

1. 水産加工技術育成事業

樋口 通治・野中 健・桑原 浩一
大迫 一史・清原 満・山口 陽

I. 水産加工技術の普及・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、専門図書等の紹介等を通じて、技術指導・支援を実施した。

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。

(担当：野中)

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
技術相談等 (内施設利用)	41件 (14)	252件 (203)	113件 (69)	406件 (286)
研 修 会	16回 (291人)			
巡 回 指 導	14箇所			
来 所 者	1,509人			

表2 主な施設利用

項 目	利 用 者	内 容
1. 品質向上試作	A加工業者(長崎)	ゼリー製品
	B加工業者(長崎)	サメ肉ハンバーグ等の試作
	C加工業者(佐世保)	Ca強化煮干粉末製品
	D加工業者(長崎)	エビボール製品
2. 製品開発試験	B加工業者(長崎)	アマダイの結着
	E加工業者(長崎)	各種鯨加工品開発
	F加工業者(長崎)	酢がまぼこ(サバ)・果実や海藻入り蒲鉾
	G加工業者(長崎)	わかめ茎加工品開発
	H加工業者(西彼)	エソのねり製品開発
	I組合婦人部(南高)	いいだこ製品の開発
3. 品質検査	J組合(長崎)	トビウオ冷凍原料からの冷凍すり開発
	J組合(長崎)	冷凍すり身の品質検査・衛生管理
	K加工業者(長崎)	フグ珍味製品の水分測定
	L加工業者(諫早)	まあじねり製品に混入した異物の同定検査
	M連合会(長崎)	塩蔵ワカメ・煮干・イカなどの異物の同定調査
	N加工業者(長崎)	すけとうだら冷凍すり身等の混入異物の検査
	O組合(長崎)	冷凍食品の細菌検査
	P加工業者(長崎)	鮮度の測定方法(K値等)
4. その他の指導	Q加工業者(長崎)	煮干しの異物の同定検査
	R漁協(西彼)	わかめ海藻麺の製造技術指導
	S研究所(長崎)	アノアオサの飼料開発
	T大学(長崎)	魚卵の無機成分測定
	U協会(長崎)	俵物申請における検査など
	V研究会(長崎市他)	魚醤油開発研究
	W漁協(県北)	ねり製品および塩干品加工

表3 研修会の開催

月	研修者	人数	場所	研修内容
8月	長崎漁港団地協組合員	16	長崎市	加工製品の開発について
9月	加工業者	3	総合水試	魚醤油開発について
	ねり製品加工業者	3	総合水試	トビウオ冷凍すり身技術開発について
12月	壱岐地区加工等関係者	20	壱岐	ムラサキウニの短期蓄養について
	一般消費者	55	長崎市	イカの塩辛加工法
1月	小佐々町漁協関係者	6	総合水試	ねり製品および塩干品加工
2月	大村市漁協関係者	13	大村市	海藻類加工について
	対馬観光物産協会	6	総合水試	加工製品開発について
	福島町漁協婦人部	24	総合水試	塩干品加工について
	県内煮干し等加工関係者	90	総合水試	煮干しの加工と品質保持
	南高地区加工関係者	11	総合水試	異物混入対策について
3月	門川市水産加工協同組合	15	総合水試	塩干品の品質保持について
	有明町漁協婦人部	2	総合水試	イイダコの加工について
	中国研修生	2	総合水試	海藻類・塩干品・ウニの加工について
	厳原町水産加工振興協議会	5	総合水試	新製品開発及びシイラ・アイゴ等低・未利用魚加工について
	加工関係業者	20	総合水試	地域水産物加工技術高度化事業結果について(試食会を含む)
計	16回	291		

II. エイ類の加工

最近、有明海において、ナルトビエイやトビエイによるアサリなど有用貝類の食害が報告されている。対策の一環として、これら魚種のみりん干しなど食用向け加工の検討と栄養成分などの把握を行った。

方 法

供試魚 2001年11月下旬島原地先において刺網で漁獲されたトビエイ(魚体重 11.91±2.73kg、肛門長 25.70±5.83cm)、ナルトビエイ(魚体重 14.68kg、肛門長 42.20cm)、アカエイ(魚体重 3.83±2.64kg、肛門長 35.73±7.92cm)を用いた。

製品として、それぞれみりん干し、塩干しを試作したが、試作は珍味専門加工業者に委託して行い、加工法は次のとおりであった。

生鮮原料→調理→洗浄・血抜き→水切り→調味
→乾燥→製了

結果および考察

トビエイ、ナルトビエイ、アカエイの3魚種を用い、

それぞれみりん干し、塩干し製品を試作した。色調など外観的には良好な製品が得られ、水試職員で試食した結果、通常指摘されるアンモニア臭などもなく、食味的には概ね好評であった。みりん干しと塩干し製品を合計した歩留りは、3魚種でそれぞれ、22.9、24.8、10.8%であり、アカエイは魚体が小さかったこともあり歩留りは低かった。

問題として、加工は可能であるが、珍味業界など現場の加工場では、中国など外国で一次処理され、規格の整ったエイ類原料が比較的安価に入手できることもあり、生産コストや仕上り製品の品質的な面から、今回の生鮮のエイ類原料は食用向け加工原料としては使用しにくいとの業界の評価であった。大量処理の必要がある場合には、当面、ミールなど餌料向けが考えられた。

また、アカエイは比較的美味で肉の色調も良好なことから、生鮮向けとしての需要もあり、出来るだけ、生鮮流通面で努力する必要があると思われた。

また、トビエイとアカエイの一般成分では両者に大き

な差はなく、トビエイの脂肪酸組成では、C16:0, C18:1n-9, C22:6n-3 の比率が高かった（詳細は加工原料調査研究事業で記述）。

ま と め

- 1) 有明海において、アサリなど貝類の食害魚種とされるトビエイなどエイ類の加工化の検討を行った。また、一部、栄養成分などの把握を行った。
- 2) トビエイ，ナルトビエイ，アカエイの3魚種を用い、それぞれみりん干し，塩干し製品を試作した。色調など外観的には良好な製品が得られ，通常指摘されるアンモニア臭などもなく，食味的には概ね好評であった

- 3) ただし，生鮮原料から加工する場合，処理に多くの手間を要し，輸入原料と比較して採算的に困難との業界の評価であった。処理としては，手間のかからない，ミールなど餌料向けが考えられた。

(野中・大迫)

Ⅲ. 魚介類の高度品質保持技術開発事業

マアジの鮮度保持試験およびMgCl₂を用いたアオリイカの麻酔による活魚輸送の検討を行ったが，詳細については技術開発のための共同試験の項に記載する。

(担当：野中)

2. 新素材応用製品開発事業

桑原浩一・大迫一史

近年、水産加工品の生産量は全国的に減少しつつあり、本県の重要な水産加工品であるねり製品や塩干品なども減少傾向にある。しかし、「その他の食用加工品」に分類される水産加工品は増加傾向にあり、消費者ニーズは多様化していることが推測される。よって、水産加工業を活性化するには、消費者ニーズの変化に対応出来るよう、既存製品の改良や新製品の開発を行うことが重要となる。

一方、天然物由来の新規食品添加物が開発され、これらの新規添加物は製品開発に幅広く活用されている。しかし、本県の水産加工業者は小規模経営体が多く、製品の改良や開発を行う余力に乏しい。

そこで、酵素製剤など天然物由来の新規添加物を活用して、既存製品の改良および新規の加工品や調理素材の開発を行い、本県水産加工業の技術向上を図る。

I. あまだい塩干品の品質向上試験

あまだい塩干品は長崎県の代表的な水産加工品の一つであるが、調理加熱時に身崩れしやすく、県下の水産加工業者から、これについての対策が求められている。

よって、本試験では、調理加熱時の身崩れ防止法として、トランスグルタミナーゼ製剤を用いた方法の開発を行った。

方 法

供試塩干品の調製

1) 魚肉内へのインジェクション

冷凍したアマダイを解凍後、鱗、内臓および頭部を除去し、フィレーにした。フィレーを15%食塩水に30分間浸漬後、1分間水道水で洗浄し、キムタオルで表面の水分をふき取った。これに、トランスグルタミナーゼの終濃度がフィレーの0.1%になるようトランスグルタミナーゼ水溶液をインジェクトした。これを冷風乾燥(10℃で2時間)したものを試料とした。

2) 魚肉へのまぶし

1)と同様に調製したフィレーに、インジェクションを行わず、トランスグルタミナーゼ製剤(アクティブTG-B粉まぶし)をまぶし、5℃の冷蔵庫に一晩放置後、1)と同様に冷風乾燥したものを試料とした。

試料の加熱

フライパンにサラダ油を塗布し、5分間程度加熱後、フィレーの身の側から両面を15分間程度加熱した。

結 果

加熱前のフィレーの性状

塩漬のみ行ったもの(対照)と比較すると、トランスグルタミナーゼをインジェクトしたものは、対照と差異はなかったが、まぶしたものは皮面および肉面ともに若干艶が無いように見えた。また、インジェクションおよびまぶしたものは、対照と比較すると身が締まった感触がした。まぶしたものは、まぶし直後は全体的に製剤の色で真っ白であったが、一晩経過後の色調は対照およびインジェクトしたものと同じであった。図1に対照とトランスグルタミナーゼ製剤をまぶしたフィ

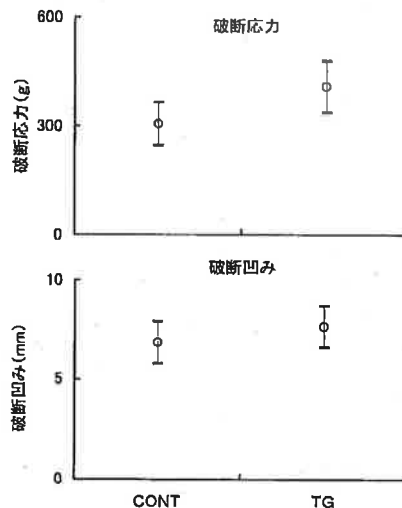


図1 無添加およびトランスグルタミナーゼ(TG)をまぶしたあまだいフィレーの物性の比較

レーの破断強度および破断までの凹みを示した。凹みには有意差が無かったものの、破断強度は有意に製剤をまぶしたものが高かった。これにより、トランスグルタミナーゼが肉中に浸透し、その物性に影響を及ぼしていることが推定された。

加熱後のフィレの性状

加熱後の対照は、表皮の部分が加熱中に縮み、その肉も箸で軽くつまただけで身崩れを起こした。これに比較すると、トランスグルタミナーゼをインジェクトしたものは表皮および肉もマアジ等の塩干品をフライパンで加熱したものと同程度の外観を呈した。トランスグルタミナーゼをまぶしたものは、表皮および肉ともにインジェクトしたもののほどの効果は見られなかったが、対照に比較すると明らかに表皮の縮みおよび加熱時の身崩れは軽減されていた。

ま と め

- 1) 酵素（トランスグルタミナーゼ）を用いることにより、調理加熱時の身崩れが軽減できることが明らかになった。
- 2) トランスグルタミナーゼは、インジェクトした方がまぶしよりも効果は高いが、インジェクター等の機械は大がかりで高価なこと等を勘案すると、まぶしの方が現実的であると思われた。

(担当：大迫)

II. するめいか冷凍すり身様素材の品質向上試験

定置網で漁獲されるスルメイカには、噛み合いのため外観に傷のある個体（キズイカ）が多数みられ、安価で取引されている。付加価値を高める方法として、外観が影響しない冷凍すり身様素材が考えられるが、スルメイカ肉から調製したかまぼこは著しく脆い物性を示す。^{1,2)} この現象は、スルメイカ肉に内在する金属プロテアーゼが、かまぼこ形成能に大きく関与するミオシン重鎖（HC）を顕著に分解するためと考えられている。

そこで、すり身様素材の品質向上を図るため、金属キレート作用を有するグルコン酸ナトリウム（グルコン酸 Na）が、スルメイカかまぼこの物性に及ぼす影響について検討した。

方 法

試料 長崎県新魚目町近海の定置網で漁獲され、 -35°C で凍結後 -25°C に6ヶ月間保存した冷凍スルメイカ（キズイカ）を用いた。

破碎肉の調製 試料を冷蔵庫中に一夜放置して半解凍状態とし、頭脚、内臓、軟甲、鱭および表皮を除去したのち、肉挽機（南常鉄工製 M-22 型、孔径 3.2mm）で処理して破碎肉を得た。破碎肉はポリエチレン袋に密封し、 -50°C で凍結したのち -25°C で1ヶ月間保存した。

濁度および電気泳動用懸濁液の調製 凍結状態のまま破碎肉を細切し、肉挽機（孔径 1.2mm）で2回処理したのち、20mM Tris-HCl (pH7.0) 緩衝液5倍量を添加してホモジナイズ（Kinematica 社製ポリトロン）した。Nylonmesh（#18）を通過させたホモジネートに、食塩、グルコン酸 Na（藤沢薬品工業製ヘルシャス A）またはソルビトールが所定の終濃度になるよう予め添加しておいた上記緩衝液を混合して、 5°C に所定の時間保持して懸濁液とした。なお、ホモジネートに対する緩衝液は、濁度は20倍量、電気泳動は等量とした。

濁度の測定 懸濁液を水道水中に1分間静置したのち、350nmにおける吸光値を測定して濁度³⁾とし、懸濁液調製直後に対する 5°C 保持後の吸光値を相対値（%）で示した。なお、懸濁液中の可溶化タンパク質の増加に伴い、濁度が低下することを予め確認した。

SDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動（SDS-PAGE） 懸濁液または乳鉢で搗り潰した加熱ゲルに、8M 尿素-2% SDS-2%メルカプトエタノール-20mM Tris-HCl 溶液を加えて、沸騰湯中で2分間加熱して反応を停止した。次に、室温で30時間攪拌して溶解させ、4,000rpmで60分間遠心分離した上清を SDS-PAGE に供した。SDS-PAGE は Laemmli 法により、アクリルアミド濃度 7.5% のスラブゲルを用いて行った。泳動後、Coomassie Brilliant Blue で染色し、50%メタノール-7%酢酸水溶液で脱色した。泳動ゲルはスキャナー（シャープ製 JX-330P）で画像をパーソナルコンピューターに取り込み、電気泳動ゲル画像解析ソフト（フェルマシア製 ImageMaster II）で各バンドの染色強度

を測定し、全てのバンドの総染色強度に対する各バンドの染色強度を相対値(%)として示した。

加熱ゲルの調製 破碎肉を5°Cの冷蔵庫中に2時間放置して表面を半解凍状態にしたのち、30mm幅に細切して肉挽機(孔径1.2mm)で処理後、高速カッター(ステファン社製UM-5型)で3分間播潰した。なお、播潰中に所定量の食塩、グルコン酸Naまたはソルビトールを添加し、最後の1分間は減圧下(400~500mmHg)で行った。肉糊は折径42mmの塩化ビニリデンチューブに充填し、直ちに90°Cで30分間加熱(直接加熱ゲル)あるいは5, 10, 20および30°Cで予備加熱したのち90°Cで30分間加熱(二段加熱ゲル)して、ゲルを形成させた。なお、予備加熱時間は、5および10°Cでは20時間、20および30°Cでは2時間とした。加熱終了後、直ちに氷水中で冷却し、室温に放置したのちゲル物性を測定した。

加熱ゲル物性の測定 加熱ゲルを25mm幅に輪切りにし、5mmの球形プランジャーを装着したレオメーター(不動工業製NRM-2003J)を用い、試料台上昇速度は60mm/minとして、破断強度(g)を測定した。

結 果

懸濁液中タンパク質の溶解性 魚肉をかまぼこ化するには、食塩によるタンパク質の溶解作用が不可欠である。しかし、イカ肉においては必ずしも食塩は必要でないと考えられている。食塩、グルコン酸Naおよびソルビトールによるタンパク質の溶解性を比較するため、各添加物が0.5Mとなるように調製した懸濁液の濁度を図1に示した。いずれの添加物においても5°Cに1または2時間経過まで低下して、その後は平衡状態で推移した。24時間後の食塩、グルコン酸Naおよびソルビトールの濁度は、それぞれ48, 57および82%を示した。すなわち、食塩が最も強い溶解作用を示し、グルコン酸Naも筋原繊維タンパク質をよく溶解させることを確認した。これらに対して、ソルビトールの溶解作用は顕著ではなかった。

各種添加物が自己消化に及ぼす影響 食塩、グルコン酸Naおよびソルビトールが0.5Mとなるように調製した懸濁液のSDS-PAGEパターンからHCおよびX₁成分の相対染色強度を図2に示した。なお、X₁成分

とはSDS-PAGE上で認められるHCとアクチン間の全バンドを指し、HCの分解物を含むとされている。食塩を含んだ懸濁液では、5°C保持時間が長くなるに従いHCは減少し、X₁成分は増加した。一方、グルコン酸Naおよびソルビトールの場合、24時間までの間にHCおよびX₁成分に顕著な変化は認められなかった。24時間後のグルコン酸NaおよびソルビトールのHC相対染色強度は、食塩や無添加よりも明らかに高い値を示した。グルコン酸Naはイカ肉筋原繊維タンパク質を溶解する作用とともに、自己消化を抑制することが明らかとなった。

