

# 1. 水産物流通加工技術高度化支援事業

野中 健・岡本 昭・桑原 浩一  
大迫 一史・清原 満・江上 教子

## 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。

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。

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)	67件 (34件)	483件 (398件)	94件 (18件)	644件 (450件)
研 修 会	24回			
巡 回 指 導	14回			
来 所 者	1,265名			

表2 主な施設利用

項 目	利 用 者	内 容
品質向上試作	漁協(西彼地区) 加工業者(長崎市)	海藻製品の改良 水分含量の測定, 急速冷凍
製品開発試験	漁協(長崎市)	魚醤油等の製造について
	漁協(南高地区)	塩ウニ残滓物利用試験
	加工業者(長崎市)	魚醤油もろみを利用した試作品開発 乾製品の試作 マダイを用いた加工品製造
	加工業者(西彼地区)	pH, VBN, K値の測定
	加工業者(平戸市)	魚醤油等の製造について
	加工業関連組合(長崎市)	揚げ物製品の開発
品質管理	加工業者(長崎市)	イカを用いた加工品の微生物, 保存試験 煮干し製品の品質検査
	加工業者(松浦市)	フィレー異常の確認(粘液胞子虫)
	加工業関連組合(長崎市)	調味すり身の品質検査 マグロ冷凍試験
	漁業関係連合会	イカ加工品の異物混入確認
その他の指導	加工業関連組合(長崎市)	塩分, VBNの測定 発酵魚粉の成分分析

表3 研修会の開催

月	研修者	人数	場所	主な研修内容
5	加工業者	18	長崎市	「色もの」塩干品の品質基準について
6	西彼町漁協関係者	10	総合水試	マルアジ塩干品の試作指導
	野母崎三和漁協関係者	10	総合水試	アイゴかまぼこの試作指導
7	西彼町漁協関係者	5	総合水試	マルアジ塩干品の試作指導
	加工業者, 大学, 漁協	20	長崎大学	ウニの飼育による生殖巣の品質改良
8	西彼町漁協関係者	5	総合水試	マルアジ塩干品の試作指導
	水産業改良普及員	22	長崎市	長崎県における水産加工製造開発の状況について
	加工業者	4	総合水試	微生物検査法について
9	加工業者	19	厳原町	水産加工について
10	水産業改良普及員	22	総合水試	魚醤油製造について
	沖縄県水産試験場	27	沖縄水試	トビウオ加工講習
11	大村湾地区漁業関係者	53	大村市	ナマコ加工研修
	小学校関係者	97	総合水試	かまぼこ等の加工について
	水産加工研修会	29	松浦市	塩干品等の加工について
	海藻類加工品研修会	3	総合水試	海藻類の高次加工技術について
12	西海大崎漁協関係者	3	総合水試	水産加工技術について
	大学, 公設試関係者	200	長与町	連携フォーラムポスターセッション
	一般消費者	100	長崎市	水産加工技術について
2	加工業者	70	長崎市	水産加工技術及び表示について
	対馬地区漁業士会	4	総合水試	アイゴ有効利用法研修会
	製造業関係者	50	長崎市	魚醤油の製造について
	漁業関係者	41	佐世保市	魚介類の鮮度保持について
	漁業関係者	82	田平町	魚介類の鮮度保持について
3	漁協関係者	3	総合水試	ワカメメカプトロロの製品

## II. 魚介類の高度品質保持技術開発事業

天然及び養殖のイサキを用いて鮮度保持試験を実施したが、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)

## 2. 新素材応用製品開発事業

桑原 浩一・大迫 一史  
野崎 征宣\*

近年、消費者のニーズは多様化しつつあり、水産加工業を活性化するためには、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. 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は、互いに噛み合うため外観が傷付いた個体（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の素材が考えられる。しかし、スルメイカ肉から調製したかまぼこは著しく脆い物性となり、この現象は内在する金属依存型酵素の影響と考えられている。前年度までの試験<sup>1,2)</sup>から、グルコン酸ナトリウム（グルコン酸Na）が内在酵素の働きを抑制することを明らかにした。また、魚類すり身にイカ肉を混合すると、その物性は劣化した。そこで、グルコン酸Naと同様に、金属キレート作用を有する食品添加物の中から、最近、疲労回復などの健康的効果が注目されつつあるクエン酸ナトリウム（クエン酸Na）に着目し、スルメイカ肉のかまぼこに及ぼす影響を検討した。

