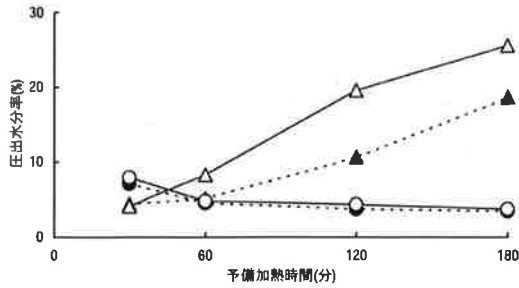


図3 マルソウダすり身から調製した予備加熱ゲルの圧出水分率
シンボルは図1と同じ

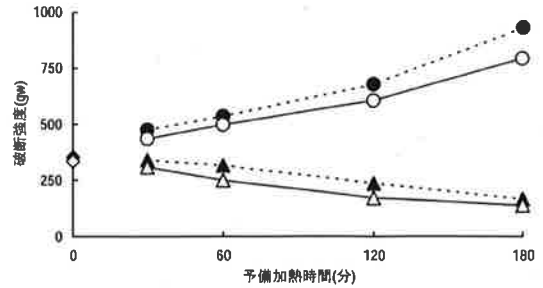


図5 マルソウダすり身から調製した二段加熱ゲルの破断強度
(◇,◆), 直接加熱ゲル; ◆, Ca添加区; その他のシンボルは図1と同じ

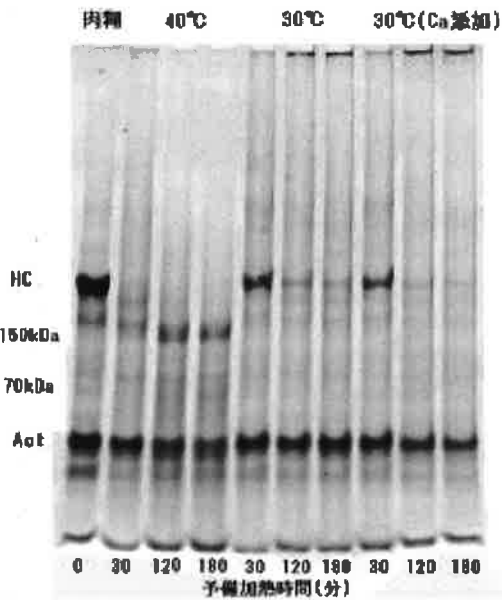


図4 マルソウダすり身から調製した予備加熱ゲルの SDS-PAGE

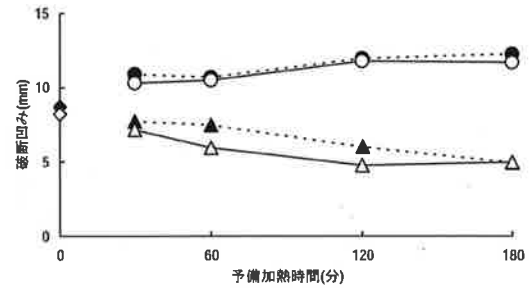


図6 マルソウダすり身から調製した二段加熱ゲルの破断凹み
シンボルは図5と同じ

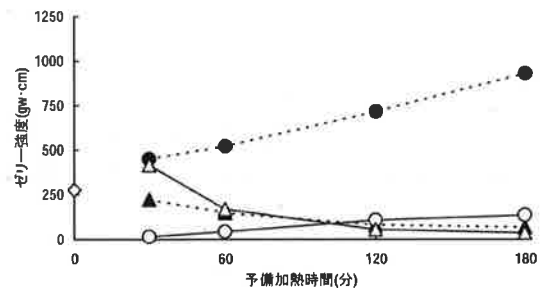


図7 マルソウダの予備加熱および二段加熱ゲルのゼリー強度
◇, 直接加熱ゲル; ○, 30℃予備加熱ゲル; △, 40℃予備加熱ゲル
●, 30℃二段加熱ゲル; ▲, 40℃二段加熱ゲル