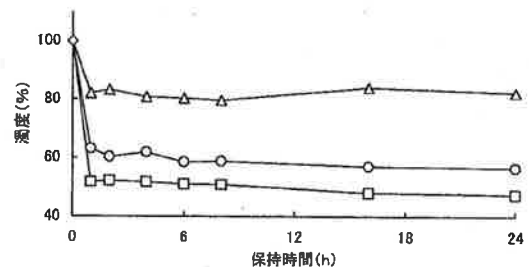


図1 5°Cに保持したイカ肉懸濁液の濁度
—□—食塩 —○—グルコン酸Na —△—ソルビトール

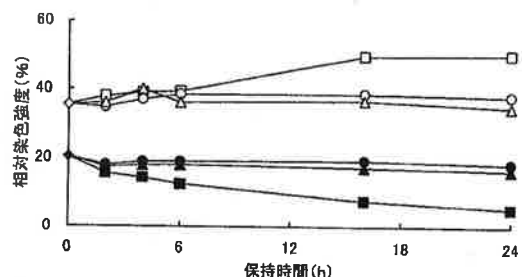


図2 5°Cに保持したイカ肉懸濁液のHCおよびX₁成分の相対染色強度

—■—食塩 HC —●—グルコン酸Na HC —▲—ソルビトール HC
—□—食塩 X₁ —○—グルコン酸Na X₁ —△—ソルビトール X₁

各種添加物が加熱ゲルに及ぼす影響 無添加あるいは食塩、グルコン酸Naおよびソルビトールが0.5Mとなるように添加した肉糊から、直接加熱ゲルおよび二段加熱ゲルを調製し、加熱ゲルのHC相対染色強度および破断強度を図3に示した。添加物の有無や種類に関わらず、直接加熱ゲルのHC含量および破断強度は、二段加熱ゲルよりも高い値を示した。同じ加熱条件で比較すると、HC含量および破断強度ともにグルコン酸Na添加が最も高く、以下、無添加、ソルビトール、食塩の順であった。対照を無添加として、直接加熱ゲル

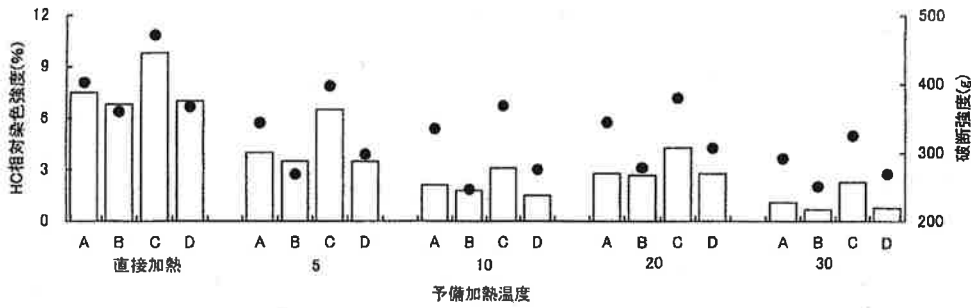


図3 各種添加物を加えたイカ肉加熱ゲルのHC 相対染色強度および破断強度

A:無添加, B:食塩, C:グルコン酸Na, D:ソルビトール
□HC相対染色強度 ●破断強度

ルのHC含量および破断強度を比較すると、食塩およびソルビトールを添加したゲルは対照よりも低い値を示したのに対し、グルコン酸Naを添加した場合は高い値となった。これらは、二段加熱ゲルにおいても同様な傾向であった。なお、加熱ゲルのpHは、添加物の有無や種類に関わらずほぼ一定であった。

イカ肉では食塩を添加しなくてもかまぼこ様の加熱ゲルが形成され、加熱条件および添加物の有無や種類に関わらず、加熱ゲルの切断面など外観は類似していた。また、グルコン酸Naを添加した加熱ゲルの食感は、官能的にも無添加および食塩やソルビトールを添加したゲルよりも優れていた。数種の魚種の肉糊においては、予備加熱中にHCが多量化して減少し、それに伴ってゲル物性は向上することが明らかにされている。しかし、スルメイカ肉を用いたいずれの予備加熱条件においてもHCの多量化は認められず、直接加熱ゲルのHC含量および破断強度は、二段加熱ゲルよりも高かった。

加熱ゲル中のHC含量と破断強度との間には有意な相関が認められたことから、グルコン酸Naはイカ肉中のHCの分解を抑制し、結果的に加熱ゲルの破断強度を増加させるものと推察した。グルコン酸Naが自己消化を抑制する機構については明らかではないが、グルコン酸Naを添加した加熱ゲルの物性は、同様に抑制効果を示したソルビトール添加よりも優れていたことから、ソルビトール(糖類)と同様な抑制作用とともに、グルコン酸塩が有する金属キレート作用の関与が推測された。

グルコン酸Na濃度と破断強度 グルコン酸Naが0, 3, 5, 8および10%となるように添加した肉糊から直接加熱ゲルを調製し、その破断強度を図4に示した。グルコン酸Na添加量の増加に伴って破断強度は増大し、8および10%添加の破断強度は、無添加よりも有意に高い値であった。

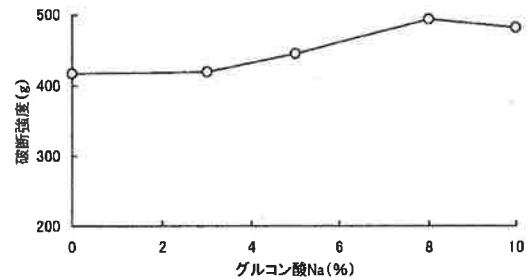


図4 グルコン酸Naの添加濃度が異なるイカ肉加熱ゲルの破断強度

イカ肉にグルコン酸Naを添加して調製した加熱ゲルの物性は、無添加に比べると明らかに向上したが、スケトウダラ等と比べるとかなり脆いゲルであった。従ってキズイカすり身の品質向上を図るには、グルコン酸Naを添加して自己消化を抑制した上で、ゲル形成能が高い魚類すり身と併用することが現実的であると思われた。

まとめ

- 1) グルコン酸Naはイカ肉のタンパク質に対して、溶解および自己消化抑制作用を示した。
- 2) グルコン酸Naは、上記1)の作用により、結果的に加熱ゲルの物性を向上させるものと推測された。なお、8%添加で破断強度は最大値を示した。

文 献

- 1) 黒川孝雄・桑原浩一：平成9年度水産加工新原料開発事業報告書，水産庁漁政部水産流通課，東京，1998，pp.106～112.
- 2) 黒川孝雄・桑原浩一：水ねり技研誌，23，101～108（1997）.
- 3) K.Konno, K.Yamanodera, H.Kiuchi: J.Food Sci., 62, 980～984（1997）.

（担当：桑原）

Ⅲ. カタクチイワシを用いた魚醤油製品の開発試験

内容については共同研究に掲載

（担当：大迫）

Ⅳ. マダイの中骨を用いたレトルト製品の開発試験

養殖マダイなどのフィレー加工場では，中骨など加工残滓の一部は肥料用に利用されるが，大半は廃棄処分されている。資源の有効活用を図るには，中骨などの食用化が考えられる。しかし，マダイの中骨は硬くて噛み切れないことや魚臭が大きな問題である。そこで，マダイ中骨を食可能な硬さに軟化させる技術および魚臭抑制方法について検討を行った。

方 法

供試料 長崎県玉之浦町の水産加工場で排出された養殖マダイの中骨（1尾分は 162 ± 14 g）を直ちに -20°C で凍結し，冷凍状態で水試に搬入した。 5°C の冷蔵庫中に約3時間放置して解凍し，試験に供した。

加熱処理 高温高圧処理または蒸煮処理は，日阪製作所製高温高圧調理殺菌機RCS-40RTGN型を用いて 121°C または備文機械製作所製蒸し機を用いて 95°C で，所定の時間行った。

硬さの測定 加熱処理した中骨を水道水で1時間冷却後，室温に放置したのち，レオテック製レオメーターRT-2010D・Dに進入度短針プランジャー（ $\phi 3\text{mm}$ ）を装着し，荷台上昇速度を $5\text{cm}/\text{min}$ として破断応力（kg）を測定した。

結 果

身の剥がれ防止 中骨には筋肉部が残存しているが，加熱処理を行うと中骨に付着していた肉部が完全に剥がれてしまい，外観が著しく損なわれた。そこで，10または20%の食塩水に10，20および30分間浸漬し， 40°C で60分間保持したのちに加熱処理して，身の剥がれ具合に及ぼす影響を比較した。10および20%食塩水ともに浸漬10分間では顕著な効果は認められなかったが，20分間以上になると対照の未処理に比較して，明らかに身の剥がれを抑制した。また，高温高圧処理した場合，中骨は細かく砕けたが，食塩水浸漬はこの現象も抑制した。塩漬により筋肉部表面の筋原繊維タンパク質が溶解し， 40°C 加熱により凝固したため，身の剥がれを防止するものと推察した。

加熱法による影響 図1に示したように，常圧下の 95°C 蒸煮では，180分間処理した破断応力は，解凍直後の 9.2kg に対して 8.6kg （94%）と僅かに減少する程度で，噛み砕くことは不可能な硬さであった。これに対して， $2.3\text{kg}/\text{cm}^2$ 加圧下の 121°C 処理では，30分間処理で 1.4kg （15%）まで急激に低下し，その後は漸減傾向を示した。処理時間が長くなるに従い，破断応力は低下し，60分間処理で 0.8kg を示し，十分食可能な硬さとなった。また，常圧下で約 121°C での油ちょう処理を行うと，噛み砕くことは可能となったが，処理中に水分が除去され，レトルト処理に比べて，外観や食感は明らかに異なったなものであった。

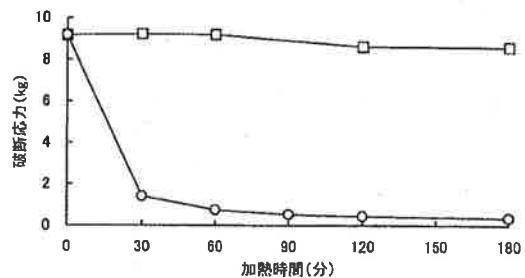


図1 加熱時間がマダイ中骨の破断応力に及ぼす影響
—○—レトルト処理 —□—蒸煮処理

臭気改善法の検討 前述した方法では魚腸骨特有の臭いが残ったため，植物抽出ポリフェノール（三共製サンフードR）によるマスキング効果について検討した。ポリフェノールを中骨とともにレトルトパウチに

充填する方法や前処理としてポリフェノール液へ浸漬する方法を検討した。官能的に臭気はやや抑える様に感じられたが、顕著な効果ではなかった。次に、焙焼工程および穀物酢による影響を検討した。焙焼はテーピ熱学製遠赤外線焙焼機 UO-ⅢDL1 型を用いて、150℃設定で 20～25 分間行い、穀物酢は醤油などの調味液中に 2, 4, 6, 10% となるように添加した。焙焼および調味液への穀物酢 10% 添加を併用することで、官能的に、ポリフェノールよりも強い臭気抑制効果が認められた。ただし、完全には抑制出来なかった。

以上の検討結果から、マダイ中骨を用いた吸い物様のレトルト製品を試作した。工程は図 2 の通りとした。また、121℃で 60 分間レトルト処理を行っているため、当然ながら 37℃で 6 ヶ月間インキュベートしても腐敗はみられなかった。

ま と め

1) 121℃ (2.3kg/cm²) で 60 分間レトルト処理することにより、マダイ中骨は食可能な硬さになった。

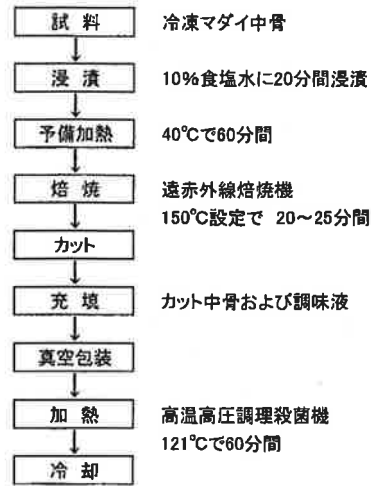


図 2 マダイ中骨レトルト製品のフローシート

2) レトルト処理を行うことで、様々な食品への応用が期待できるが、臭いを完全に除去することは出来なかった。

(担当：桑原)

3. 加工原料調査研究事業

大迫一史・桑原浩一
山口陽

I. アイゴのかまぼこ適性調査

アイゴは磯焼けを引き起こす生物の一つであることが明らかになりつつある。さらに、漁獲統計についての裏付けはないものの、漁業者からの聴取によると、近年資源量が増大しているとのことである。

アイゴは食用としてはあまり好まれないが、この原因に異臭が挙げられており、さらに、この異臭は藻食性魚類一般に見られるジメチルスルフィドではないかと想定された。ジメチルスルフィドは炭化水素の一種であるため、かまぼこ原料とする場合晒工程で粗脂肪を除去することによりこれと一緒に取り除くことができると考えた。

以上のように異臭を除去し、かまぼこ原料として好ましいゲル形成能を有する場合、これのかまぼこ原料としての利用を促進することによりアイゴの資源量を減少せしめ、ひいては磯焼け対策に繋がると考えた。

よって、本調査ではアイゴのかまぼこ原料としての適性を明らかにすることを目的とした。

実験方法

供試魚 2001年7月23日に五島灘で漁獲されたアイゴを用いた。

魚体サイズの計測および生殖腺指数の算出 8kg入りの発砲スチロール箱から無作為に10尾を取り出し、魚体重、尾叉長および生殖腺重量を計測した。生殖腺指数は次式により算出した。

$$\text{生殖腺指数} = 100 \times \text{生殖腺重量} / \text{魚体重}$$

落し身、清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉の調製 供試魚はいずれの月も総重量約50kgを用い、鱗を取り除き、粘質物を拭き取ったのち、フィレーにした。これを網ロール式採肉機（備文機械製作所製NF2D-X型、孔直径4mm）にかけて落し身を採取した。清水晒は落し身の5倍量の水道水で3回行い、アルカリ塩水晒は、5倍量の0.2%炭酸水素ナトリウム（和光純薬工業製食品添加物用）、0.15%塩化ナトリウム（和

光純薬工業製特級）水溶液で行なったのち、5倍量の0.3%塩化ナトリウム水溶液で2回行なった。水晒終了後、高速遠心脱水機（ニックリ製BEM-13S型）を用いて予備脱水し、さらに加圧脱水機（駒形機械製作所製KS-1型）を用いて脱水した。

加熱ゲルの調製 落し身、清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉を5℃の冷蔵庫内でミートチョッパー（南常鉄工製M-22型）を用いて細切し、肉重量に対して3%の塩化ナトリウムを加え、高速カッター（ステファン社製UM-5型）で3分間脱気播潰した。なお、このとき、清水晒肉とアルカリ塩水晒肉は播り上がり時の水分が79%になるよう冷水道水を加水した。播潰した肉糊は直ちに手回しスタッパー（ディック社製GL型）を用いて折り径42mmの塩化ビニリデンのケーシングチューブに100gを充填したのち、30℃から90℃まで10℃間隔で、それぞれ20分間加熱と2時間加熱したゲルを調製し、加熱終了後、直ちに氷水で冷却した。

なお、落し身、清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉の調製の工程および、加熱時までの各工程の品温は10℃以下に保った。

一般成分およびpHの測定 水分は、試料10gを精秤後、105℃で恒量にして求めた。試料を600℃で灰化後恒量にして粗灰分とした。粗タンパク質含量はKjeldahl法で全窒素量を求めたのち6.25を乗じて求めた。粗脂肪含量はFolchらの方法で求めた。pHは試料3gに10倍量の脱イオン水を加えて摩砕後、測定した。**加熱ゲル形成能の測定** 調製したかまぼこは、レオメーター（不動工業製NRM-2003J型）を用いて押し込み試験を行なった。すなわち、厚さ25mm幅に輪切りにした加熱ゲルを、5mmの球形プランジャー、試料台上昇速度6cm/minで測定し、破断したときの荷重を破断応力(g)および破断時までの距離を破断凹み(mm)とした。また、破断応力と破断凹みの積をゼ

リー強度 (g・cm) とした。折り曲げ試験は西岡の方法に準じて1~5の5段階で示した。圧出水分率は厚さ5mm幅に輪切りにした加熱ゲルを1cm角に切り、円形濾紙で二重に挟み(内側と外側はそれぞれADV ANTEC製 No.4A および2,ともに直径55mm),遊離水分測定器(中央理化製)を用いて,10kg/cm²の圧力で1分間加圧後加熱ゲルを取り出し,減じた重量を圧出水分とし,加圧前の重量に対する百分率で示した。

坐り指数および戻り指数は志水らの方法に従って求めた。前者は50℃で20分間加熱した加熱ゲルのゼリー強度に対する40℃で2時間加熱した加熱ゲルのゼリー強度の割合を百分率で表し,後者は50℃で20分間加熱した加熱ゲルのゼリー強度に対する60℃で2時間加熱した加熱ゲルのゼリー強度の割合を1から減じたものの百分率で表した。

加熱ゲルの色調の測定 厚さ25mm幅に輪切りにした加熱ゲルの切断面について色彩色差計(ミノルタカメラ製 CR-300A型)でハンターL, a, b値を求め次式により算出した。