### 方 法

試料 南松浦郡有川湾内の定置網で漁獲後急速凍結し、 $-50^{\circ}\text{C}$ で凍結保管した冷凍キズイカを用いた。試料は冷蔵庫中に一夜放置して半解凍状態とし、前報<sup>1)</sup>と同様に処理して破砕肉とした。

加熱ゲルの調製 破砕肉を高速カッター（ステファン社製UM-5型）で3分間播潰して肉糊とした。なお、播潰の途中で所定量の食塩、ソルビトール、グルコン酸Naあるいはクエン酸Naを加え、折径42mmの塩化ビニリデンチューブに充填したのち、所定の条件で加熱してゲルを形成した。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、試料台上昇速度は60mm/minとして、破断強度（gw）を測定した。

懸濁液の調製 破砕肉を肉挽機で2回処理し、0.12M NaCl, 24mM Tris-HCl (pH7.5) 溶液5倍量を添加して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。次に、所定の終濃度となるよう、EDTA（酵素阻害剤）、グルコン酸Naまたはクエン酸Naを予め加えた0.1M NaCl, 20mM Tris-HCl (pH7.5) 溶液7倍量をホモジネートに混合して、懸濁液とした。

ポリアクリルアミドゲル電気泳動 懸濁液または乳鉢で播り潰した肉糊および加熱ゲルに、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澄みを前報<sup>1)</sup>と同様にSDS-PAGEに供した。全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。

### 結 果

かまぼこの破断強度 所定の濃度となるよう食塩、ソルビトール、グルコン酸Naおよびクエン酸Naを肉糊に添加し、 $90^{\circ}\text{C}$ で30分間加熱してかまぼこを調製し、その破断強度（数値は高いほど弾力が優れている）の平均値を図1に示した。食塩やソルビトールは、無添

\*長崎大学水産学部

加よりも低い値を示したのに対して、グルコン酸 Na およびクエン酸 Na は添加濃度が増すと、破断強度は高くなる傾向を示した。特に、クエン酸 Na が高い値であった。クエン酸 Na またはグルコン酸 Na を加えたかまぼこ中の HC 量は、無添加より高い値を示し、かまぼこ中のミオシン重鎖 (HC) 量が高いものほど破断強度は高い値を示した。これらのことから、クエン酸 Na およびグルコン酸 Na とともに、ミオシンの分解を抑制することで、加熱ゲルの破断強度を向上させることが推察された。また、クエン酸 Na またはグルコン酸 Na を加えたかまぼこの pH は 6.8 または 6.5 で、クエン酸 Na の方がやや高い pH であったが、pH を 6.5 ~ 7.5 の中性付近とした懸濁液では、pH の違いによる HC 分解への影響は明らかではなかったことから、pH による影響ではないと推測した。

**懸濁液でのミオシン分解** そこで、各有機酸 Na がミオシンの分解に及ぼす影響について、筋肉のモデル系として懸濁液を用いて検討した。イカ肉懸濁液に所定の濃度のクエン酸 Na またはグルコン酸 Na を加え、5℃に20時間保持した。また、比較のため、無添加(イカ肉中の塩濃度と同じ程度になるよう、0.1Mの食塩のみ添加)あるいは、金属依存型プロテアーゼ阻害剤である EDTA (5 mM) を添加した系でも行った。HC が分解すると、HC より分子量が小さい分解物が生成される。イカ肉中 HC の分解物として X1 (PM) 成分<sup>3)</sup>を指標とし、相対値を図2に示した。調製直後の懸濁液に比べて、無添加で5℃に20時間保持すると、X1 (PM) 成分量は明らかに増加し、HC の分解が認められた。また、EDTA を加えると、調製直後と近似した値となり、HC の分解を抑制した。これらに対して、クエン酸 Na またはグルコン酸 Na では、添加濃度が高くなると、X1 (PM) 成分の増加が抑えられ、HC の分解が抑制される現象が認められた。10%添加では EDTA と同レベルになり、HC の分解をほぼ抑制した。さらに、クエン酸 Na はグルコン酸 Na よりも、比較的 low 濃度でも HC の分解を抑制した。SDS-PAGE 像からクエン酸 Na やグルコン酸 Na を加えた場合の HC 分解物をみると、高濃度になると分解パターンは EDTA と類似したものとなったことから、クエ