II. ガンガゼ

方法

試料 ガンガゼの生殖巣50個体分をフードカッターで均一化し、 -50°C で凍結保管したものを試験に供した。

加熱凝固物の調製 生殖巣が所定の濃度 (W/W) となるよう水道水を加え、フードカッターで均一化させ、折径42mmの塩ビチューブに充填したのち 90°C で30分間加熱して凝固させた。凝固物の物性は、前述のマルソウダの加熱ゲルと同じ方法で測定した。

懸濁液の調製 ガンガゼ生殖巣に所定量の蒸留水またはクエン酸-リン酸緩衝液を加えて、ホモジナイズ(ポリトロン)したのち、ナイロンメッシュでろ過した。

濁度の測定 懸濁液0.1mlを所定の温度で予熱した6

ml容のスクリー管瓶で加熱し、所定時間経過したのちに氷水中に浸漬した。これに蒸留水3.2mlを加えて15時間振とう攪拌(アトー製 AE-3605)し、未凝固成分を含む上層の吸光値を測定(350nm)して濁度とした。

結果

生殖巣の凝固現象 生殖巣をそのままフードカッターで砕くとゾル状になり、 90°C で加熱すると凝固物となった。生殖巣濃度が50%になるよう水道水を加えて砕くと、液状になるが、 90°C で加熱すると希釈しない場合

と同様に凝固物となり、冷却しても凝固したままであった。液状にした生殖巣を遠心分離（20,000×g, 30分間）すると、表層に浮遊する脂質成分、中層の水溶性成分および不溶の沈殿物とに分けられた。それぞれを分別採取して90℃で加熱すると、中層の水溶性成分のみが凝固した。

生殖巣濃度と凝固物の物性 生殖巣濃度と凝固物の破断強度および破断凹みとの関係を図8に示す。生殖巣濃度が高いほど破断強度は高く、破断凹みはやや低い値となった。生殖巣濃度50%では、破断強度が約130 gw、破断凹みが約15mmを示し、破断強度は低いにも関わらず破断凹みは高い、滑らかな食感の凝固物であった。

加熱温度が凝固に及ぼす影響 凝固に適した条件を確認するため、試験管レベルでの凝固の指標を検討した。魚肉の筋原繊維タンパク質では可溶性の指標として、350nmでの吸光値（Mfの濁度）が用いられている。始めに、懸濁液中のガンガゼ生殖巣のタンパク質濃度と濁度が、有意な正の相関を示すことを確認した（ $P < 0.01$, $r = 0.99$ ）。そこで、生殖巣から調製した懸濁液を加熱したのちに、蒸留水を加えて凝固していない成分を懸濁させ、未凝固成分の濁度を測定し凝固の指標とした。この方法を用いて、生殖巣を蒸留水で50%に希釈した懸濁液の凝固温度を検討した結果を図9に示した。50および60℃で60分間加熱しても凝固せず、濁度は加熱する前とほぼ同じ値で推移した。70℃では15分間加熱すると凝固し、濁度は低下した。80および90℃では、瞬時に凝固し、2分間の加熱で濁度はほぼ0となった。生殖巣濃度50%での70℃は微妙な温度帯であり、弱い攪拌では凝固物であるが、試験管ミキサーで攪拌すると破壊される程度の脆い凝固物であり、生殖巣濃度50%での凝固温度は70~80℃の範囲にあると思われた。

凝固可能な生殖巣濃度 次に、凝固するために最低限必要な生殖巣濃度を明らかにするため、懸濁液を90℃で2分間加熱したのちの濁度から検討した。実際に凝固物を生産する場合を想定し、未凝固成分の攪拌には、前述の70℃で生成された凝固物が破壊された試験管ミキサーでの攪拌とした。懸濁液のpHを生殖巣のpH