ハンター白色度 =

$$100 - \sqrt{(100-L)^2 + a^2 + b^2}$$

実験結果

供試アイゴの性状と組成 供試したアイゴの平均尾叉長および魚体重は,それぞれ30cmおよび450gであった。また,生殖腺が発達し,卵巣卵が目視できたことから,供試魚は産卵期のものであると推察された。筋肉の一般成分は,図1に示した。魚類全般のなかでは,粗脂肪含量は低く,粗タンパク質含量は平均的な値であり,成分的にかまぼこ原料として適当であると思われる。

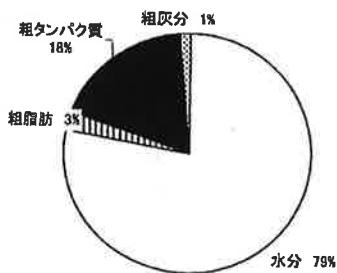


図1 アイゴの筋肉成分

アイゴ肉糊の加熱によるゲル化パターン 播漬後の落とし身, 清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉の pH はそれぞれ, 6.0, 6.9 および 6.7, 水分は, 75, 79 および 79%であった。また, 落とし身から調製したかまぼこはアイゴ特有の臭気が強く, 食用には適さないと思われたが, 清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉には, 臭気は無かった。また, 晒工程時に排出された粗脂肪からはアイゴ特有の臭気が強くしたことから, 臭気成分は脂溶性のもので, 粗脂肪中に存在することが窺われた。

温度-ゲル曲線(図2)では, 落とし身は30から50℃まででは加熱時間に関らずかまぼこ様のゲルを形成しなかったが, 清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉では, 30℃の2時間加熱において若干の坐りを見せ, 40℃においては加熱時間に関らず足の強いゲルとなった。これらの傾向は折り曲げ試験の結果にもよく反映された。60℃以上の加熱では, 20分加熱においては晒の有無および晒種類に関らず比較的良好なかまぼこを形成したが, 2時間加熱においては20分加熱よりもかまぼこゲルは劣ったものになった。

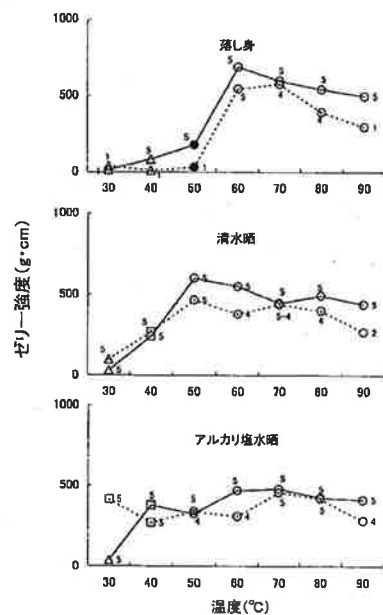


図2 晒種類別のアイゴの温度-ゲル曲線

△, 生ゲル; □, 坐りゲル; ○, 加熱ゲル; ●, 戻りゲル
1, 2つ折りで2分加熱する; 2, 2つ折りで電気を生じる; 3, 4つ折りで崩壊する;
4, 4つ折りで電気を生じる; 5, 4つ折りで電気を生じない
実線, 20分加熱; 破線, 2時間加熱

晒種類および晒の有無に関らず, 魚類一般に認められる60℃付近の温度帯での戻りはアイゴには無かった。

保水性, すなわち圧出水分率を表1に示した。全体的に落とし身は晒肉に比較して高い圧出水分率を示した。

表1 アイゴから調製した蒲鉾の圧出水分率(%)

加熱条件	落し身	清水晒肉	アルカリ塩水晒肉
40°C-20分	18.3	10.8	10.9
60°C-20分	17.0	12.9	12.0
90°C-20分	32.4	18.3	14.2
40°C-2時間	53.1	14.2	14.4
60°C-2時間	29.1	21.4	18.3
90°C-2時間	36.1	23.3	19.5

晒肉では、加熱温度の上昇に伴い圧出水分率も上昇した。

坐り指数と戻り指数 表2に、坐り指数と戻り指数を示した。落し身の坐り指数は、晒肉に比較して小さい値を示した。戻り指数は小さい値を示したが、アイゴ落し身のように、他の魚類と比較して特異な温度-ゲル化パターンを示す魚類には今回のような指数は単純に適用できないと思われた。アルカリ塩水晒肉と清水晒肉を比較すると、戻り指数では大差無いものの、坐り指数においてはアルカリ塩水晒の方が若干高い値を示した。

表2 坐り指数と戻り指数

	坐り指数	戻り指数
落し身	6	-204
清水晒	45	8
アルカリ塩水晒	83	6

志水らの文献から、アイゴは、晒種類に関わらず、坐りやすく戻りにくい魚種であることが明らかになった。色調 表3に、90°Cで2時間加熱したかまぼこの色調を示した。清水晒肉のハンター白色度が最も高い値を示したが、この差は官能的にも明らかで、アルカリ塩水晒肉は清水晒肉に比較して若干暗い色調を呈した。また、清水晒肉の白色度は、スケソウダラSA級すり身と比較して、官能的に遜色なかった。

表3. アイゴから調製した90°Cで2時間過熱した蒲鉾の色調

	落し身	清水晒肉	アルカリ塩水晒肉
HL ^{a1}	59.6	69.5	66.0
Ha ^{a2}	0.3	-1.7	-2.3
Hb ^{a3}	10.2	9.2	6.4
HW ^{a4}	58.4	68.1	65.3

^{a1} 順にハンター明度、ハンターa値、ハンターb値、ハンター白色度を示す。

まとめ

- 1) 一般的に魚類は産卵期および産卵期後は良好なかまぼこ原料になりやすくされているが、産卵期のアイゴは非常に良いかまぼこ原料であることが明らかになった。
- 2) アイゴ特有の異臭は、水晒により完全に除去されることが明らかになった。

3) 清水晒とアルカリ塩水晒では、その効果の差は明瞭では無く、清水晒処理を行えばよいことが明らかになった。

4) アイゴ晒肉は、魚類一般に見られる“戻り”が存在しないか、仮に存在していたとしても軽微なため、かまぼこ製造において非常に扱いやすいことが明らかになった。

5) アイゴ晒肉は、坐りやすく戻りにくことが明らかになった。

6) 晒処理により、一般に流通しているスケソウダラのかまぼこと遜色の無い色調が得られることが明らかになった。

(担当：大迫)

II. アイゴの冷凍耐性調査

アイゴのかまぼこ適性について調査する理由は先に述べたとおりである。

アイゴのかまぼこ原料としての利用を進めていく上で、原料の保存が大きな課題となる。

アイゴの場合、現在、長崎県においては市場価値が非常に低いため、これを目的とした漁業は行われておらず、水揚げされるものはほとんど全てが混獲されるものである。このため、夏季に定置網に入網するものを除き、まとまった漁獲量は得られず、一度に大量の同一魚種を必要とする冷凍すり身等に加工する場合、原料魚を凍結保存してある程度まとまった上で処理する等の方策が必要となる。

よって、本試験ではアイゴのラウンド状態での冷凍耐性および冷凍すり身の保存性を調査した。

実験方法

供試魚 2001年9月10日に五島灘で漁獲されたアイゴを用いた。

魚体サイズの計測および生殖腺指数の算出前項に従った。

1. 糖添加すり身の冷凍耐性

清水晒肉の調製 供試魚は鱗を取り除き、粘質物を拭き取ったのち、フィーレにした。これを網ロール式採肉機(備文機械製作所製NF2D-X型、孔直径4mm)にかけて落し身を採取し、これに清水晒処理をした。

清水晒は落し身の5倍量の水道水で3回洗い、水晒終了後、高速遠心脱水機（ニックリ製 BEM-13S 型）を用いて予備脱水し、さらに加圧脱水機（駒形機械製作所製 KS-1 型）を用いて脱水した。

冷凍すり身の調製および保存条件 清水晒肉を5℃の冷蔵庫内でミートチョッパー（南常鉄工製 M-22 型）を用いて細切し、水分を80%に調整したのち、スクロス（和光純薬工業製 特級）を肉重量に対して5%添加したものを急速凍結し、-25℃で保存した。

加熱ゲルの調製 5℃の冷蔵庫内で冷凍すり身を半解凍し、全体の重量に対して3%の塩化ナトリウムを添加して30分間擂潰したのち、折り径42mmの塩化ビニリデンのケーシングチューブに100gを充填し、90℃で30分間加熱した。ゲルは加熱終了後、直ちに氷水で冷却した。なお、晒肉の調製の工程および、加熱時までの各工程の品温は10℃以下に保った。

加熱ゲル形成能の測定 調製したかまぼこは、レオメーター（不動工業製 NRM-2003J 型）を用いて押し込み試験を行なった。すなわち、厚さ25mm幅に輪切りにした加熱ゲルを、5mmの球形プランジャー、試料台上昇速度6cm/minで測定し、破断したときの荷重を破断応力(g)および破断時までの距離を破断凹み(mm)とした。また、破断応力と破断凹みの積をゼリー強度(g・cm)とした。折り曲げ試験は西岡の方法に準じて1~5の5段階で示した。

加熱ゲルの色調の測定

前項に従った。

2. アイゴラウンド肉の冷凍耐性

保存方法 冷蔵状態の供試魚を、-60℃の送風式急速凍結庫内で凍結後、-25℃の冷凍庫内で凍結保存した。
清水晒肉の調製 経日的に冷凍庫内から取り出し、5℃の冷蔵庫内で半解凍後、フィーレにし、「1.」と同様の方法で清水晒肉を調製した。

加熱ゲルの調製およびゲル形成能の測定 水分を80%に調整後、スクロスを肉重量に対して5%添加して「1.」と同様にして調製した。

加熱ゲルの色調 「1.」と同様にして測定した。

実験結果

供試アイゴの性状と組成 供試したアイゴの平均尾叉長および魚体重は、それぞれ25cmおよび230gであった。筋肉成分は、図1に示した。

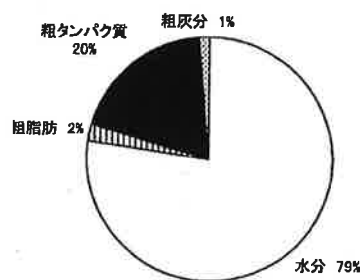


図1 供試アイゴの筋肉成分

アイゴ肉糊のゲル形成能の変化 図2に冷凍保存中のアイゴのゲル形成能における変化を示した。冷凍すり身およびラウンドともに経日的にゲル形成能は低下したが冷凍開始から1ヶ月目ではともに、とくに変化は無かった。2ヶ月経過では、冷凍すり身の方はゲル形成能が低下したものの、ラウンドよりは低下の程度は小さかった。凍結前のゼリー強度に対して2ヶ月経過時点で、冷凍すり身から調製した加熱ゲルは66%、ラウンドから調製したそれは53%であった。折り曲げ試験では、冷凍すり身は四つ折においても、保存期間中一貫して亀裂を生じなかったが、ラウンドでは、1ヶ月までは「5」であったものの、2ヶ月では「2」であった。

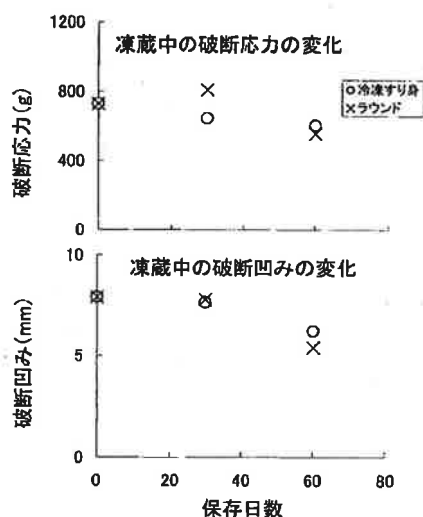


図2 アイゴ凍蔵中のゲル形成能の変化

色調 表1に、冷凍すり身およびラウンドから調製した加熱ゲルの色調を示した。結果から、冷凍すり身およびラウンドに関わらず、2ヶ月間の保存では加熱ゲルのハンター白色度に変化がないことがわかった。

表1 アイゴ凍結保存中のシハンター白色度の変化

	凍結前	30日	60日
冷凍すり身	69.6	68.2	68.5
ラウンド	69.6	68.4	68.6

まとめ

- 1) 糖を5%添加した冷凍すり身では、2ヶ月間の保存において、ゼリー強度および折り曲げ試験のいずれにもほとんど変化が無かったことから、2ヶ月以上の長期保存に耐えうる可能性が示唆された。
- 2) アイゴラウンドから調製した加熱ゲルは、2ヶ月間の保存において、ゼリー強度はほとんど変化しなかったが、折り曲げ試験では、凍蔵2ヶ月目で変化が見られた。よって、「1.」の結果と併せ、漁獲後、凍蔵開始から1ヶ月以内に冷凍すり身までの加工を行なうべきことが示唆された。
- 3) 以上の結果から、アイゴのかまぼこ原料としての利用は、漁獲後、漁村等でドレス状態程度まで加工し、まとまった量になるまで凍結保存したのち大量処理が可能なり身工場等へ漁獲から1ヶ月以内に供給するというルートが最適であると思われる。

(担当：大迫)

Ⅲ. アイゴの蒲鉾適性の周年変動調査

アイゴの蒲鉾原料としての適性については先に述べたところであるが、魚類のゲル形成能には周年変動があることが報告されており、実際、業界においても魚種によってはゲル形成能が低い時期の原料は使用されていない。ところが、ゲル形成能が低い時期は、ほとんどの魚類において初夏から夏季に集中するため、この時期は生鮮原料が業界に供給されない。よって、仮にアイゴにおいて、この時期にゲル形成能が低下しないか、また、低下したとしても他魚種に比較して良好なゲルが得られるとすれば蒲鉾業界に貢献しうると考えた。

以上の目的で、7月から翌年3月までのアイゴ蒲鉾

ゲル形成能の季節変動について調査し、結果を得たので報告する。

実験方法

供試魚 2001年7月23日から2002年3月26日に五島灘で漁獲されたアイゴを用いた。

魚体サイズの計測および生殖腺指数の算出 8kg入りの発砲スチロール箱から無作為に10尾を取り出し、魚体重、尾叉長および生殖腺重量を計測した。生殖腺指数は次式により算出した。

$$\text{生殖腺指数} = 100 \times \text{生殖腺重量} / \text{魚体重}$$

落し身および清水晒肉の調製 供試魚はいずれの月も総重量約50kgを用い、鱗を取り除き、粘質物を拭き取ったのちでフィレーにした。これを網ロール式採肉機(備文機械製作所製NF2D-X型、孔直径4mm)にかけて落し身を採取した。清水晒は落し身の5倍量の水水道水で3回行なった。水晒終了後、高速遠心脱水機(ニックリ製BEM-13S型)を用いて予備脱水し、さらに加圧脱水機(駒形機械製作所製KS-1型)を用いて脱水した。

加熱ゲルの調製 落し身および清水晒肉を5℃の冷蔵庫内でミートチョッパー(南常鉄工製M-22型)を用いて細切し、肉重量に対して3%の塩化ナトリウムを加え、高速カッター(ステファン社製UM-5型)で3分間脱気播漬した。なお、このとき、清水晒肉とアルカリ塩水晒肉は播り上がり時の水分が79%になるよう冷水水道水を加水した。播漬した肉糊は直ちに手回しスタッパー(ディック社製GL型)を用いて折り径42mmの塩化ビニリデンのケーシングチューブに100gを充填したのち、30℃から90℃まで10℃間隔で、それぞれ20分間加熱と2時間加熱したゲルを調製し、加熱終了後、直ちに氷水で冷却した。

なお、落し身および清水晒肉の調製の工程および、加熱時までの各工程の品温は10℃以下に保った。

一般成分およびpHの測定 水分は、試料10gを精秤後、105℃で恒量にして求めた。粗脂肪含量はFolchらの方法で求めた。pHは試料3gに10倍量の脱イオン水を加えて摩砕後、測定した。

加熱ゲル形成能の測定 調製したかまぼこは、レオメーター(不動工業製NRM-2003J型)を用いて押し込

表2 アイゴから調製したゲルの pH, ハンター白色度, 水分および粗脂肪含量

サンプル日	pH		ハンター白色度 (30°Cで20分加熱)		ハンター白色度 (90°Cで2時間加熱)		水分 (%)		粗脂肪 (%)	
	N. L. ^{*1}	F. W. ^{*2}	N. L.	F. W.	N. L.	F. W.	N. L.	F. W.	N. L.	F. W.
	2001/7/23	6.0	6.7	45	51	59	67	75	79	3
9/10	6.2	7.0	45	51	62	70	76	79	2	2
10/12	6.2	6.4	46	53	61	69	73	79	4	3
10/25	-	6.9	-	50	-	70	-	78	-	1
11/8	6.1	6.8	45	51	61	71	75	79	2	1
11/20	-	7.0	-	58	-	75	-	79	-	2
12/6	6.3	6.7	47	54	61	71	72	79	5	2
12/25	-	7.2	-	53	-	73	-	79	-	1
1/8	6.4	6.7	45	50	63	68	75	79	2	1
3/4	6.6	6.7	39	47	57	66	79	80	1	1
3/26	L ^{*3}	7.0	-	57	-	71	-	79	-	1
	S ^{*4}	6.7	-	43	-	62	-	81	-	1