ン酸 Na およびグルコン酸 Na は、金属依存型プロテアーゼを抑制すると推測した。

**35℃に保持した懸濁液中の HC 分解** 5℃保持下における HC の分解については、クエン酸 Na とグルコン酸 Na では同様な効果を示した。次に、35℃に保持した場合の HC 分解への影響を調べ、X1 (PM) 成分の相対染色強度を図3に示した。クエン酸 Na およびグルコン酸 Na を 0.5M 加えて、35℃に所定時間保持した。無添加の加熱1時間後では、HC の分解により X1 (PM) 成分は顕著に増加し、それ以降は漸増した。グルコン酸 Na を加えた場合は、無添加よりも X1 (PM) 成分量の増加は緩慢ではあるが、3時間後になると同程度の値となった。一方、クエン酸 Na を加えると、X1 (PM) 成分の増加は抑えられ、35℃ではグルコン酸 Na よりも HC の分解を抑制した。

クエン酸 Na およびグルコン酸 Na は、低温化でのイカ肉 HC の自己分解を抑制し、結果としてイカ肉加熱ゲルの物性を向上させることが明らかとなった。また、クエン酸 Na は、金属依存型プロテアーゼが主に作用している5℃に限らず、35℃においても HC の分解を抑制し、結果として高い破断強度を示すかまぼこが形成された。これまで、イカ筋肉中の金属依存型プロテアーゼは食塩により活性化され、HC の著しい分解を引き起こし、脆い物性のかまぼこしか形成されないとわれてきた。金属依存型プロテアーゼの作用は、EDTA で強く抑制されることは明らかであるが、食品に利用可能な添加物の発見が望まれていた。その作用機構については不明であるが、現実的な利用において、クエン酸 Na はイカ肉の自己消化を抑制する優れた添加物といえる。また、イカかまぼこの物性を改善する効果が期待出来る。しかし、クエン酸 Na の添加に関係なく、加熱後の顕著な離水が常に認められたため、離水防止法を検討する必要がある。

#### まとめ

- 1) クエン酸 Na はイカ肉の自己消化を抑制した。
- 2) クエン酸 Na を加えることで、イカ肉から調製したかまぼこの弾力は向上した。

#### 文献

- 1) 桑原浩一・大迫一史：平成13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,2003, pp.102~107.

2) 桑原浩一・大迫一史:平成14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,2004, pp.111~115.

3) 桑原浩一,大迫一史.スルメイカ外套膜筋の加熱ゲル形成に及ぼすグルコン酸ナトリウムの影響,日水誌 2003;69:637-642.

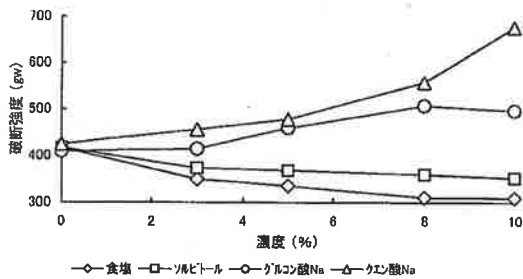


図1 各添加物がイカ肉加熱ゲルの破断強度に及ぼす影響

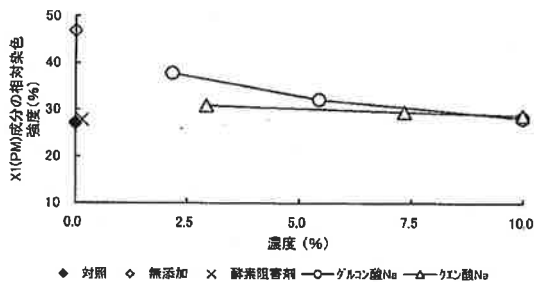


図2 各添加物がイカ肉懸濁液中のX1(PM)成分の相対染色強度に及ぼす影響(5°C)

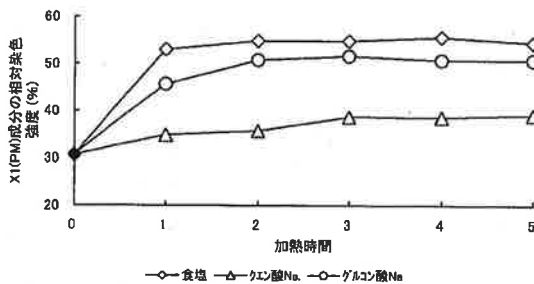


図3 各添加物がイカ肉懸濁液中のX1(PM)成分の相対染色強度に及ぼす影響(35°C)

(担当:桑原)