に近い約6とした場合、生殖巣濃度35%までは凝固し、濁度は低い値であった。pHが6よりも低くなると、凝固可能な生殖巣濃度は高くなる傾向を示した（図10）。

ガンガゼ生殖巣を破碎し、加熱凝固物を調製する方法は、ガンガゼの食品素材化に、利用可能な現象と思われた。

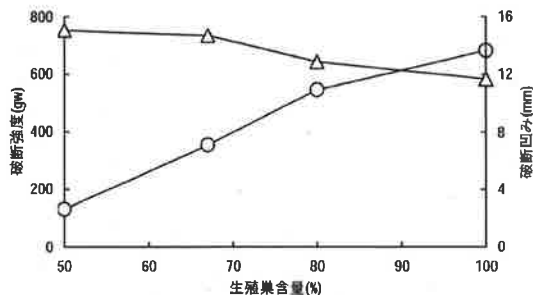


図8 ガンガゼ生殖巣から調製した凝固物の物性

○, 破断強度; △, 破断凹み

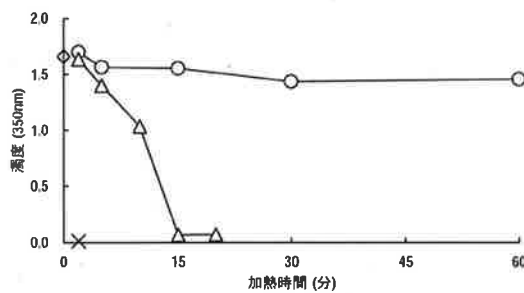


図9 ガンガゼ生殖巣から調製した懸濁液の濁度

◇, 未加熱; ○, 60℃加熱; △, 70℃加熱; ×, 80℃加熱

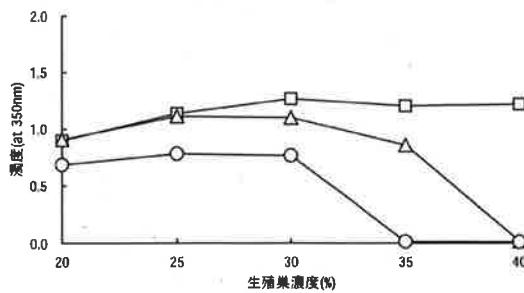


図10 生殖巣濃度が異なるガンガゼ懸濁液の濁度

□, pH 4.4; △, pH 5.1; ○, pH 5.8

Ⅲ. 傷のあるスルメイカ

方 法

試料 長崎県五島列島沿岸海域の定置網で漁獲され、急速凍結したのちに -50°C で3ヶ月間凍結保存したスルメイカを用いた。

筋原繊維タンパク質 (Mf) の調製と溶解の測定 ミンチ処理したイカ肉をホモジナイズし、 0.1M NaCl 、 20mM Tris-HCl ($\text{pH } 7.0$) で繰り返し洗浄して Mf を抽出した。Mf に所定濃度となるように、食塩、クエン酸ナトリウム (Na)、グルコン酸 Na あるいはコハク酸 Na を含んだ 20mM Tris-HCl ($\text{pH } 7.0$) 溶液を10倍量加えた。この Mf 懸濁液の 350nm における吸光値を測定し、Mf の濁度とした。予め、Mf 懸濁液の可溶化率と濁度が高い相関を示すことを確認し、Mf の濁度低下を溶解の指標とした。

ホモジネートの調製および自己消化試験 イカ肉の自己消化を検討するモデルシステムとして、イカ肉ホモジネートを調製した。ミンチ処理した外套膜肉を5倍量の 0.12M NaCl 、 24mM Tris-HCl ($\text{pH } 7.0$) 中でホモジナイズしたのち、ナイロンメッシュ (#35) を通過させた。ホモジネートに、所定の終濃度となるよう、2.5倍量の 20mM Tris-HCl ($\text{pH } 7.0$) を含む食塩、クエン酸 Na、グルコン酸 Na あるいはコハク酸 Na を加え、 25°C で5時間インキュベートした。インキュベートしたホモジネートに SDS 緩衝液を加え、直ちに沸騰水中で加熱することで自己消化を停止させた。