*1 'N. L.' は、落し身を示す

*2 'F. W.' は、清水晒肉を示す

み試験を行なった。すなわち、厚さ 25mm 幅に輪切りにした加熱ゲルを、5mm の球形プランジャー、試料台上昇速度 6cm/min で測定し、破断したときの荷重を破断応力(g)および破断時までの距離を破断凹み(mm)とした。また、破断応力と破断凹みの積をゼリー強度(g・cm)とした。折り曲げ試験は西岡の方法に準じて1~5の5段階で示した。圧出水分率は厚さ 5mm 幅に輪切りにした加熱ゲルを 1cm 角に切り、円形濾紙で二重に挟み(内側と外側はそれぞれ ADVANTEC 製 No.5A および 2, とともに直径 55mm), 遊離水分測定器(中央理化製)を用いて、10kg/cm²の圧力で1分間加圧後加熱ゲルを取り出し、減じた重量を圧出水分とし、加圧前の重量に対する百分率で示した。加熱ゲルの色調の測定 1.の項に従った。

実験結果

供試アイゴの性状と組成 供試したアイゴの生物学的データを表1に示した。筋肉成分は、表2に示した。粗脂肪含量の周年変動はほとんど無いが、春季および

表1. 供試アイゴの生物学的データ

サンプル日	尾叉長 (cm) ^{*1}	魚体重 (g) ^{*1}	生殖腺指数 ^{*2}
2001/7/23	30 ± 2	463 ± 109	12 ± 4
9/10	25 ± 3	231 ± 91	0 ± 0
10/12	24 ± 1	241 ± 27	0 ± 0
10/25	31 ± 2	459 ± 79	0 ± 0
11/8	29 ± 4	426 ± 184	1 ± 0
11/20	30 ± 2	418 ± 79	0 ± 0
12/6	28 ± 2	447 ± 125	0 ± 0
12/25	34 ± 2	564 ± 99	1 ± 0
1/8	21 ± 3	139 ± 54	0 ± 0
3/4	31 ± 4	405 ± 92	1 ± 1
3/26	L ^{*3}	34 ± 2	641 ± 280
	S ^{*4}	21 ± 0	141 ± 11

*1 平均値±標準偏差 (n=10)

*2 生殖腺指数=100×生殖腺重量/魚体重

*3 L および S は、それぞれ大サイズおよび小サイズを示す。

夏季に低く、秋季および冬季に若干高い傾向を示した。

播漬後の落し身および清水晒肉の pH には周年変動は認められなかった。

アイゴ肉糊の坐りの周年変動 落し身の坐りゲルは、調査期間中一貫して坐りの状態を呈することは無かったが、清水晒肉は、調査期間中全てのゲルで良好な坐りを呈し、折り曲げ試験の結果においても全て4つ折り時に亀裂を生じなかった。図1に、坐りゲルである、40°Cで20分間加熱した肉糊のゼリー強度を示した。この結果から、坐りは夏季に弱く、冬季に強いことが明らかになった。

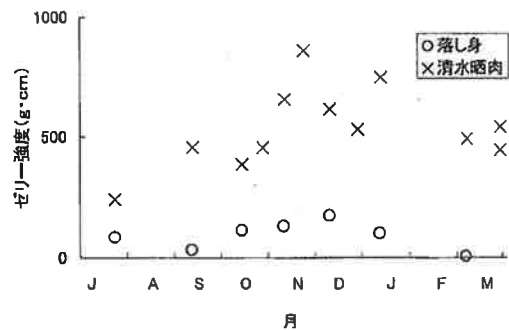


図1 40°Cで20分加熱した坐りゲルのゼリー強度

調理加熱ゲルの周年変動 90°Cで20分加熱した落し身の調理加熱ゲルは、坐りゲルの場合と異なり、清水晒肉と同等かもしくはそれ以上のゼリー強度を示した。折り曲げ試験においては、晩秋から冬季のゼリー強度が高い値を示した時期(図2)にかけては4つ折りで亀裂を生じなかったが、それ以外の時期では2つ折りで2分割した。一方、清水晒においては、ゼリー強度に周年変動はあるものの、調査期間中一貫して4つ折

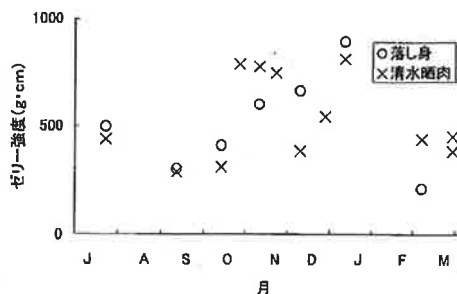


図2 90°Cで20分加熱した坐りゲルのゼリー強度

りにおいても亀裂を生じなかった。また、この周年変動は、40°Cで20分加熱の坐りゲルと同様の傾向を呈した。

色調 落し身および清水晒肉の色調に周年変動は認められず、清水晒肉は官能的には常にスケトウダラ冷凍すり身と同程度の白い色調を呈した。

まとめ

一般的に魚類は産卵期および産卵期後は良好な蒲鉾原料になりにくいとされているが、アイゴの場合、清水晒肉のゲル形成能に周年変動があり、夏季に低く、冬季に高いものの、夏季の悪い時期においても良好な蒲鉾原料となることがわかった。

(担当：大迫)

IV. イボダイのかまぼこ適性調査

イボダイは本県では以西底曳網漁業等で漁獲され、鮮魚や一夜干し等として市場に供給される。ところが、時期によっては大量に漁獲され供給過剰となる場合があり(平成12年の以西底曳網漁業)、このような場合の高度有効利用策が問題となる。

方策の一つとして、かまぼこ原料としての供給が考えられるが、イボダイのかまぼこゲル形成能についての知見が無い。

よって、本調査ではイボダイのかまぼこ原料としての適性を明らかにすることを目的とした。

実験方法

供試魚 2001年10月11日に東シナ海で漁獲されたイボダイを用いた。

魚体サイズの計測および生殖腺指数の算出 8kg入りの発砲スチロール箱から無作為に10尾を取り出し、

魚体重、尾叉長および生殖腺重量を計測した。生殖腺指数は次式により算出した。

$$\text{生殖腺指数} = 100 \times \text{生殖腺重量} / \text{魚体重}$$

落し身、清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉の調製 供試魚はいずれの月も総重量約50kgを用い、鱗を取り除き、粘質物を拭き取ったのち、フィレーにした。これを網ロール式採肉機(備文機械製作所製NF2D-X型、孔直径4mm)にかけて落し身を採取した。清水晒は落し身の5倍量の水道水で3回行い、アルカリ塩水晒は、5倍量の0.2%炭酸水素ナトリウム(和光純薬工業製食品添加物用)、0.15%塩化ナトリウム(和光純薬工業製特級)水溶液で行なったのち、5倍量の0.3%塩化ナトリウム水溶液で2回行なった。水晒終了後、高速遠心脱水機(ニックリ製BEM-13S型)を用いて予備脱水し、さらに加圧脱水機(駒形機械製作所製KS-1型)を用いて脱水した。

加熱ゲルの調製 落し身、清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉を5°Cの冷蔵庫内でミートチョッパー(南常鉄工製M-22型)を用いて細切し、肉重量に対して3%の塩化ナトリウムを加え、高速カッター(ステファン社製UM-5型)で3分間脱気播潰した。なお、このとき、清水晒肉とアルカリ塩水晒肉は播り上がり時の水分が79%になるよう冷水道水を加水した。播潰した肉糊は直ちに手回しスタッパー(ディック社製GL型)を用いて折り径42mmの塩化ビニリデンのケーシングチューブに100gを充填したのち、30°Cから90°Cまで10°C間隔で、それぞれ20分間加熱と2時間加熱したゲルを調製し、加熱終了後、直ちに氷水で冷却した。

なお、落し身、清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉の調製の工程および、加熱時までの各工程の品温は10°C以下に保った。

一般成分およびpHの測定 水分は、試料10gを精秤後、105°Cで恒量にして求めた。試料を600°Cで灰化後恒量にして粗灰分とした。粗タンパク質含量はKjeldahl法で全窒素量を求めたのち6.25を乗じて求めた。粗脂肪含量はFolchらの方法で求めた。pHは試料3gに10倍量の脱イオン水を加えて摩砕後、測定した。加熱ゲル形成能の測定 調製したかまぼこは、レオメー

ター（不動工業製 NRM-2003J 型）を用いて押し込み試験を行なった。すなわち、厚さ 25mm 幅に輪切りにした加熱ゲルを、5mm の球形プランジャー、試料台上昇速度 6cm/min で測定し、破断したときの荷重を破断応力(g)および破断時までの距離を破断凹み(mm)とした。また、破断応力と破断凹みの積をゼリー強度($g \cdot cm$)とした。折り曲げ試験は西岡の方法に準じて 1~5 の 5 段階で示した。

坐り指数および戻り指数は志水らの方法に従って求めた。前者は 50°C で 20 分間加熱した加熱ゲルのゼリー強度に対する 40°C で 2 時間加熱した加熱ゲルのゼリー強度の割合を百分率で表し、後者は 50°C で 20 分間加熱した加熱ゲルのゼリー強度に対する 60°C で 2 時間加熱した加熱ゲルのゼリー強度の割合を 1 から減じたものの百分率で表した。

加熱ゲルの色調の測定 1. の項に従った。

実験結果

供試イボダイの性状と組成 供試したイボダイの平均尾叉長および魚体重は、それぞれ 19cm および 166g であった。また、生殖腺の発達は見られなかった。筋肉成分は、図 1 に示した。魚類全般のなかでは、粗脂肪含量は低く、粗タンパク質含量は平均的な値であり、成分的にかまぼこ原料として適当であると思われる。

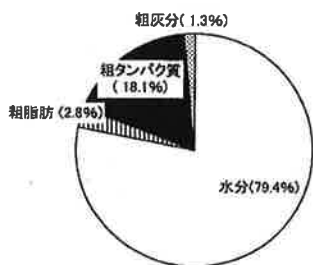


図 1 イボダイ筋肉の一般成分

イボダイ肉糊の加熱によるゲル化パターン 播漬後の落とし身、清水晒肉およびアルカリ塩水晒肉の pH は全て 6.8 であった。アルカリ塩水晒肉については、清水晒肉と比較して pH がほとんど変わらないこと、および 40°C で 20 分加熱したかまぼこゲルのゼリー強度が同程度の値を示したため、それ以外の検討は行なわなかった。

温度-ゲル曲線では、落とし身およびアルカリ塩水晒

肉ともに温度帯に関わらず 500 $g \cdot cm$ 以下のゼリー強度を示した (図 2)。この値は、一般にかまぼこ原料として使用されているスケトウダラ、マアジ、トビウオ類およびワニエソ等に比較すると低い値であると思われた。比較的弱いゼリー強度を示す一方、清水晒肉は、折り曲げ試験において、坐りの温度帯の 40°C において 4 つ折りで亀裂を生じず、また、90°C においても 20 分加熱では 4 つ折りで亀裂を生じる程度であり、やわらかくしなやかなかまぼこを形成することが明らかになった。

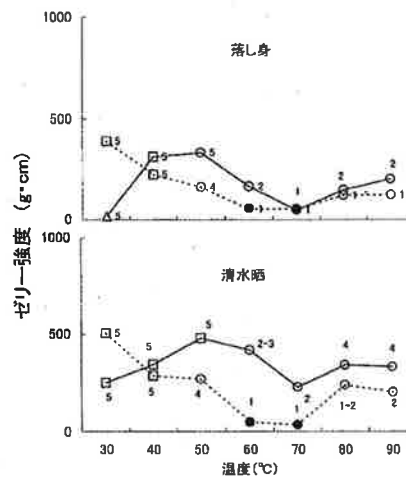


図 2 イボダイの温度-ゲル曲線

△、生ゲル；□、坐りゲル；○、加熱ゲル；●、戻りゲル
1, 2つ折りで2分割する；2, 2つ折りで亀裂を生じる；3, 4つ折りで崩壊す
4, 4つ折りで亀裂を生じる；5, 4つ折りで亀裂を生じない
実線、20分加熱；破線、2時間加熱

晒の有無に関わらず、60°C 付近で、典型的な戻りを生じた。

坐り指数と戻り指数 表 1 に、坐り指数と戻り指数を示した。落とし身と清水晒肉を比較すると、晒処理により坐りにくく、戻りやすくなる傾向を示した。一般に晒処理により坐りは促進されるが、イボダイの場合は物性の向上の観点からは、晒処理は必要でないことが明らかになった。

表 1 坐り指数と戻り指数

	坐り指数	戻り指数
落とし身	67.4	83.8
清水晒	59.8	89.9

志水らの報告から定義づければ、イボダイは坐りやすく、きわめて戻りやすいことが明らかになった。

色調 表 2 に、90°C で 2 時間加熱したかまぼこの色調

表2 イボダイから調製した90°Cで2時間過熱した蒲鉾の色調

	落し身	清水晒肉
HL ^{*1}	63.7	70.2
Ha ^{*2}	-0.7	-1.8
Hb ^{*3}	6.1	2.8
HW ^{*4}	63.2	70.0

*1-4 順にハンター明度、ハンターa値、ハンターb値、ハンター白色度を示す。

を示した。清水晒肉のハンター白色度は高い白色度を示した。また、これは、スケソウダラS A級すり身と比較して、官能的に遜色なかった。

まとめ

- 1) イボダイはかまぼこ原料として使用可能であることが明らかになった。
- 2) 但し、きわめて戻りやすいため、加熱時に60°C付近の温度帯を迅速に通過させなければならない。
- 3) 清水晒とアルカリ塩水晒では、その効果の差は明瞭では無く、清水晒処理を行えばよいことが明らかになった。
- 4) 晒処理により、一般に流通しているスケソウダラのかまぼこと遜色の無い色調が得られることが明らかになった。

(担当：大迫)

V. トビエイの栄養成分調査

有明海では、エイ類が沿岸のアサリ等の有用介類を食害し、沿岸漁業に影響を及ぼしている。このため、トビエイ類を対象とした駆除が行われているが、漁獲物は陸上で消却あるいはミール工場等に安価で引き取られている。これの有効利用の為に基礎知見としての栄養成分が必要であるが、これについての知見が無い。よって、栄養成分の検索を行なった。

実験方法

供試魚 平成13年11月26日に有明海で漁獲され、島原市に水揚げされたトビエイおよびアカエイを用いた。供試魚の性状は表1に示した。

一般成分の測定 水分は、試料10gを精秤後、105°Cで恒量にして求めた。試料を600°Cで灰化後恒量にして粗灰分とした。粗タンパク質含量はKjeldahl法で全窒素量を求めたのち6.25を乗じて求めた。粗脂肪含量はFolchらの方法で求めた。

表1. 供試したトビエイおよびアカエイの魚体サイズ

	肛門長 (cm)	魚体重 (kg)
トビエイ	1	54.8
	2	44.2
	3	50.8
	4	54.2
平均	51.0	11.7
アカエイ	1	31.7
	2	31.5
	平均	31.6

脂肪酸組成の分析 一般成分の測定時に抽出した粗脂肪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。

結果

トビエイおよびアカエイは互いに類似した一般成分の組成を呈した。

また、他の海産魚(マアジ、マサバ、マイワシ、マダイ、ヒラメ)と比較して、高水分、中タンパク質、低脂肪と言える。(表2)

表2 エイ類の一般成分

	水分 (%)	粗脂肪 (%)	粗タンパク質 (%)	灰分 (%)
トビエイ	1	77.8	0.6	20.5
	2	80.1	0.5	18.0
	3	77.8	0.6	20.3
	4	77.0	0.7	20.6
平均	78.1	0.6	19.9	1.4
アカエイ	1	80.3	0.5	18.2
	2	79.5	0.4	19.0
	平均	79.3	0.5	19.0

トビエイの脂肪酸組成を表3に示した。一般に、粗脂肪含量が低いものはポリエン酸含量が高いと言われるが、トビエイの場合、粗脂肪含量が低いにも関わらずポリエン酸含量は低い値を示した。

表3 トビエイの脂肪酸組成

脂肪酸	1	2	3	4	AVE ± S.D.
全飽和酸	28.2	26.1	29.8	24.4	27.6 ± 2.3
C14:0	1.4	0.7	0.5	0.2	0.7 ± 0.5
C16:0	20.0	20.3	19.2	17.8	19.3 ± 1.1
C18:0	6.7	7.1	10.1	6.3	7.6 ± 1.7
全モノエン酸	22.3	24.1	18.2	24.7	22.3 ± 2.9
C18:1 n-7	6.9	7.1	3.9	7.0	6.2 ± 1.5
C18:1 n-9	7.8	9.5	7.8	10.0	8.8 ± 1.1
C18:1 n-7	6.9	6.6	6.1	7.2	6.7 ± 0.5
C20:1 n-9	0.5	0.8	0.3	0.2	0.4 ± 0.2
C22:1 n-11	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1 ± 0.0
C22:1 n-9	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1 ± 0.0
C24:1 n-9	trace	trace	trace	trace	trace
ジエン酸	0.8	0.7	0.7	1.4	0.9 ± 0.3
C18:2 n-6	0.8	0.7	0.7	1.4	0.9 ± 0.3
全ポリエン酸	25.2	21.9	20.9	16.4	21.1 ± 3.8
C18:4 n-3	0.3	0.3	0.4	0.2	0.3 ± 0.1
C20:5 n-3	3.5	2.6	2.9	1.9	2.7 ± 0.7
C22:5 n-3	2.1	1.4	1.4	2.6	1.9 ± 0.6
C22:6 n-3	19.3	17.6	16.2	11.6	16.2 ± 3.3
未測定	23.6	25.2	30.4	33.1	28.1 ± 4.5