## II. 数種の魚種や異なる部位を用いた魚醤油製法の開発

魚醤油は,“うおしょうゆ”とも呼ばれ,魚介類を原料として作った醤油状の調味料の総称で,アジアで

は,ベトナムの「ニョクマム」,フィリピンの「パティス」,中国の「魚露」,タイの「ナンプラー」,また,日本では,秋田の「しょつつる」や能登の「いしる」などがよく知られている。これらの魚醤油には,独特の旨みがあり,調理したものの味を良くするが,日本人にとっては一般的ではなく,特有の臭いはなじみにくい面もある。

魚醤油の伝統的な製法は,魚肉を多量の食塩とともに漬け込んで,1年以上自然発酵させるものであるが,船津らは,発酵に醤油麹を用いることによって,魚醤油特有の臭いを抑えることができると報告している。

昨年度までの検討で,カタクチイワシ,アイゴおよびマアジについて,これらのラウンド肉を用いて魚醤油に対する適性の検討を行なった。平成15年度においては,アイゴおよびマアジについて,筋肉部以外から魚醤油を製造する場合の留意点解明のための検討を行なった。

### 方法

**試料** アイゴおよびマアジについて,頭部および内臓を切り離れたのち,採肉機にかけ,さらに皮部と肉部を分別した(頭,内臓,骨および皮,肉の4つに分別)。  
**魚醤油の製造**

(1) もろみの調製 もろみ製造手順は昨年度とは若干異なった。すなわち,もろみの配合を各部位10kg,醤油麹(日本醸造工業株式会社製 丸福種麹)10kg,22.5%食塩水(日本たばこ産業製 並塩)30kgとし,50kgで製造した。

各部位をミートチョッパー(南常鉄工業製 M-22型)を用いて細切し,醤油麹と22.5%食塩水を加えて混合したものをもろみとした。また,もろみは23°Cで180日間熟成させた。製造後1週間は1日1回攪拌した。その後,定期的な成分分析の際に同様の作業を行い,減重量分は蒸留水で補正した。

(2) 魚醤油の調製 魚醤油の調製は昨年度と同様に行なった。すなわち,もろみをろ布で圧搾し,搾り汁を遠心分離(12,000×g,30分間)した。得られた上清を加熱(90°C,30分間)した。これを常温まで冷却した後,遠心分離(12,000×g,10分間)し,得られた上清をろ紙(ADVANTEC No.5A)でろ過したる液

を魚醤油とした。

#### 魚醤油の成分分析

(1) 色調 魚醤油10gを量り取り、色彩色差計（ミノルタカメラ製 CR-300A型）を用いて測定した。

(2) 比重 魚醤油10mlを量り取り、重量法により測定した。

(3) pH 魚醤油10mlを量り取り、pHメーター（株式会社堀場製作所製 F-23）を用いて測定した。

(4) 塩分濃度 魚醤油を蒸留水で100倍希釈したものを塩分分析計（住友化学株式会社製 SUMISALT300）を用いて測定した。

(5) 固形物含量 魚醤油10mlを量り取り、105°Cで常圧加熱乾燥法により測定した。

(6) 無塩可溶性固形分 固形物含量から塩分含量を差し引くことにより求めた。

(7) 全窒素 魚醤油2mlを量り取り、Kjeldahl法で測定した。

(8) ホルモール窒素 醤油試験法によって測定した。

即ち、魚醤油2mlをホールピペットで取り、100mlメスフラスコに入れ、蒸留水を加えて定容とした。この希釈液から25mlをホールピペットで量り取り、50mlビーカーに入れた。これをpHメーターにより0.1N水酸化ナトリウム溶液を滴下してpH8.5に調整した。これにpH8.5に調整したホルムアルデヒド液20mlをメスシリンダーで量り加えた。溶液のpHは酸性を示すので、改めて0.1N水酸化ナトリウム溶液を滴下して、pH8.5まで滴定した（tml）。

$$\text{ホルモール窒素 (\%)} = t \times F \times 0.28$$

$$F = 1 / 10 \text{水酸化ナトリウム溶液のファクター}$$

(9) SOD様活性 SOD様活性はルミノメーター（アトー株式会社製 AB-2200）を用いて測定した。即ち、試験管にKH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> Bufferを180ul、キサンチンオキシダーゼ溶液60ul、発酵試薬である2-メチル-6-P-メトキシフェニルエチニルイミダゾピラジノン溶液を20ul分注した。魚醤油の測定においては、分注した量に相当する量のKH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub> Bufferを減らして測定した。