SDS-PAGE 自己消化の解析は、上記の SDS-PAGE 図形中に認められるミオシン重鎖 (HC) 量を定量することで行った。全てのバンドの総染色強度に対する HC の染色強度を相対値で示し、HC 含量とした。なお、スルメイカを用いた試験のいずれの条件においても、HC の多量化成分は確認されなかった。

結 果

Mf の溶解 食塩を対照として、クエン酸 Na、グルコン酸 Na およびコハク酸 Na が、Mf の濁度に及ぼす影響を図11に示した。1.5%以下の食塩では、Mf の濁度は高い値を示し、筋原繊維構造が保持されていることが分かる。食塩濃度を増加させていくと、Mf の濁度は低下し、約2%以上の食塩では、Mf は溶解し

た。これは、魚肉 Mf で報告されている濃度と、ほぼ同じであった。クエン酸 Na は、食塩と同様に Mf の濁度を低下させ、Mf を溶解することを確認した。また、Mf の溶解に必要な濃度は、食塩とほぼ同程度であった。グルコン酸 Na およびコハク酸 Na の場合も同様に、添加濃度が高くなると Mf の濁度は低下したが、Mf を溶解させるためには、グルコン酸 Na は約7%以上、コハク酸 Na は約4%以上が必要であった。これらの結果は3種の有機酸 Na には、食塩と同様に Mf 溶解作用があることを示している。3種の中ではクエン酸 Na が、最も低濃度で溶解作用を示した。なお、各種濃度の食塩あるいは有機酸 Na を加えた Mf を遠心分離し、得られた上清を SDS-PAGE で解析して Mf の溶解を確認した。

各有機酸 Na によるミオシン HC の分解抑制 イカ肉糊にクエン酸 Na を添加すると、自己消化が抑制されることをすでに見出している。そこで、クエン酸 Na、グルコン酸 Na およびコハク酸 Na が、イカ筋肉の自己消化抑制に及ぼす影響を詳細に検討した。イカホモジネートに所定の濃度の食塩あるいは有機酸 Na を加えて、 25°C に5時間保持した。これらの条件での自己消化の進行を SDS-PAGE で解析し、その結果を図12に示した。対照として使用した食塩の場合は、0.6%付近では比較的自己消化の進行は遅いが、約2%付近で最も自己消化は進み、HC 含量は最も低い値を示した。これは過去の報告と一致する。クエン酸 Na は約1.5%でも自己消化を抑制し、約7%以上になると、加温処理する前と同程度の値を示し、ほぼ完全に自己消化を抑制した。低濃度のグルコン酸 Na は自己消化を抑制しないが、約11%以上の添加で抑制作用が認められた。低濃度のコハク酸 Na は、逆に自己消化を促進した。約12%になるとやや抑制する作用が認められたが、その程度はクエン酸 Na やグルコン酸 Na に比べると小さかった。このようにクエン酸 Na は、イカ肉の自己消化を最も抑制した。また、自己消化を抑制する作用と Mf 溶解性に必要な濃度を比較すると、クエン酸 Na の場合は、明らかに溶解作用に必要な濃度の方が低かった。

食塩と各有機酸 Na が共存する場合の自己消化 有機

酸 Na 単独での自己消化抑制作用が明らかになったので、次に食塩共存下での作用について検討した。約0.6~6%の食塩存在下に、約2.9%のクエン酸 Na、約2.2%のグルコン酸 Na および約1.6%のコハク酸 Na 添加の影響を調べ、HC 含量を図13に示した。食塩のみ加えた対照は、図12と同様に、2%付近で HC 含量は最も低い値となった。クエン酸 Na は約2.9%の添加でも顕著な抑制作用が認められ、食塩濃度が高くなるほど、さらに自己消化は抑えられた。グルコン酸 Na お