まとめ

エイ類の有効利用策の基礎知見として、栄養成分を調査したところ以下のことが明らかになった。

- 1) 一般成分は他の海産魚と比較して高水分、中タンパク質、低脂肪であった。
- 2) 脂肪酸にはとくにセールスポイントは見出せなかった。

(担当：大迫)

VI. 異なる飼料で飼育したムラサキウニの遊離アミノ酸組成の違い

近年、世界各地で磯焼けが報告されている。磯焼けとは潮下帯岩礁海底に形成される海中林などの葉状の海藻群落が枯死、衰退する現象である。磯焼けにより藻場に依存して生活するイセエビ、アワビや磯付の魚類の漁獲が著しく減少し産業的に問題となっている。わが国においては、この問題に対して主に磯焼け機構の解明と磯焼けからの藻場修復という観点から研究が進められて来た。磯焼け機構についての解明がされた中、藻食性生物による藻場を形成する藻類の食害が一つの大きな要因としてクローズアップされた。磯焼けの原因として、これまでに挙げられているものにはウニ、アイゴおよびイスズミなどがある。アイゴおよびイスズミ等の藻食性魚類は、それらが持つ藻食性魚類特有の臭気のため、食用には好まれず、漁業の対象にはなりにくい。また、そのことがこれら魚類の増殖に繋がり、磯焼けに一層の拍車をかける原因になっていることも考えられる。

一方、ウニ類、とくにムラサキウニについては、身入りが良い状態では商品価値が高いが、磯焼け地帯に棲息するものは、餌料となる藻類が少ないため、身入りが悪く漁獲されない。藻食性魚類の場合と同様に、漁獲されないことがムラサキウニの増殖をもたらしていることが想定される。よって、ムラサキウニにおいては、漁業者が実践出来る、短期間で安価な身入り改善手法すなわち短期養成手法を導入することにより、磯焼けが緩和されるのではないかと考えた。

一方、このようにウニを短期養成する場合、餌料として、アラメやカジメ等の海中林を構成する天然の藻類を与えるのは結果的に、磯焼けに人為が介入するに過ぎないことになってしまい、磯焼けの緩和という目的にはそぐわない。そこで我々は、アナアオサに注目

した。アナアオサは、商品価値が無い上、海岸に打ち上げられたものは腐敗し、異臭を放つため環境問題の一つにも挙げられており、これがムラサキウニの短期養成に用いることができれば、磯焼けの回復と環境問題の解決という好ましい二つの結果が得られる可能性がある。

よって、本研究ではウニ養成餌料として、従来から使用されているワカメとアナアオサ、また、それらに加えて、比較的入手が容易なアマノリ、ホンダワラ、マアジで短期養成用餌料としての可否を検討した。

実験方法

供試ウニ 1回目の実験では壱岐島、また、2回目の実験では長崎市内のそれぞれ磯焼け地帯で漁獲したムラサキウニを用いた。また、1回目の実験では、供試ウニを大まかに大および小で2等分した。供試ウニの性状を表1に示した。

餌料 ワカメは島原半島で養殖され、ポイル、塩蔵されたもの、アナアオサは長崎市内の養殖筏に付着していたもの、アマノリは、島原半島の養殖されたものを、ホンダワラは長崎市内の海岸で採取したものをを用いた。マアジは、長崎沿岸海域で漁獲されたものをラウンド状態で細切し、スーパーマスコロイダーで微細化したのち、肉重量に対して4%のアルギン酸ナトリウムを加え、4%塩化カルシウム溶液中で厚さ5mmに板状に凝固させたものをを用いた。

飼育方法 1辺が50cm、高さ30cmの正方形の枠内に、シェルターとして、直径30cm、高さ40cmの円柱状の塩化ビニル製のパイプを縦方向に割ったものを入れ、シャワー状に上部から海水を散布して50個体ずつ飼育した。餌料は1回に200gずつ与え、ウニが食べきる前に、給餌した。また、3日経過時点で食べ残したものは、取り除いた。

生殖腺指数の算出および分析試料の調製 生殖腺指数は、全重に対する生殖腺重量で示した。分析試料は、それぞれ20個体分の生殖腺をホモジナイザーで磨砕して一様にしたものをを用いた。また、実験2においてはこれらに加え、個体別にアミノ酸分析に供試した。色調の測定 厚さ6.8mmの試料を、色彩色差計で測定した。

一般成分、エキス態窒素量およびグリコーゲン含量の分析 生殖腺指数は、全重に対する生殖腺重量で示した。水分は、試料 10g を精秤後、105°C で恒量にして求めた。試料を 600°C で灰化後恒量にして粗灰分とした。粗タンパク質含量は Kjeldahl 法で全窒素量を求めたのち 6.25 を乗じて求めた。粗脂肪含量は Folch らの方法で求めた。100 から、他の成分の割合を差し引いたものを炭水化物含量とした。エキス態窒素量は Konosu らの方法で抽出したエキスから Kjeldahl 法で求めた。グリコーゲン含量は Carroll らの方法で求めた。

アミノ酸の分析 Konosu らの方法で抽出したエキス態窒素を、クエン酸ナトリウム緩衝液で 10 倍希釈したのち、アミノ酸自動分析計で分析した。タンパク質構成アミノ酸は、全試料を 6N 塩酸で 20 時間加水分解後、遊離アミノ酸と同様に分析し、遊離アミノ酸を差し引いた。

結 果

餌料の違いによるウニの身入りおよび生殖腺の一般成分の違い

表 1 に、ウニのサイズ、身入り、生殖巣を一樣にした試料の一般成分、グリコーゲン含量、エキス態窒素含量および色調を、表 2 に、餌料の一般成分を示した。1 回目の実験では生殖腺指数は、実験開始時から比較していずれの餌料においても上昇し、さらに、磯焼け

漁場にそのまま放置されたウニと比較して高い値を示した。大サイズにおいては、ワカメ給餌区の生殖腺指数は、他よりも有意に高い値を示した。小サイズにおいては、ワカメ給餌区とノリ給餌区が、他より有意に高い値を示し、ワカメ給餌区とノリ給餌区間に有意な差は認められなかった。2 回目の実験では、ワカメ給餌区とアオサ給餌区が他より高い値を示し、ワカメ給餌区とアオサ給餌区間に有意差は認められなかった。

一般成分は、各試験区ともにマアジ給餌区の粗脂肪含量が他と比較して若干高い値を示したが、これは他と比較してマアジの粗脂肪含量が高いためと考えられた。粗タンパク質含量および粗灰分含量に、試験区間および餌料間での明瞭な差は無かった。グリコーゲン含量は 1 回目の実験ではアナアオサで飼育したものが他よりも高い値を示し、ワカメで飼育したものは低い値を示した。2 回目の実験では、1 回目のそれに比較して全体的に低い値を示した。以上の結果から、歩留の向上には、従来から種苗育成用に一般的に用いられている塩蔵ワカメが効果的であると考えられた。また、アナアオサについても、他と比較してそれほど明瞭では無かったが、ウニ育成用の餌料として十分活用できることが明らかになった。

ウニ生殖巣の遊離アミノ酸組成

呈味成分として重要な遊離アミノ酸組成を表 3 に示

表 1 ムラサキウニの全重量、身入り、身の一般成分、グリコーゲン含量、エキス態窒素および色調

	全重量 (g)	身入り (%)	水分 (%)	粗脂肪 (%)	粗タンパク質 (%)	粗灰分 (%)	炭水化物 (%)	グリコーゲン (mg/g)	エキス態窒素 (mg/100g)	身の色				
										L*	a*	b*		
1 回目の実験	実験開始	39	3	61	13	18	3	6	608	31	6	12		
	小サイズ	魚肉給餌	40	5	66	10	17	2	5	38	709	40	8	22
	アナアオサ給餌	40	5	65	10	18	2	5	57	745	37	8	19	
	ワカメ給餌	40	7	68	10	16	2	4	29	694	41	8	23	
	アマノリ給餌	40	7	67	8	18	2	4	44	702	38	9	22	
	大サイズ	実験開始	60	4	62	11	18	3	6	57	845	33	7	14
	魚肉給餌	55	5	65	11	18	3	4	42	679	36	9	19	
	アナアオサ給餌	61	5	65	10	17	3	5	56	870	31	6	10	
	ワカメ給餌	65	7	68	9	17	2	4	32	845	36	7	16	
	アマノリ給餌	66	5	66	9	17	3	5	40	796	32	6	12	
磯焼け地帯に放置	60	3	67	7	17	4	6	44	687	32	5	4		
2 回目の実験	実験開始	48	6	66	8	15	3	6	44	589	44	11	29	
	魚肉給餌	46	7	70	8	17	3	2	20	580	48	9	26	
	アナアオサ給餌	48	10	73	7	15	3	2	19	567	45	9	26	
	ワカメ給餌	45	11	72	6	16	3	3	13	800	47	8	27	
	ホンダワラ給餌	48	8	72	7	15	3	3	21	598	48	9	29	

表 2 ムラサキウニに与えたエサの一般成分

一般成分 (%)	魚肉	アナアオサ	ワカメ	アマノリ	ホンダワラ
水分 (%)	62	82	87	70	87
粗脂肪 (%)	6	0	0	1	0
粗タンパク質 (%)	15	3	3	8	1
粗灰分 (%)	14	6	3	9	5
炭水化物 (%)	4	9	7	13	6

表3 ムラサキウニの遊離アミノ酸組成

	1回目の実験										2回目の実験					
	小サイズ					大サイズ					磯焼け 地帯に 放置					
	実験開 始	魚肉給 餌	アナア オサ給 餌	ワカメ給 餌	アマノ リ給餌	実験開 始	魚肉給 餌	アナア オサ給 餌	ワカメ給 餌	アマノ リ給餌		実験開 始	魚肉給 餌	アナア オサ給 餌	ワカメ給 餌	ホンダワ ラ給餌
Tau	64	48	74	50	81	72	50	80	51	76	90	56	39	50	37	43
Asp	11	10	16	7	9	12	11	17	14	11	17	9	10	9	13	23
Thr	188	190	216	211	233	143	161	218	238	244	67	45	158	109	135	102
Ser	85	43	84	61	78	64	28	91	64	78	47	43	40	55	57	64
Glu	142	135	144	115	129	155	106	137	116	118	90	55	148	98	138	131
Pro	24	73	62	64	83	24	45	70	66	64	20	19	71	47	73	51
Gly	1361	784	990	773	988	927	1030	920	841	866	1288	995	1074	1009	1128	931
Ala	308	341	374	296	290	263	204	350	309	281	156	128	234	273	363	393
Cys	trace	23	trace	17	trace	trace	18	trace	20	10	trace	trace	22	8	16	11
Val	92	176	97	183	152	86	176	93	184	194	28	21	77	30	68	35
Met	19	39	15	36	18	18	39	17	37	30	6	3	12	7	10	11
Ile	43	94	40	100	50	39	102	36	106	68	10	5	34	9	31	16
Leu	56	117	56	147	79	52	135	46	163	103	14	7	40	16	47	25
Tyr	68	122	89	171	107	68	106	78	172	137	23	11	44	20	48	22
Phe	37	50	33	82	29	41	49	44	87	30	34	40	41	26	30	49
His	59	209	62	80	60	61	228	57	85	75	58	39	51	22	30	28
Lys	373	445	247	247	291	330	408	290	256	324	313	274	276	120	139	164
NH3	6	13	7	6	7	5	11	9	9	8	8	5	10	8	8	10
Arg	654	451	687	461	531	615	541	717	488	577	472	262	304	235	177	250
Total	3569.6	3375.5	3292.0	3107.0	3195.1	2975.8	3448.9	3268.5	3305.8	3294.8	2741.1	2017.4	2684.7	2151.3	2549.2	2356.1

“trace”は3mg/100g以下を意味する

した。アミノ酸の呈味に対する効果を大まかに推定するため、船津らの方法をまねて、うま味系 (Glu+Asp)、苦味系 (Arg+Lys+His+Phe+Leu+Ile+Met+Val+Tyr)、および甘味系 (Pro+Thr+Ala+Gly+Ser) に大別した。1回目の実験では、サイズに関わらず、うま味系および甘味系アミノ酸はアナアオサで飼育したものが最も高い値を示し、苦味系アミノ酸はマアジで飼育したものが最も高い値を示した。さらに、苦味系アミノ酸が最も低い値を示したのは、大ではアマノリであり小ではアナアオサで飼育したものであった。2回目の実験では、うま味および苦味系アミノ酸ともにマアジで飼育したものが最も高い値を示し、甘味系アミノ酸はワカメで飼育したものが最も高い値を示した。苦味系アミノ酸は、1回目の実験と同様、アナアオサで飼育したものが最も低い値を示した。

餌料中のアミノ酸組成

餌料がウニ生殖腺の遊離アミノ酸組成に与える影響が、餌料特有のアミノ酸組成に由来するものと考えて、餌料の遊離アミノ酸およびタンパク質構成アミノ酸を示した (表4および5)。うま味系アミノ酸はマメダワラが最も多く含み、他より10%も高い値を示した。苦味系アミノ酸は、マアジが最も多く、次いでワカメで、同程度の値を示した。甘味系アミノ酸はアマノリが最も高く、次いでアナアオサとともに同程度の高い値を示した。

まとめ

ムラサキウニを異なる飼料で養成した結果以下のことが明らかになった。

- 1) ムラサキウニの身入り (歩留) の向上には、ワカメを与えるのが最も効果的である。
- 2) ムラサキウニの呈味成分を改善するためにはアナアオサを与えるのが最も効果的である。

表4 ムラサキウニに与えた餌料の、遊離アミノ酸およびタンパク質構成アミノ酸を併せた全アミノ酸 (mg/100g)

Amino acid	魚肉	アナアオサ	ワカメ	アマノリ	ホンダワラ
Tau	152	trace	trace	126	trace
Asp	1197	350	394	574	196
Thr	586	273	185	383	83
Ser	521	288	180	300	85
Glu	1872	615	437	629	452
Pro	468	203	149	349	88
Gly	864	319	214	449	118
Ala	824	469	266	693	129
Cys	63	46	trace	54	trace
Val	842	273	210	380	85
Met	415	69	108	117	29
Ile	580	177	170	233	70
Leu	1002	297	318	441	123
Tyr	433	192	137	199	54
Phe	531	260	204	280	103
His	484	86	78	88	32
Lys	1137	196	210	325	89
NH3	186	53	50	91	49
Arg	735	359	194	348	76
Total	12490	4523	3503	8080	1841

“trace”は3mg/100g以下を意味する

表5 ムラサキウニに与えたエサのタンパク質構成アミノ酸 (mg/100g)

アミノ酸	魚肉	アナアオサ	ワカメ	アマノリ	ホンダワラ
Tau	70	trace	trace	28	trace
Asp	1381	232	304	724	122
Thr	686	181	142	477	24
Ser	593	190	138	379	59
Glu	2147	408	335	726	275
Pro	533	135	115	398	45
Gly	768	211	165	569	77
Ala	929	311	205	738	83
Cys	73	30	trace	67	trace
Val	735	181	181	493	59
Met	474	46	81	149	21
Ile	668	117	131	295	49
Leu	1150	197	243	558	86
Tyr	486	128	106	253	38
Phe	808	173	153	347	70
His	502	57	68	108	22
Lys	1302	130	161	414	81
NH3	200	35	33	103	28
Arg	842	238	147	438	52
Total	14124	3000	2678	7262	1167

“trace”は3mg/100g以下を意味する

3) 生殖巣(身)中の成分は与える飼料中の成分をよく反映する。

4) 歩留がよく、かつ、優れた呈味成分を持つウニを得るには、ワカメとアナアオサの2種類の海藻の利用が効果的と考えられる。また、この2種類の海藻をどのように与えるかは今後の課題である。

(担当:大迫)

4. 地域加工水産物品質基準策定事業

清原 満・山口 陽
野中 健

塩干品の自主管理体制の確立と色調劣化の防止方法を検討するため、品質評価基準の策定、加工技術の改良・開発、品質・工程管理手法の開発を行い、塩干品の品質向上を図ることを目的とし、前年度に続けて、アマダイ塩干品の加工場の衛生実態調査、細菌汚染の少ない塩干品の製造方法の検討、キントキダイ（アカメ）、キダイ（レンコダイ）塩干品の実態調査およびアカメ、レンコダイの色素成分の分析を行った。

I. 加工場の衛生実態調査

前年度は冬季（2月）に加工場の細菌検査を行ったが、今年度は細菌数が多いと思われる夏季（7月）に前年度と同様にアマダイ塩干品加工場における各工程ごとの一般生菌数と大腸菌群、品温および加工場内の落下細菌などの測定を行った。