(10) 遊離アミノ酸 魚醤油を蒸留水で10倍希釈し、さらにクエン酸ナトリウム緩衝液（pH2.2）で10倍希釈

し、メンブランフィルターでろ過した。得られたろ液をアミノ酸分析計（株式会社島津製作所製 ALC-1000）を用いて測定した。

(11) 有機酸の分析 試料には熟成90日目の魚醤油を用いた。魚醤油を蒸留水で10倍に希釈し、セルロースアセテートフィルターでろ過し、高速液体クロマトグラフ HPLC（株式会社島津製作所製 HPLC 有機酸分析システム）を用いて測定した。分析に用いたカラムはShim-pack SCR-102H（7.8mm I.D.×300mm L.）×2、ガードカラム（6.0mm I.D.×50mm L.）、移動相は5mM p-トルエンスルホン酸水溶液、流量は0.8ml/min、カラム温度は35°Cとした。

(12) 無機質の分析 試料には熟成90日目の魚醤油を用いた。魚醤油10gを量り取り、硝酸10mlおよび過塩素酸2mlを加え、砂皿上で加熱して白煙が出るまで処理した。冷後、塩酸5mlおよび純水を加えて塩分を溶解し、蒸留水にて全量を100mlとし、これを試料溶液原液とした。Naの測定は、試料溶液を1000倍希釈、Kの測定には250倍に希釈し、原子吸光光度計にて測定した。Ca、Mg、P、Feの測定は、試料液を10倍希釈し、ICP発光分析装置にて測定した。

(13) ゲルろ過によるペプチドの分子量分布 最も良好に熟成したと考えられたマアジ加熱魚醤油の分子量分布について調べた。即ち、魚醤油を0.7ml、Sephadex G-25を充填したカラム（2.2cm I.D.×60cm L.）に展開し、ゲルろ過に供した。溶離液として0.1M NaCl-30mM Phosphate Buffer（pH7.0）を用い、1時間に30mlの流速で溶出し5mlずつ分取した。なお、操作は全て低温下で行った。各分画液について、ペプチド結合に基づく220nmにおける吸光度を測定した。また同一条件で分子量既知のスタンダードを溶出して、分子量と溶出位置との関係を求めた。その後、各分画液の発光阻害率も調べた。特に発光阻害率の高かった分画のペプチドは塩酸加水分解を行い、構成アミノ酸を調べた。

#### 結 果

(1) 原料の一般成分 一般成分の結果は表1に示した。水分はアイゴ肉およびアイゴ内臓が多かった。粗タンパク質はマアジ肉が最も多く、次いでアイゴ骨皮が多

かった。粗脂肪はマアジ内臓が最も多かった。

(2) 色調 明度 L\*の結果は表2~9に示した。いずれの魚醤油も緩やかな低下が認められた。

色度 a\*の結果は表2~9に示した。いずれの魚醤油も経日変化は認められなかった。

色度 b\*の結果は表2~9に示した。いずれの魚醤油も緩やかな低下が認められた。

(3) 比重 比重の結果は表2~9に示した。いずれの魚醤油も経日変化は認められなかった。

(4) pH pHの結果は表2~9に示した。いずれの魚醤油も経日変化は認められなかった。

(5) 固形物含量 固形物含量の結果は表2~9に示した。いずれの魚醤油も経日変化は認められなかった。

(6) 全窒素 全窒素の結果は表2~9に示した。いずれの魚醤油も熟成15日目まで急激に増加し、その後、緩やかな増加が認められた。

(7) ホルモール窒素 ホルモール窒素の結果は表2~9に示した。いずれの魚醤油も熟成30日目まで急激に増加し、その後、緩やかな増加が認められた。

(8) 発光阻害率 発光阻害率の結果は表2~9に示した。いずれの魚醤油も増加が認められた。

(9) 遊離アミノ酸 遊離アミノ酸の結果は表10~17に示した。遊離アミノ酸総量はいずれの魚醤油も熟成30日目まで急激な増加が認められた。その後、内臓を除くアイゴの各部位は緩やかな低下が認められた。マアジは熟成のばらつきが認められるものの、90日目から次第に低下し、中でもマアジ肉の低下が顕著に認められた。アミノ酸組成では、いずれの魚醤油も旨み系アミノ酸であるグルタミン酸およびアスパラギン酸の総

量に対する割合の上昇が認められた。

(10) 塩分濃度 塩分濃度の結果は表18に示した。アイゴ、マアジともに骨皮が最も高く、内臓が最も低かった。

(11) 有機酸 有機酸の結果は表19に示した。マアジ頭、マアジ肉およびアイゴ頭の魚醤油中の有機酸の大半は乳酸であり、それ以外のものではピログルタミン酸が最も多かった。いずれの魚醤油も酢酸およびリンゴ酸は比較的多く含まれていた。また、ピルビン酸、レブリン酸はいずれの魚醤油からも検出されなかった。