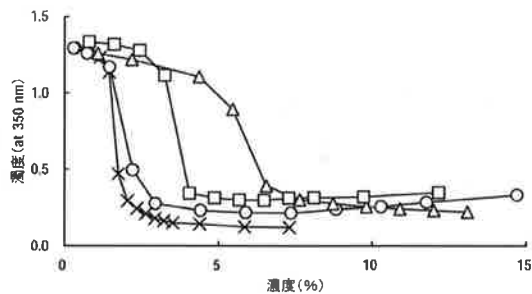


図11 各添加物がイカ肉筋原繊維タンパク質の濁度に及ぼす影響
×, 食塩; ○, クエン酸Na; Δ, グルコン酸Na; □, コハク酸Na

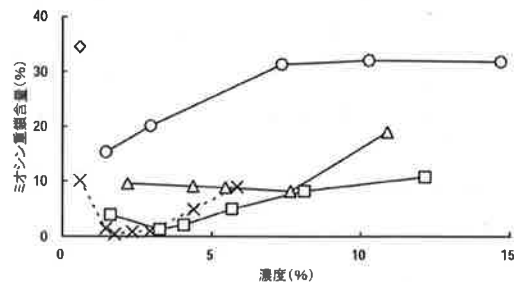


図12 各添加物がイカ肉ホモジネートのミオシン重鎖含量に及ぼす影響
◇, 調製直後; ×, 食塩; ○, クエン酸Na; Δ, グルコン酸Na; □, コハク酸Na

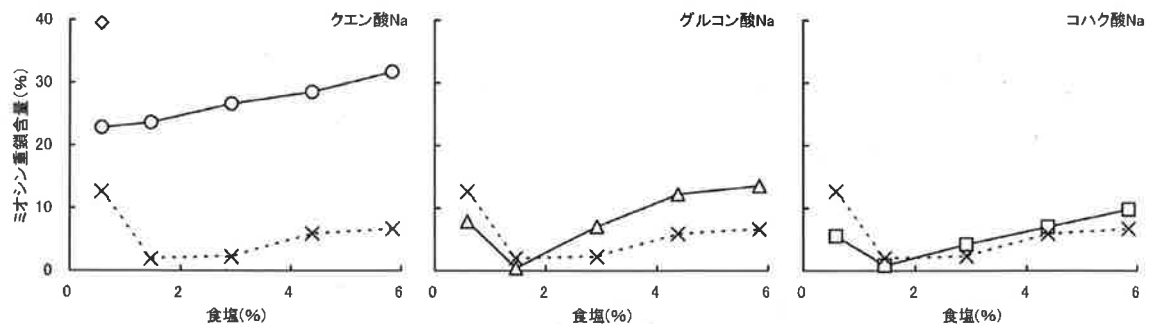


図13 食塩が各添加物を含むイカ肉ホモジネートのミオシン重鎖含量に及ぼす影響

◇, 調製直後; ×, 食塩単独; ○, クエン酸Na; Δ, グルコン酸Na; □, コハク酸Na
左, クエン酸Na; 中央, グルコン酸Na; 右, コハク酸Na

よびコハク酸 Na の場合は、食塩単独で HC 含量が最も低い値を示した2%付近の食塩存在下で、自己消化は最も促進された。クエン酸 Na は、Mf が溶解した状態においても、自己消化を抑制した。

これらの結果から、適切なクエン酸 Na 濃度を設定することで、スルメイカ肉をねり製品原料として利用できる可能性が示唆された。

まとめ

- 1) マルソウダすり身は、30°Cで予備加熱すると滑らかな物性となり、かまぼこ原料として利用可能と思われた。
- 2) 破碎したガンガゼ生殖巣を加熱すると、凝固物になった。これはガンガゼの利用法として応用できる現象と思われた。
- 3) クエン酸 Na は、スルメイカの自己消化を顕著に抑制した。

文献

- 1) 桑原浩一・大迫一史：平成16年度長崎県総合水産試験場事業報告，長崎県総合水産試験場，長崎，2005，pp.137.
- 2) 今野，今村．スケトウダラ肉糊の加温中に生成する150および70kDa成分の同定とその存在状態．日水誌2000；66：869-875.
- 3) 北上ら．スケトウダラ冷凍すり身のゲル形成のpH依存性と重合リン酸塩の影響．日水誌2003；69：405-413.

(担当：桑原)