実験方法

検査方法 平成13年7月に前年度1）と同じ長崎市内のA水産加工場で細菌検査を実施した。アマダイ塩干品を加工工程ごとに3検体サンプリングを行い、表面付着菌数測定用減菌スタンプ瓶（栄研器材株式会社製）で魚体表皮表面の拭き取り検査を行った。培地には3M社のペトリフィルムACプレート（一般生菌数測定用）とCCプレート（大腸菌群数測定用）を用い前者は20、35℃で、後者は35℃で所定時間培養した。

結果

(1) 前年度冬季と今年度夏季の結果を表1に示した。各工程における一般生菌数は夏季の方が多かったが、これは元々夏季の原料が冬季よりも細菌汚染されていた、また、35℃よりも20℃培養した時の生菌数がやや多めに検出されたことから原料に付着した細菌を洗浄などの工程で除去できなかったことによるものと推察された。大腸菌群については両者とも加工工程が進むにつれて減少傾向を示した。

表1 アマダイ塩干品加工工程中における一般生菌数および大腸菌群

塩干品の加工工程：原料→冷却*→開き→水洗→塩漬→水洗→乾燥→製品

*冷却の工程は夏期のみに行われ、次亜塩素酸ナトリウムで殺菌した海水に氷を入れ、この中に魚体をいれて冷却している。

1 加工工程中の製品表面(表皮)の拭取検査結果(単位:個/40cm², n=3)

	調査場所	調査月	原料	冷却	洗浄後	塩漬後	乾燥後
一般生菌数	A加工場	2月	$5.6 \times 10^4 \sim 9.0 \times 10^4$	—	$8.3 \times 10^3 \sim 4.8 \times 10^4$	$1.0 \times 10^3 \sim 2.3 \times 10^3$	$6.0 \times 10^3 \sim 6.8 \times 10^4$
35℃培養	"	7月	$5.7 \times 10^5 \sim 1.8 \times 10^6$	$1.9 \times 10^4 \sim 1.7 \times 10^5$	$3.7 \times 10^4 \sim 2.9 \times 10^5$	$3.2 \times 10^3 \sim 6.8 \times 10^4$	$2.2 \times 10^4 \sim 1.2 \times 10^5$
一般生菌数	A加工場	2月	$1.3 \times 10^5 \sim 2.0 \times 10^5$	—	$1.8 \times 10^4 \sim 3.6 \times 10^5$	$1.4 \times 10^4 \sim 4.2 \times 10^5$	$7.0 \times 10^4 \sim 7.4 \times 10^5$
20℃培養	"	7月	$2.1 \times 10^6 \sim 3.9 \times 10^6$	$2.6 \times 10^5 \sim 2.0 \times 10^6$	$1.4 \times 10^5 \sim 5.2 \times 10^6$	$1.9 \times 10^4 \sim 3.1 \times 10^5$	$1.4 \times 10^5 \sim 6.2 \times 10^6$
大腸菌群	A加工場	2月	$5.4 \times 10^2 \sim 1.1 \times 10^3$	—	$0 \sim 1.1 \times 10^3$	<300	<300
	"	7月	$0 \sim 3.1 \times 10^2$	<300	$1.4 \times 10^2 \sim 3.6 \times 10^2$	$0 \sim 4.6 \times 10^2$	<300

2 加工工程中の器具などの拭取検査結果(単位:個/40cm², 水の検査は個/ml)

	調査場所	調査月	冷却水	洗浄水	塩漬水	作業中の台
一般生菌数	A加工場	2月	—	5.0×10^3	1.7×10^4	$6.0 \times 10^5 \sim 1.1 \times 10^6$
35℃培養	"	7月	1.6×10^6	2.9×10^4	1.8×10^4	$7.4 \times 10^5 \sim 8.4 \times 10^5$
一般生菌数	A加工場	2月	—	1.5×10^4	4.8×10^4	$4.3 \times 10^5 \sim 5.8 \times 10^5$
20℃培養	"	7月	3.1×10^7	3.4×10^4	1.5×10^4	$2.0 \times 10^5 \sim 4.4 \times 10^5$
大腸菌群	A加工場	2月	—	<300	<300	$3.0 \times 10^2 \sim 5.8 \times 10^4$
	"	7月	3.2×10^3	<300	<300	$1.6 \times 10^2 \sim 4.8 \times 10^2$

3 落下細菌(個/シャーレ当たり)

調査場所	菌数
作業室(2月)	0~6個
"(7月)	5~14個
包装室(2月)	—
"(7月)	0~7個
乾燥機内(2月)	0~2個
"(7月)	0~6個

4. 品温(℃)

加工工程	2月	7月
原料	0.1~2.5	1.3~2.8
冷却	—	0.4~6.4
洗浄	7.7~8.3	10.1~16.7
塩漬	10.4~10.5	20.1~21.7
乾燥	16.5~16.6	18.7~19.6

*1 生菌数、大腸菌群はペトリフィルムで測定。

(2) 水産加工場でのアマダイの品温は洗浄、塩漬工程で夏季の方が高かったがこれは使用水を冷却せずに使用していたことによるものと思われた。

(3) 落下細菌は水産加工場の作業場で冬季と比較すると夏季の方が多めに検出されたが、菌数はかなり少なかった。

まとめ

1) アマダイ塩干品の製品中の細菌を減少させるには洗浄工程など加工工程の改良の必要性が示唆された。

文献

1) 清原 満・山口 陽・野中 健：平成12年度長崎県総合水産試験場事業報告，pp.123-128 (2001)

(担当：清原)

II. 細菌汚染の少ない塩干品の製造方法の検討

アマダイ塩干品の細菌数を減少させるための製造方法の検討を行った。

1. 洗浄水の殺菌効果の確認 I

洗浄水としてオゾン水、次亜塩素酸ナトリウム、二酸化塩素、水道水を用い、大腸菌 (*E.coli*, IFO3301) に対する殺菌効果の確認を行った。

実験方法

検査方法 各洗浄水 100ml が入った三角フラスコに大腸菌浮遊液 (第1区： 1.2×10^7 個/ml，第2区： 1.1×10^8 個/ml) を 1ml 加え、5分間攪拌した後、3M社のペトリフィルム AC プレートに 1ml 採取し、35°C で 24 時間培養し、菌数を測定した。

オゾン水 オゾン水製造装置 (コフロック社製 WE1000) で製造し、オゾン濃度はオゾン濃度計 (オキトロニクス社製 OZM-7000L) で測定した。

遊離残留塩素量 ポータブル残留塩素計 (東亜 DKK 社製 RC-24P) で測定した。

酸化還元電位 (ORP) 電極式 pH メーター (堀場製作所製 F-22 型) に金属電極を接続して測定した。

結果

使用した洗浄剤の性状を表 1 に示した。大腸菌浮遊液を用い、各洗浄水の殺菌効果を確認したところ、表 2 に示したように全ての洗浄水でほぼ 100% に近い殺菌率を示した。

2. 洗浄水の殺菌効果の確認 II

魚体の汚れなどの有機物が存在すると思われる条件で確認試験 I と同様の洗浄水を用い、殺菌効果の確認を行った。

実験方法

検査方法 アマダイ鮮魚を清潔なポリエチレン袋に入れ、これに滅菌生理食塩水を適量添加し 5 分間振とうした後、ストマフィルターでろ過した溶液を細菌浮遊液 (1.1×10^8 個/ml) とした以外は確認試験 I と同様な操作を行った。

結果

有機物等の影響をできるだけ排除した確認試験 I ではほぼ 100% 殺菌できたが、魚体の汚れなどの有機物が存在すると思われる条件の確認試験 II では、表 3 に示したように水道水およびオゾン水で殺菌率の低下が見られた。

3. 魚体表面付着菌の洗浄効果の確認 (モデル試験)

アマダイ鮮魚を大腸菌浮遊液中に浸漬して故意に細菌汚染させ、洗浄水の洗浄効果の確認を行った。

実験方法

検査方法 洗浄水として、次亜塩素酸ナトリウム (100 倍希釈)、二酸化塩素 (50ppm) および水道水を用いた。

大腸菌汚染方法 大腸菌浮遊液 (1.7×10^7 個/ml) にアマダイ鮮魚を 5 分間浸漬した後、清潔なカゴで 5 分間水切りを行った。

洗浄方法 清潔なポリエチレン袋に魚体を入れ、魚体重に対して同量の洗浄水を加え、軽く振とうしながら、5 分間浸漬した。浸漬後、清潔なカゴに移し 5 分間水切りを行った区 (浸漬洗浄区) と最初に水道水で 15 秒間魚体を洗浄した後に上記と同じ操作を行った区 (流水+浸漬洗浄区) について比較した。

菌数測定方法 菌数の測定は次の方法で行った。魚体を清潔なポリエチレン袋に入れ、魚体が浸る程度に滅菌生理食塩水を入れ、5 分間軽く振とうした後、ポリエチレン袋中の生理食塩水を採取した。採取した試料を 3M 社のペトリフィルム EC プレートに 1ml 採取し、35°C で 24 時間培養し、菌数を測定した。

結 果

図1に示したように浸漬による洗浄方法では洗浄水の違いによる魚体表面の洗浄効果の目立った差は認められず、洗浄水中に浸漬するよりも、流水洗浄の方が洗浄効果が高いように思われた。

4. 加工工程の違いによる細菌数の変化の確認

3の試験で流水洗浄による洗浄効果が高いように思われたので、加工工程（洗浄方法）の違いによる細菌数の変化を測定した。

実 験 方 法

検査方法 通常区【原料→開き→洗浄（溜水）→塩漬→乾燥】と洗浄区【原料→洗浄①（流水）→開き→洗浄②（流水）→塩漬→乾燥】の2区分について、各工程ごとの一般生菌数と大腸菌群の測定を行った。なお、一般生菌数は3M社のペトリフィルム ACプレート、大腸菌群はデゾキシコレート培地で、一般生菌数は20℃で48時間、大腸菌群は35℃で24時間培養した。

表1 洗浄水の性状

種 類	希釈率	水温 (°C)	ORP (mV)	pH	遊離残留塩素 (mg/L)
次亜塩素酸ナトリウム溶液(有効塩素量12%)	1,000倍希釈	25.5	643	9.42	21.0
"	2,000倍希釈	25.3	670	9.19	9.9
"	4,000倍希釈	25.3	707	9.02	6.8
二酸化塩素(20,000ppm)	50ppm	24.9	701	3.2	3.6
滅菌希釈水(細菌検査用)		24.9	409	7.19	0.0

表2 大腸菌浮遊液に対する各種洗浄水の殺菌効果

区 分	洗浄水種類	菌数(個/ml)	殺菌率(%)
第1区	対照(滅菌希釈水)	161000	0
	水道水	100	99.938
	オゾン水(1.1ppm)	0	100
	オゾン水(2.0ppm)	1	99.999
	オゾン水(3.6ppm)	1	99.999
第2区	対照(滅菌希釈水)	850000	0
	次亜塩素酸ナトリウム(4000倍希釈)	0	100
	次亜塩素酸ナトリウム(1000倍希釈)	0	100
	二酸化塩素(50ppm)	0	100

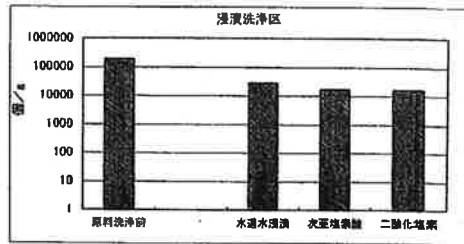


表3 菌浮遊液に対する各種洗浄液の殺菌効果

	菌数(個/ml)	殺菌率(%)
対照(滅菌希釈水)	82000	0.000
水道水	61000	25.610
オゾン水(1.0ppm)	48000	41.463
オゾン水(2.2ppm)	38000	53.659
オゾン水(4.2ppm)	30000	63.415
次亜塩素酸ナトリウム(4000倍希釈)	0	100.000
次亜塩素酸ナトリウム(2000倍希釈)	0	100.000
次亜塩素酸ナトリウム(1000倍希釈)	0	100.000
二酸化塩素(50ppm)	0	100.000

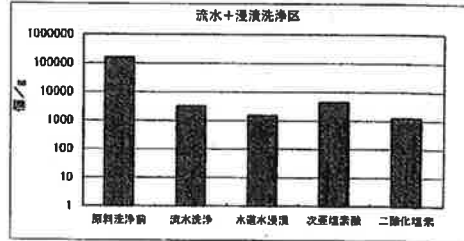


図1 魚体表面に付着した大腸菌の洗浄効果 (n=3)

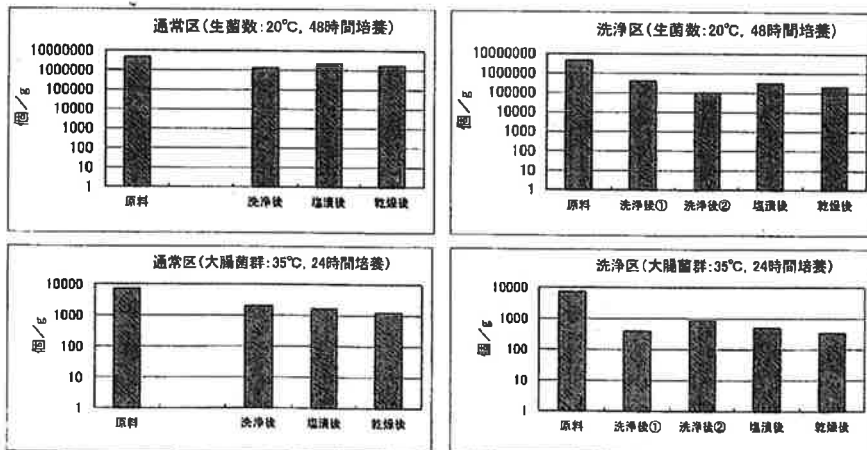


図2 加工工程（洗浄）の違いによる細菌数の変化 (n=3)

結 果

通常区と洗浄区を比較した場合、図2に示したように各工程とも一般生菌数、大腸菌群とも洗浄区の方が低く推移していた。洗浄方法の工夫（浸漬ではなく流水で洗浄する）により、最終製品の細菌数を減少させることが可能であると思われた。

ま と め

- 1) アマダイ鮮魚でモデル試験を行った結果、魚体表面に付着した細菌を殺菌するのは難しく、水道水、オゾン水、次亜塩素酸ナトリウム、二酸化塩素に浸漬して殺菌効果を比較したところ、目立った差は認められなかった。
- 2) 水道水で魚体表面を洗い流す洗浄（流水洗浄）と浸漬による洗浄効果を比較したところ、浸漬よりも流水洗浄の方が洗浄効果が高いように思われ、実際の塩干品加工においても、洗浄方法の工夫（浸漬ではなく流水で洗浄する）により、最終製品の細菌数を減少させることが可能であると思われた。

（担当：清原）

Ⅲ. 市販塩干品の実態調査

長崎県内でアカメ、レンコダイ塩干品の加工を行っている業者に出向き、聞き取り調査を行うとともに製品の分析とアマダイと同様表皮の色素成分の分析を行った。

1. 市販塩干品の実態調査

長崎県内でアカメ、レンコダイ塩干品の加工を行っている業者に出向き、聞き取り調査を行うとともに製品の分析を行った。

実 験 方 法

供試試料 長崎県内で加工を行っている業者の製品（冷凍）アカメ塩干品は4業者、レンコダイ塩干品は3業者を分析に供した。

一般成分およびpHの測定 前年度¹⁾と同様な操作を行った。

塩分 前年度¹⁾と同様な操作を行った。

揮発性塩基窒素（VBN）の測定 前年度¹⁾と同様な操作を行った。

ATP関連物質の測定 前年度¹⁾と同様な操作を行った。

全カロチノイド量 全カロチノイド色素量は石油エーテル溶液の468nmの吸光度から600nmの吸光度を差し引いて求めた以外は前年度²⁾と同様な操作を行った。

色調の測定 前年度¹⁾と同様な操作を行った。

細菌検査 前年度¹⁾までと同様な方法で行った。細菌検査の結果については、各社3尾ずつ測定を行いその平均値で表した。

結 果

(1) 塩干品の製造方法について聴取を行った結果、原料は以西底曳き網漁業の漁獲物または長崎魚市場に水揚げされる中国物の鮮魚を使用しており、加工法（前処理、塩漬）および保存方法も様々であった。

(2) 一般成分等の分析結果を表1に示した。水分および塩分はアカメ塩干品で74.5~78.0%および1.1~2.2%、レンコダイ塩干品で75.4~76.0%および1.4~1.7%とアマダイ塩干品同様、低塩分・高水分の製品であった。

(3) 色調およびカロチノイド量の分析結果を表2と3に示した。A社については使用原料と製品の分析を行ったが、アカメ、レンコダイとも加工工程時における表皮中のカロチノイド量の減少は認められず、加工工程中の褪色は少ないように思われた。

(4) 細菌検査、VBN、K値、IMP比の分析結果を表4に示した。レンコダイ塩干品で生菌数および大腸菌群数が多い製品があった。A社については使用原料と製品の分析を行っており、加工工程におけるK値の上昇およびIMP比の減少の程度は低かった。アカメ塩干品でK値が50%以上、IMP比が40%以下の製品があったが、この原因が原料、加工法、保存法のいずれによるものか不明であった。