(12) 無機質 無機質の結果は表20に示した。無機質含量はアイゴ骨皮、アイゴ肉およびマアジ肉の魚醤油中のCa含量が少ないことを除いて、いずれもほぼ同じような値であった。いずれの魚醤油もNa含量は他の無機質含量に比べて多く、Feは少ないことが認められた。

(13) ペプチド構成アミノ酸 ペプチドを構成するアミノ酸の結果を表21に示した。いずれの魚醤油もグルタミン酸が多く含まれていた。総量を部位ごとに比較するといずれの部位もアイゴの方に多く含まれていた。

### まとめ

- 1) 呈味成分の組成は部位により異なることは無かった。
- 2) 魚種による呈味成分の違いは認められないが、官能的には、アイゴ内臓から調製した魚醤油は本魚特有の臭気を有し、魚醤油には適さないと思われた。ただし、これまでの研究結果から、これらは加熱後に仕込めば解決できるものと思われた。

(担当：大迫)

表1 原料の一般成分(%)

	Moisture	Crude protein	Crude ash	Crude lipid	
マアジ	頭部	69.3	14.9	4.4	11.0
	筋肉部	69.6	20.2	1.3	6.8
	内臓	56.9	13.0	1.6	28.7
	皮および骨	58.3	17.6	6.0	18.7
アイゴ	頭部	71.1	13.6	4.7	10.5
	筋肉部	78.3	17.9	1.2	3.0
	内臓	79.8	13.9	1.8	4.2
	皮および骨	62.0	18.6	7.4	10.3

表2 魚醤油熟成中における化学成分の経日変化(マアジ頭)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
明度(L*)	25.14	24.58	23.89	21.55	21.24	21.50	21.33
色度(a*)	2.37	2.20	0.42	1.79	1.33	1.91	2.09
色度(b*)	2.47	1.73	1.98	2.45	1.08	2.18	1.88
比重(g/ml)	1.16	1.16	1.16	1.16	1.15	1.08	1.15
pH	5.98	5.08	4.97	5.05	5.05	4.92	5.08
固形物含量(%)	28.30	25.96	25.49	25.42	24.58	24.68	24.24
全窒素(%)	0.85	0.67	0.73	0.76	0.82	0.78	0.80
ホルモール窒素(%)	0.30	0.36	0.40	0.41	0.43	0.47	0.47
発光阻害率(%)	82.51	83.67	84.94	88.69	89.07	90.54	92.88

表3 魚醤油熟成中における化学成分の経日変化(マアジ肉)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
明度(L*)	25.58	25.38	27.31	20.95	20.46	20.71	20.55
色度(a*)	2.29	1.49	-0.87	1.76	1.11	1.26	1.00
色度(b*)	2.83	1.22	2.29	1.86	0.27	1.17	0.82
比重(g/ml)	1.16	1.15	1.15	1.16	1.15	1.15	1.14
pH	5.06	5.08	4.92	5.04	5.18	5.12	5.21
固形物含量(%)	29.38	27.75	26.88	28.81	25.83	25.52	24.98
全窒素(%)	1.02	1.07	1.09	1.10	1.13	1.08	1.12
ホルモール窒素(%)	0.45	0.58	0.81	0.84	0.66	0.71	0.74
発光阻害率(%)	87.31	88.15	90.67	93.14	94.22	95.34	96.07

表4 魚醤油熟成中における化学成分の経日変化(マアジ内臓)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
明度(L*)	25.04	25.64	25.41	21.9	21.09	20.73	20.31
色度(a*)	2.28	2.13	-0.46	2.36	2.37	2.00	0.78
色度(b*)	2.35	1.52	2.02	3.00	1.24	1.42	0.59
比重(g/ml)	1.17	1.15	1.16	1.17	1.18	1.15	1.15
pH	5.09	5.09	4.91	4.95	4.95	4.97	5.02
固形物含量(%)	27.08	27.64	28.77	27.3	27.25	28.31	28.51
全窒素(%)	0.71	0.77	0.78	0.82	0.85	0.84	0.81
ホルモール窒素(%)	0.34	0.40	0.43	0.45	0.47	0.49	0.48
発光阻害率(%)	82.45	84.53	87.64	90.31	93.57	95.39	95.92

表5 魚醤油熟成中における化学成分の経日変化(マアジ骨皮)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
明度(L*)	26.36	28.43	23.30	21.97	21.00	20.75	20.51
色度(a*)	2.35	2.29	0.74	2.15	1.10	1.09	0.37
色度(b*)	2.74	2.34	2.18	2.89	0.81	1.07	0.89
比重(g/ml)	1.15	1.16	1.16	1.17	1.18	1.15	1.15
pH	5.10	5.09	4.93	4.87	4.96	4.96	5.14
固形物含量(%)	28.79	27.33	28.79	27.10	28.81	48.92	25.60
全窒素(%)	0.75	0.70	0.82	0.88	0.92	0.89	0.88
ホルモール窒素(%)	0.33	0.41	0.44	0.48	0.50	0.51	0.51
発光阻害率(%)	81.71	83.87	88.24	89.09	92.98	84.47	95.28

表6 魚醤油熟成中における化学成分の経日変化(アイゴ頭)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
明度(L*)	22.59	22.68	22.07	21.80	21.39	21.14	21.59
色度(a*)	1.40	1.59	1.50	1.87	1.98	1.77	2.39
色度(b*)	3.11	2.97	2.92	1.77	2.44	2.06	2.78
比重(g/ml)	1.16	1.15	1.16	1.16	1.16	1.11	1.12
pH	5.10	5.02	5.03	5.10	4.92	5.03	5.01
固形物含量(%)	25.24	25.51	25.41	24.05	23.60	22.40	21.91
全窒素(%)	0.57	0.64	0.86	0.74	0.67	0.69	0.69
ホルモール	0.27	0.33	0.38	0.38	0.38	0.42	0.44
発光阻害率(%)	80.78	82.03	83.83	84.42	87.84	88.48	90.81

表7 魚醤油熟成中における化学成分の経日変化(アイゴ肉)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
明度(L*)	22.83	22.89	21.89	20.76	20.18	19.97	19.93
色度(a*)	2.05	2.56	2.30	1.78	1.41	0.99	0.63
色度(b*)	3.71	3.55	2.88	0.72	1.07	0.70	0.69
比重(g/ml)	1.17	1.17	1.16	1.16	1.11	1.14	1.13
pH	5.05	4.98	5.01	5.28	5.32	5.45	5.30
固形物含量(%)	27.19	26.69	26.54	25.84	25.34	23.36	23.43
全窒素(%)	0.90	0.96	0.98	0.99	0.99	1.03	0.98
ホルモール窒素(%)	0.40	0.50	0.55	0.58	0.59	0.61	0.63
発光阻害率(%)	88.89	87.57	88.33	89.88	93.73	94.33	95.08

表8 魚醤油熟成中における化学成分の経日変化(アイゴ内蔵)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
明度(L*)	21.94	22.27	22.00	21.81	20.98	20.60	20.46
色度(a*)	1.22	0.94	0.97	2.01	1.86	1.89	1.10
色度(b*)	2.47	2.26	2.38	1.93	1.86	1.51	1.13
比重(g/ml)	1.18	1.17	1.19	1.13	1.13	1.14	1.13
pH	5.00	4.98	4.96	5.01	4.93	4.96	4.93
固形物含量(%)	28.58	25.64	25.47	23.78	23.63	23.13	23.18
全窒素(%)	0.73	0.81	0.88	0.87	0.89	0.89	0.88
ホルモール窒素(%)	0.28	0.42	0.45	0.49	0.50	0.51	0.51
発光阻害率(%)	82.96	84.88	85.87	88.68	91.98	94.16	94.83

表9 魚醤油熟成中における化学成分の経日変化(アイゴ骨皮)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
明度(L*)	23.11	22.23	22.39	21.90	20.97	20.68	22.03
色度(a*)	1.93	1.93	1.74	1.46	1.27	1.00	2.21
色度(b*)	3.68	3.58	3.12	1.34	1.83	1.36	2.01
比重(g/ml)	1.16	1.08	1.18	1.14	1.15	1.10	1.12
pH	5.09	5.02	5.03	5.38	5.49	5.19	
固形物含量(%)	28.38	25.75	25.89	24.34	35.85	22.88	22.92
全窒素(%)	0.83	0.70	0.74	0.75	0.79	0.83	0.81
ホルモール窒素(%)	0.31	0.38	0.39	0.42	0.45	0.51	0.53
発光阻害率(%)	79.64	82.22	83.38	85.48	90.31	93.25	94.01