2. アカメ、レンコダイ表皮カロチノイド色素成分の測定

アマダイと同様、アカメ、レンコダイ表皮カロチノイド色素成分の分析を試みた。

実 験 方 法

供試試料 平成13年7月18日に長崎魚市場に水揚げされたアカメ鮮魚（標準体長：18.3±0.8cm、体重：145.8±18.1g）および平成13年9月4日に長崎魚市場に水揚げされたレンコダイ鮮魚（標準体長：17.4±0.6cm、体重：179.5±7.6g）の表皮のみを採取し分析に用いた。

カロチノイド色素の測定 昨年度²⁾までと同様な方法で行った。

結 果

アカメの主要なカロチノイドはアスタキサンチンで全カロチノイド量の90%前後、その他(ツナキサンチンなど)が10%前後であった。レンコダイの主要なカ

ロチノイドはアスタキサンチンで全カロチノイド量の60%前後、その他(ツナキサンチンなど)が40%前後であった。

ま と め

1) 市販のアカメ、レンコダイ塩干品の製品分析の結果、アマダイ塩干品と同様、低塩分・高水分の製品

表1 県内の市販塩干品の分析結果

	キントキダイ(アカメ)塩干品				キダイ(レンコダイ)塩干品				
	A社	B社	C社	D社	A社鮮魚	A社	B社	E社	A社鮮魚
重量(g)	117.3±16.9	201.8±5.5	125.4±20.0	156.8±15.8	147.2±16.9	127.9±6.2	130.1±11.1	113.7±10.3	191.9±17.3
水分(%)	75.5	78.0	77.2	74.5	78.1	75.5	75.4	76.0	76.1
粗蛋白(%)	21.0	19.4	18.7	20.7	18.8	20.5	19.0	19.9	19.8
粗脂肪(%)	2.1	1.8	1.8	2.5	2.7	4.2	4.1	3.7	4.2
粗灰分(%)	2.6	2.1	3.0	2.0	1.3	2.7	2.5	2.1	1.3
pH	6.56	6.58	6.54	6.62	6.54	6.90	6.89	6.95	6.81
塩分(%)	1.5	1.2	2.2	1.1	0.2	1.7	1.5	1.4	0.2
塩分乾物換算(%)	6.3	5.6	9.6	4.2	1.1	6.8	6.2	5.7	1.0

- * 使用原料は、以西底曳網漁業の漁獲物または長崎魚市に漁獲される中国物の鮮魚。
- * 乾燥方法は冷風乾燥
- * 保存条件は、A、B、C、E社は、真空包装して、冷凍で保存。D社はトレイに並べてシュリリング包装後冷凍保存。
- * 保存期間は、A社は-50℃で保存して2週間、B、D、E社は1~1.5ヶ月、C社は3~4ヶ月。

表2 アカメ塩干品の色調およびカロチノイド量の分析結果

測定部位	L*	a*	b*	彩度	カロチノイド量(mg/100g)		
					乾物換算	乾物換算	
A社	表皮背部	53.77	7.00	4.24	8.18	9.19	17.53
	表皮中部	79.88	3.29	4.35	5.46		
B社	表皮背部	50.47	7.12	4.21	8.27	7.08	14.27
	表皮中部	72.82	8.52	2.02	8.76		
C社	表皮背部	56.06	1.32	4.41	4.60	1.77	3.96
	表皮中部	74.01	4.11	6.31	7.03		
D社	表皮背部	53.22	8.05	4.25	9.24	5.87	10.08
	表皮中部	73.05	7.82	5.06	9.52		
A社鮮魚	表皮背部	54.11	10.96	8.79	14.05	7.71	16.58
	表皮中部	78.22	5.02	5.85	7.70		

表3 レンコダイ塩干品の色調およびカロチノイド量の分析結果

測定部位	L*	a*	b*	彩度	カロチノイド量(mg/100g)		
					乾物換算	乾物換算	
A社	表皮背部	57.22	1.39	-2.16	2.57	4.10	8.80
	表皮体側	71.64	0.77	-0.56	0.95		
B社	表皮背部	53.95	2.97	-1.43	3.29	2.37	4.91
	表皮体側	66.58	1.10	0.11	1.10		
E社	表皮背部	51.49	2.06	0.88	2.24	2.62	6.50
	表皮体側	65.85	0.79	1.02	1.29		
A社鮮魚	表皮背部	62.21	-0.43	-3.63	3.66	3.02	7.84
	表皮体側	72.33	-0.11	-1.40	1.41		

表4 県内市販塩干品の分析結果

	アカメ塩干品					レンコダイ塩干品			
	A社	B社	C社	D社	A社鮮魚	A社	B社	E社	A社鮮魚
生菌数(個/g)	3.2×10 ⁴	1.1×10 ⁵	8.2×10 ⁵	4.5×10 ⁵	—	3.3×10 ⁴	2.6×10 ⁵	3.3×10 ⁵	—
大腸菌群(個/g)	<300	<300	<300	1.3×10 ³	—	<300	<300	1.4×10 ⁵	—
VBN(Nmg%)	10.9	12.9	16.8	19.6	10.1	12.6	10.1	16.8	11.9
K値(%)	19.8	19.0	90.5	56.3	14.1	16.7	16.2	39.7	10.6
IMP比(%) [*]	78.8	79.9	6.0	39.9	84.7	81.7	82.5	56.7	88.3

* IMP比は次式で算出した。(IMP/(IMP+HxR+Hx))×100

であった。細菌検査の結果、レンコダイ塩干品で生菌数および大腸菌群数が多い製品があった。

2) アカメ表皮の主要色素はアスタキサンチンなどの橙色系であり、また、レンコダイの主要色素はアスタキサンチンであるが、ツナキサンチンなどの黄色系の色素が多く含まれることが判明した。

文 献

- 1) 清原 満・山口 陽・野中 健：平成11年度長崎県総合水産試験場事業報告，pp.146-151 (2000)
- 2) 清原 満・山口 陽・野中 健：平成12年度長崎県総合水産試験場事業報告，pp.123-128 (2001)
(担当：清原)

IV. アマダイ塩干品の品質低下指標の検討

含気包装、脱酸素包装、抗酸化処理と3区分のアマダイ塩干品を作製し、冷凍保存した際の色調等の変化を測定した。

実 験 方 法

試料の調製 平成14年2月27日に長崎魚市場に水揚げされた中国産のアカアマダイ（体長：22.6±1.1cm，体重：252.3±34.2g）を供試魚とし、頭部および内蔵を除去した後、3枚に卸した。

塩漬方法 3枚に卸した試料を10%食塩水に40分間浸漬し、20℃で約60分間機械乾燥後、-50℃で凍結した。抗酸化処理は市販の茶抽出物系の抗酸化剤を10%食塩水に0.5%（W/V%）溶解させた以外は上記と同様な操作を行った。

保存方法 含気包装と抗酸化処理区はポリエチレン袋に入れ、脱酸素包装区は脱酸素剤（ドレンシー社QT-200PW）と共に酸素透過性の極めて低い包剤に密封した後、発泡スチロール箱に収容し、-25℃で保存した。

一般成分 前年度¹⁾と同様な操作を行った。

塩分 前年度¹⁾と同様な操作を行った。

ATP関連物質の測定 前年度¹⁾と同様な操作を行った。

色調の測定 ミノルタカメラ社製の色彩色差計（CR-300）で試料の測線部下部のL*，a*，b*値を測定した。

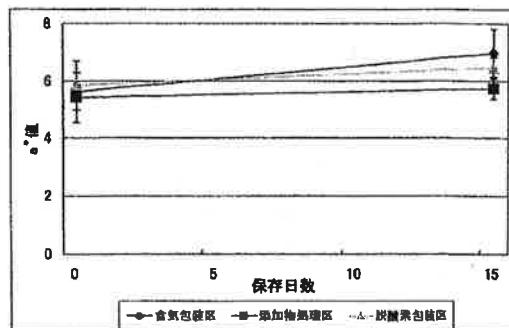


図1 冷凍保存中のa*値の変化

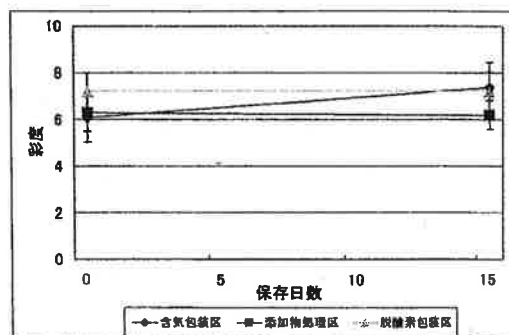


図2 冷凍保存中の彩度の変化

結 果

- 1) 供試原料は水分79.5%，粗脂肪1.9%，K値は14.9%であった。
- 2) 作製した3区分の塩干品の塩分は2.7%前後と市販製品よりも高い塩分であった。
- 3) 15日間保存した場合のa*値の変化を図1に、鮮やかさを示す彩度の変化を図2に示したが、15日間の保存では数値の変化は認められなかった。

ま と め

- 1) 含気包装、脱酸素包装、抗酸化処理と3区分のアマダイ塩干品を作製し、冷凍保存中の色調の変化を測定した結果、15日間保存では色調は良好に保持されていた。
- 2) 保存中の色調変化、脂質酸化、VBN、ATP関連物質等の測定を次年度も継続し、品質低下指標の検討を行う。

文 献

- 1) 清原 満・山口 陽・野中 健：平成11年度長崎県総合水産試験場事業報告，pp.146-151 (2000)
(担当：清原)

5. 水産物高付加価値化技術開発事業

桑原 浩一・大迫 一史
多比良 純一*・川崎 学*

本県では県内産漁獲物を利用した冷凍すり身が生産されており、これらを活用したねり製品は重要な水産加工品となっている。しかし、資源の減少などにより原料魚が不足し、輸入魚や輸入冷凍すり身への依存度が高くなりつつある。一方、定置網等で漁獲されるシイラやトビウオなどは、すり身原料としてほとんど利用されていない。これは、漁期や地域の偏りが主な要因と考えられ、有効活用を図るには原料産地で凍結保管し、一定量まとまった段階ですり身工場に搬入するなどの対策が必要となる。しかし、冷凍原料から調製したすり身は、生鮮原料に比べてかまぼこ形成能が低いなどの問題が想定される。

そこで、すり身原料の確保と低利用資源の付加価値向上を図るため、冷凍原料を用いた冷凍すり身化法の確立および調製した冷凍すり身のかまぼこ化条件について検討を行った。なお、前年度はシイラ、今年度はトビウオを対象とした。

方 法

供試魚 長崎県生月町近海の定置網で漁獲された水揚げ直後のホソトビウオ（丸トビ）およびツクシトビウオ（角トビ）を平成13年6月または8月に採取し、上下氷して水試に搬入した（表1）。凍結による影響を検討するため、一部は直ちに処理し（以下、生鮮魚と略す）、その他は -50°C で凍結後 -25°C で0, 1, 4および7ヶ月間保存した（以下冷凍魚と略す）。

落し身、清水晒しおよびアルカリ塩水晒しすり身の調製

生鮮魚または 5°C の冷蔵庫中に一夜放置して半解凍状態にした冷凍魚を前処理し、網ロール式採肉機で処理して落し身を得た。清水晒しは落し身に対して5倍量の水道水で3回行い、アルカリ塩水晒しは、5倍量の0.2%重曹+0.15%食塩溶液で1回晒したのち、0.3%食塩溶液で2回行った。晒し肉は加圧脱水したのち、肉挽機（南常鉄工製 M-22 型）で細切した。なお、晒しにより3.5%の水溶性タンパク質が除去されたので、かまぼこ形成能に大きく影響する筋原繊維タンパク質濃度を一定にするため、晒し肉および落し身の水分をそれぞれ84および80.5%に調整し、5%のショ糖および0.2%の重合リン酸塩を混合したのち -50°C で凍結して、 -25°C に1ヶ月間保存した（以下、晒し肉および落し身から調製したものをそれぞれ、晒しすり身および落し身すり身と略す）。

加熱ゲルの調製 晒しまたは落し身すり身を半解凍状態で細切したのち、高速カッター（ステファン社製 UM-5 型）で1分間の播潰を3回行った。なお、播潰途中に2.5%の食塩を添加し、最後の1分間は減圧下で行った。肉糊は折径42mmの塩化ビニリデンチューブに充填し、 $30\sim 90^{\circ}\text{C}$ （ 10°C 間隔）で30あるいは120分間加熱してゲルを形成させた。なお、二段加熱ゲルは30または 40°C で所定の時間予備加熱したのち 90°C で30分間加熱した。加熱終了後直ちに氷水中で冷却し、室温に戻したのちゲル物性を測定した。

表1 生月町地先の定置網で漁獲されたトビウオの体長、体重および一般成分

試料	採取日	体長 (cm)	体重 (g)	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)
ホソトビウオ (丸トビ)	H13. 6. 5	19.0±0.7	109±9	76.2	21.9	1.8	1.3
	H13. 8.21	19.9±0.9	117±15	76.6	22.1	1.7	1.3
ツクシトビウオ (角トビ)	H13. 6. 5	23.8±1.4	201±31	76.4	23.8	0.6	1.3
	H13. 8.21	26.5±1.9	267±46	76.2	24.4	0.5	1.3

*長崎蒲鉾水産加工業協同組合

ゲル物性の測定 加熱ゲルを25mm幅の輪切りにし、5mmの球形プランジャーを装着したレオメーター（不動工業製 NRM-2003J）を用いて、荷台上昇速度は6cm/minとして破断強度（g）および破断凹み（mm）を測定し、両者の積をゼリー強度（g・cm）とした。また、5mm幅の輪切りにした加熱ゲルをろ紙（ADVANTEC製 No4A および No2）で挟み、10kg/cm²で1分間加圧し、減じた重量に対する加圧前の重量を圧出水分率（%）とした。色調は色彩色差計（ミノルタカメラ製 CR-300）で、L*, a*, b*値を測定した。

ホモジネートおよび懸濁液の調製 晒しまたは落し身すり身を凍結したまま細切したのち、20mM Tris-HCl（pH7.5）溶液10倍量を添加してホモジナイズし、Nylon mesh（#18）を通過させたろ液をホモジネートとした。また、ホモジネートに上記緩衝液10倍量を加えて攪拌し、10℃で10分間保持して懸濁液とした。緩衝液には終濃度が0.5~2.5%（0.5%間隔）になるように、予め食塩を添加しておいた。

可溶性率の測定 懸濁液を遠心分離（20,000×g, 30分間）して上清液中のタンパク質を測定し、未遠心分離懸濁液のタンパク質に対する相対値を可溶性率（%）とした。なお、タンパク質量は、トリクロロ酢酸でタンパク質を沈殿させ、上清を除去して乾固させたのち1MNaOHで溶解し、ビウレット法で比色定量した。

タンパク質サブユニット組成の測定 加熱ゲルまたはホモジネートに8M尿素-2%SDS-2%メルカプトエタノール-20mMTris-HCl溶液を加えて溶解させ、遠心分離（3,000rpm, 60分間）した上清をSDS-ポリアクリルアミドゲル電気泳動（SDS-PAGE）に供した。SDS-PAGEはLaemli法により、アクリルアミド濃度7.5%のスラブゲルを用いて行い、染色後脱色し、画像解析ソフト（ファルマシア製 Image Master II）で各バンドの染色強度を測定し、全てのバンドの総染色強度に対する各バンドの染色強度を相対値（%）で示した。

粘度の測定 懸濁液を氷水で冷却しながら、B型粘度計（東機産業製、ローター：No1, 回転数：100rpm）で測定した。

結 果

種類による比較 丸トビおよび角トビの背肉部の一般成分を比較すると、水分および粗灰分は近似した値を示したが、粗タンパク質は後者、粗脂肪は前者がやや高い値を示した（表1）。6月に採取し1ヶ月間凍結保存した冷凍魚を用いて、アルカリ塩水晒し肉から晒しすり身を調製し、加熱ゲルの温度-ゲル化曲線を図1に示した。丸トビのゼリー強度は、30または40℃で最も高い値を示したのに対し、角トビは50℃で最も高い値であった。角トビのゼリー強度は、50℃以上で丸トビよりも高い値を示し、これらは8月採取試料においても同様な傾向であった。角トビの戻り現象は丸トビほど顕著ではないことが、50℃以上では角トビの方が高いゼリー強度を示したことに影響していると思われる。すり身原料としては角トビの方が優れていると思われるが、角トビの鮮魚価値は丸トビの4~5倍程度で、すり身原料として活用する可能性が高いのは丸トビであることから、以下の試験には丸トビを用いた。

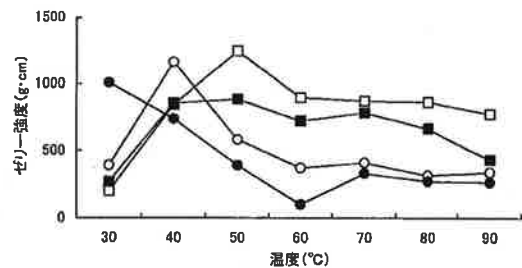


図1 トビウオの冷凍すり身（アルカリ塩水晒し）から調製した加熱ゲルの温度-ゲル化曲線
○—トビウオ30分加熱 ●—トビウオ120分加熱
□—ツグトビウオ30分加熱 ■—ツグトビウオ120分加熱

凍結による影響 6月に採取した生鮮魚または1ヶ月間凍結保存した冷凍魚を用いて、アルカリ塩水晒し肉から冷凍すり身を調製し、加熱ゲルの温度-ゲル化曲線を図2に示した。生鮮および冷凍魚は、30または40℃で坐り、60℃付近で戻るほぼ同様な温度-ゲル化パターンを示した。生鮮魚のゼリー強度は、30℃120分間以外の加熱条件で、冷凍魚よりも1.3~2.3倍高い値を示した。30分間加熱ゲルの圧出水分率（図3）は、30℃以外では冷凍魚が生鮮魚よりも高い値を示した。なお、8月採取試料においても同様な傾向を示し、凍結による筋原繊維タンパク質の変性が、加熱ゲル物性を劣化させることが推察された。

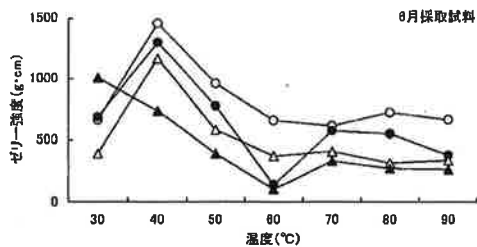


図2 生鮮および冷凍トビウオの冷凍すり身（アルカリ塩水晒し）から調製した加熱ゲルの温度-ゲル化曲線
○-生鮮30分加熱 ●-生鮮120分加熱 △-冷凍30分加熱 ▲-冷凍120分加熱

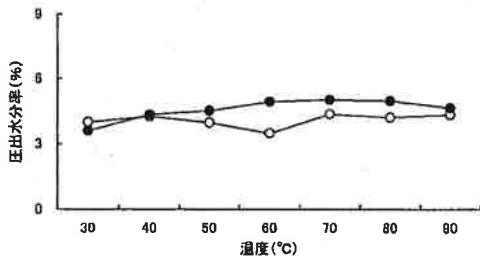


図3 生鮮および冷凍トビウオの冷凍すり身（アルカリ塩水晒し）から調製した加熱ゲルの圧出水分率
○-生鮮試料 ●-凍結試料

また、トビウオの凍結期間が1ヶ月と4ヶ月間では、温度-ゲル化パターンに違いは認められず、ゼリー強度は近似した値を示したが、7ヶ月間になると40°Cでは低い値となった（図4）。なお、加熱ゲルの白色度は凍結期間が長いほど低くなる傾向であった（図5）。凍結による変性は起こるが、その後の4ヶ月までの凍結保存期間はゲル物性にはほとんど影響しなかった。既報^{1,2)}と同様に、冷凍魚からの加熱ゲルは、生鮮魚には劣るが良好なゲル物性を示し、冷凍したトビウオでも優れたかまぼこ原料であることが確認された。なお、以下の試験では1ヶ月間凍結保存した冷凍魚を用いた。

晒し法による影響 凍結による影響試験は、最も一般的に行われているアルカリ塩水晒しで行ったが、トビウオ冷凍すり身の加熱ゲル物性に対して、アルカリ塩水晒しが有効であるかを検証するため、清水晒しと比較し、温度-ゲル化曲線を図6に示した。8月採取試料においても同様であるが、アルカリ塩水と清水晒しの違いによる加熱ゲル物性への影響は確認されなかった。また、色調は類似し、30~90°Cのいずれの加熱温度においても、白色度は近似した値を示した（図7）。

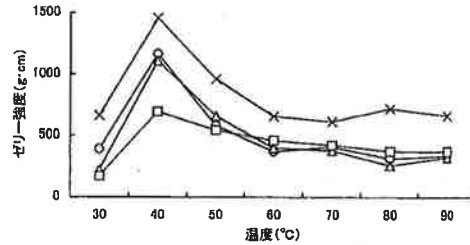


図4 凍結保存期間が異なるトビウオの冷凍すり身（アルカリ塩水晒し）から調製した加熱ゲルの温度-ゲル化曲線
×-0ヶ月 ○-1ヶ月 △-4ヶ月 □-7ヶ月

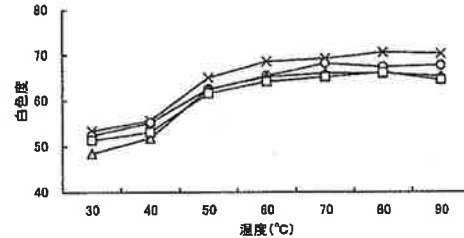


図5 凍結保存期間が異なるトビウオの冷凍すり身（アルカリ塩水晒し）から調製した加熱ゲルの白色度
シンボルは図4と同じ

アルカリ塩水および清水晒しすり身のpHは、7前後の類似した値を示した。鮮度が劣化し筋肉のpHが明らかに低下したトビウオの場合は不明であるが、鮮度良好なトビウオの晒し法は、清水晒しで十分と思われた。なお、以下の試験では、冷凍すり身調製時の晒しは清水晒しで行った。

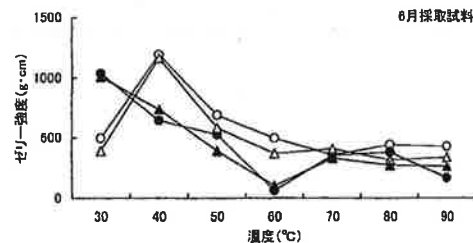


図6 清水およびアルカリ塩水晒しすり身から調製した加熱ゲルの温度-ゲル化曲線
○-清水30分加熱 ●-清水120分加熱 △-アルカリ塩水30分加熱 ▲-アルカリ塩水120分加熱

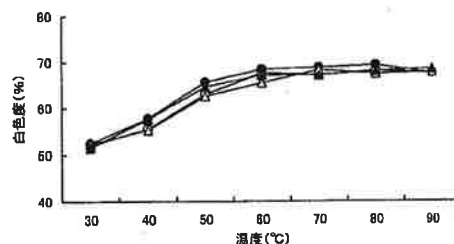


図7 清水およびアルカリ塩水晒しすり身から調製した加熱ゲルの白色度
シンボルは図6と同じ

晒しによる影響 落とし身および晒しすり身から加熱ゲルを調製し、温度-ゲル化曲線を図8に示した。30℃加熱のゼリー強度は、晒しすり身が落とし身すり身よりも高い値を示したが、40および60℃の120分間加熱では落とし身すり身の方が高く、落とし身すり身では60℃付近の戻り現象が晒しすり身ほど顕著ではなかった。また、90℃30分間の直接加熱ゲルでは近似した値を示し、これらは8月採取試料においても同様であった。落とし身すり身から調製した加熱ゲルの色調は、晒しすり身よりも赤茶色く、加熱温度に関わらず白色度は低い値であった(図9)。なお、落とし身すり身のエキス態窒素量は、晒したすり身よりも明らかに高い値を示した(表2)。また、生産規模で行った実証試験での歩留りは、アルカリ塩水および清水晒し肉ともに約26%であったのに比べ、落とし身は約43%と高い値を示した。冷凍トビウオから調製した落とし身および晒しすり身の加熱ゲルは、かまぼこ原料として良好な物性を示し、落とし身すり身は安価でうま味が豊富、晒しすり身は白くて魚臭が少ないといった特性を有することから、適した活用法は異なることが想定された。

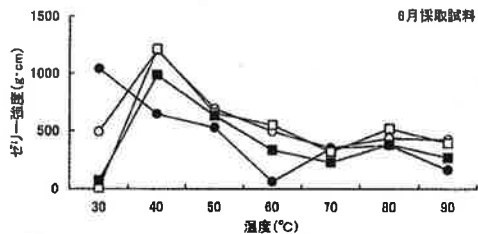


図8 清水晒しおよび落とし身すり身から調整した加熱ゲルの温度-ゲル化曲線
 ○—清水30分加熱 ●—清水120分加熱
 □—落とし身30分加熱 ■—落とし身120分加熱

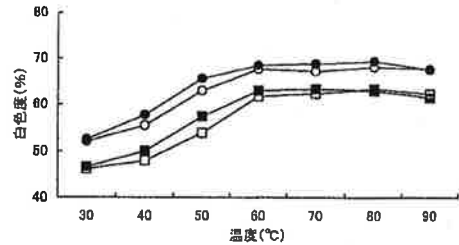


図9 清水晒しおよび落とし身すり身から調製した加熱ゲルの白色度
 シンボルは図8と同じ

予備加熱温度による影響 次に、落とし身および晒しすり身を活用する際の、基本となるかまぼこ化条件について検討した。図6に示した清水晒しすり身の120分間加熱ゲルでは30℃が40℃よりも高いゼリー強度を示したことから、冷凍トビウオに適した坐り温度を確認するため、30または40℃で30、60、120および240分間予備加熱後90℃で30分間加熱した二段加熱ゲルを調製し、ゼリー強度を図10に示した。なお、対照は直ちに90℃で30分間加熱した直接加熱ゲルとした。落とし身および晒しすり身の二段加熱ゲルのゼリー強度は、30℃では予備加熱時間が長くなるに従い高くなる傾向を示したが、逆に40℃では低くなり、240分間になると対照よりも低い値となった。また、晒しすり身

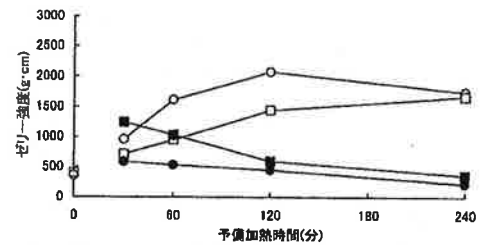


図10 清水晒しおよび落とし身すり身から調整した二段加熱ゲルのゼリー強度
 ○—清水晒し30°C □—落とし身30°C ●—清水晒し40°C ■—落とし身40°C

表2 トビウオから調製したアルカリ塩水晒し、清水晒しおよび落とし身すり身の一般成分

試料	採取日	水分 (%)	粗蛋白質 (%)	粗脂肪 (%)	粗灰分 (%)	エキス態窒素 (%)
アルカリ塩水晒しすり身	H13. 6. 5	80.4	13.4	0.8	0.6	0.03
"	H13. 8.21	80.5	13.7	0.8	0.5	0.04
清水晒しすり身	H13. 6. 5	80.3	13.6	0.9	0.5	0.04
"	H13. 8.21	80.9	13.5	0.7	0.4	0.04
落とし身すり身	H13. 6. 5	76.7	17.0	1.1	1.2	0.35
"	H13. 8.21	76.5	17.4	1.2	1.2	0.36

のゼリー強度は予備加熱時間に関わらず、30°Cが40°Cよりも高い値を示し、予備加熱時間が長い程その差は大きくなった。ゲル物性から判断すると、予備加熱時間が30分間程度であれば30または40°Cによる違いは顕著ではないが、予備加熱を一般的な60分間とする場合は、40°Cよりも30°Cが適していた。

図10に示した加熱ゲルのSDS-PAGEから、タンパク質のサブユニット組成を比較した。晒しおよび落とし身すり身の直接加熱ゲルおよび40°C二段加熱ゲルは、SDS緩衝液にはほぼ100%溶解されたのに対し、30°C二段加熱ゲルでは溶解しない成分が認められた(図11)。加熱ゲルの物性に大きく影響を及ぼすミオシン重鎖(以下、HCと称す)およびHCの分解物を含むとされているX₁成分(HCとアクチンの間に認められる全てのバンドの総称)の相対染色強度を図12に示した。晒し処理の有無に関わらず、30または40°Cの予備加熱時間が長くなるに従いHCは減少した。X₁成分は、30°Cでは対照と同様な値でほとんど変化が認められなかったのに対し、40°Cでは時間経過に伴い増加した。30°Cよりも40°Cで活性の高いHC分解酵素の存在が推察された。

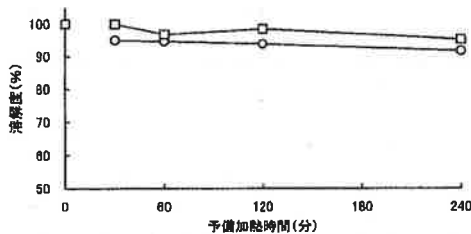


図11 清水晒しおよび落とし身すり身から調製した30°C二段加熱ゲルのSDS緩衝液への溶解度
○—清水晒し □—落とし身

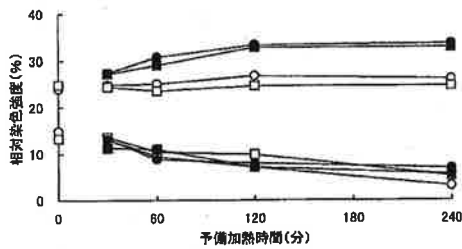


図12 清水晒しおよび落とし身すり身から調製した2段加熱ゲルのHCおよびX₁成分の相対染色強度
上段：X₁成分，下段：HC，シンボルは図10と同じ

食塩添加量の検討 冷凍トビウオの晒しおよび落とし身すり身から調製した肉糊は、スケトウダラなどの肉糊に比べると柔らかく成形しにくいいため、竹輪や板付け蒲鉾などには不向きであった。そこで、20%加水して食塩濃度を変えた肉糊を調製し、食塩による影響を検討した。食塩濃度が高くなるに従い肉糊は柔らかくなった。直接加熱ゲルの破断強度および破断凹みは、食塩濃度0.5~1.5%の間では食塩濃度が高くなるほど高い値を示し、1.5%以上では平衡状態となった(図13)。食塩を1.5%添加した肉糊は、2.5%添加よりも扱い易く、加熱ゲル物性は同程度であった。

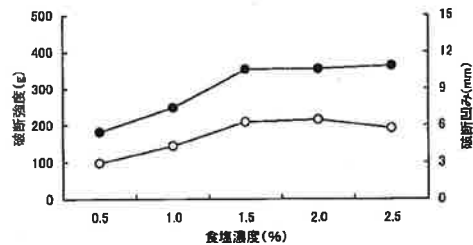


図13 20%加水したトビウオ肉糊中の食塩濃度が破断強度および破断凹みに及ぼす影響
○—破断強度 ●—破断凹み

次に、食塩が所定の終濃度となるように、晒しすり身からホモジネートおよび懸濁液を調製し、食塩濃度が及ぼす影響を検討した。食塩濃度が異なっても、ホモジネートのタンパク質サブユニット組成に顕著な変化は認めず、X₁成分は近似した値であった。肉糊が柔らかくなる現象は、タンパク質の分解によるものではないことが確認された。懸濁液の粘度は肉糊と異なり、食塩濃度が高い程高くなり、2.0%添加で最大値となった(図14)。懸濁液中のタンパク質の可溶化率は、図15に示したように食塩濃度が高いほど高くなり、食塩濃度1.0%のトビウオ懸濁液は、食塩濃度2.5%のスケトウダラ冷凍すり身懸濁液と同程度の可溶化率を示した。可溶化タンパク質の増加は、懸濁液での粘度上昇と肉糊が柔らかくなる現象に関与しているように思われた。

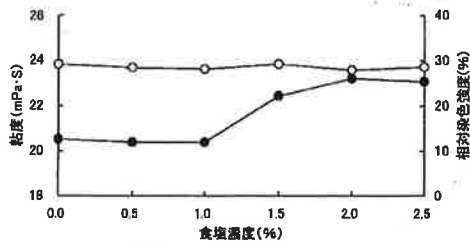


図 14 トビウオ懸濁液の粘度およびホモジネートのX1成分の相対染色強度
●—粘度 ○—X1成分

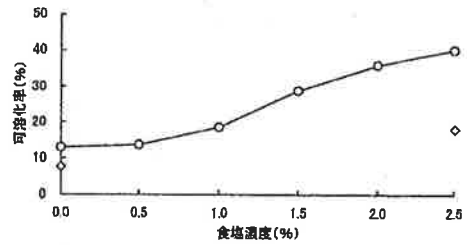


図 15 ホモジネートから調製したトビウオ懸濁液の可溶化率
○—トビウオ ◇—スクワラ

まとめ

- 1) かまぼこの物性は生鮮魚が冷凍魚よりも優れているが、良好なかまぼこ形成能を有するトビウオは、冷凍魚でもすり身原料として使用可能であることを確認した。
- 2) 鮮度良好な冷凍トビウオの晒し法は、清水晒しで十分であった。また、晒し処理を行わない落とし身でも良好なかまぼこ形成能を示した。
- 3) 冷凍トビウオのすり身から二段加熱してかまぼこを形成する際の予備加熱温度は、一般的に行われている40℃よりも30℃の方が適していた。

- 4) 冷凍トビウオのすり身から竹輪などを製造する際の食塩添加量は、肉糊の扱い易さおよびかまぼこの物性から判断して、1.5%程度が適していた。

文献

- 1) 梶木重哉・黒川孝雄・日下部重郎：昭和47年度水産物利用加工試験研究全国連絡会議資料，254～256 (1972)。
- 2) 谷川昭夫：平成元年度水産物加工原料転換パイロット調査事業報告書，45～63 (1990)。

(担当：桑原)