表10 魚醤油熟成中における遊離アミノ酸(マアジ頭)(mg/100ml)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
タウリン	64.6	65.8	65.9	67.4	68.2	60.5	81.8
アスパラギン酸	106.4	187.2	218.8	225.4	192.3	56.8	50.1
スレオニン	183.9	198.3	196.6	158.3	125.3	101.5	102.6
セリン	91.2	126.3	148.8	137.0	126.9	103.5	104.6
グルタミン酸	169.8	271.5	332.7	333.2	368.5	335.7	366.4
プロリン	79.7	111.5	132.1	126.9	123.3	97.3	91.2
グリシン	44.4	68.6	91.0	90.7	92.0	80.1	92.2
アラニン	130.0	172.5	194.9	178.3	267.0	255.2	305.5
システイン	14.3	17.8	17.4	12.9	N.D	N.D	N.D
バリン	120.9	164.1	189.8	181.3	167.2	137.4	146.3
メチオニン	79.9	93.8	97.8	92.0	87.8	70.9	73.7
イソロイシン	107.8	144.4	162.6	155.2	139.0	119.3	128.9
ロイシン	223.6	269.6	289.6	286.9	244.9	204.6	222.9
チロシン	88.1	108.5	121.9	114.9	97.5	78.6	105.7
フェニルアラニン	131.3	151.1	155.8	142.1	130.8	109.2	122.1
ヒスチジン	80.3	93.5	100.1	103.4	96.6	81.9	86.4
リジン	200.8	236.8	214.0	207.8	183.0	178.1	180.2
アルギニン	144.9	185.0	206.3	191.7	185.3	145.1	154.7
アンモニア	27.0	38.2	46.1	83.4	147.1	147.8	156.9
ホスホセリン	9.4	6.7	6.5	6.4	11.8	12.5	8.3
ホスホエタノールアミン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
ヒドロキシプロリン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
サルコシン	N.D	19.5	19.2	28.4	43.7	40.2	28.5
α-アミノアジピン酸	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
シトルリン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
α-アミノ酪酸	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
シスタチオニン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
β-アラニン	5.3	4.8	4.8	N.D	N.D	N.D	N.D
β-アミノイソ酪酸	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
合計	2103.6	2714.4	3012.0	2900.8	2897.2	2435.0	2599.2

N.D: not detected

表11 魚醤油熟成中における遊離アミノ酸(マアジ肉)(mg/100ml)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
タウリン	31.9	38.2	38.3	40.0	35.0	27.4	26.4
アスパラギン酸	183.9	292.1	405.3	467.5	437.8	90.3	28.9
スレオニン	238.1	293.6	310.8	245.1	187.3	124.7	95.0
セリン	131.7	184.3	225.4	212.1	173.5	114.5	84.5
グルタミン酸	338.8	454.8	555.0	651.2	604.6	433.8	353.7
プロリン	101.4	136.8	167.7	181.0	139.8	95.0	88.9
グリシン	65.2	103.2	134.7	135.3	117.1	78.0	57.8
アラニン	205.6	276.9	307.2	280.4	322.5	319.0	253.8
システイン	18.4	21.4	18.6	12.7	N.D	N.D	N.D
バリン	194.0	259.9	300.4	289.7	234.1	181.0	124.7
メチオニン	143.8	181.4	168.5	154.4	122.5	85.9	69.0
イソロイシン	184.4	243.2	275.1	264.8	216.0	149.1	115.7
ロイシン	371.8	428.8	453.3	415.1	340.5	229.7	176.2
チロシン	118.5	149.1	189.0	178.9	114.7	81.7	72.3
フェニルアラニン	196.4	217.8	226.8	208.1	178.1	121.2	99.4
ヒスチジン	187.9	201.8	222.5	210.5	175.7	121.1	100.8
リジン	394.2	451.5	476.9	468.2	376.0	262.5	219.1
アルギニン	238.1	298.2	321.1	292.6	244.2	148.4	29.6
アンモニア	37.6	52.6	66.0	119.9	250.5	322.2	392.5
ホスホセリン	9.4	9.3	7.5	6.9	15.3	15.1	11.3
ホスホエタノールアミン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
ヒドロキシプロリン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
サルコシン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
α-アミノアジピン酸	38.5	19.2	N.D	58.2	42.8	36.5	31.2
シトルリン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
シトルリン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
α-アミノ酪酸	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
シスタチオニン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
β-アラニン	6.8	N.D	4.7	N.D	N.D	N.D	N.D
β-アミノイソ酪酸	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
合計	3438.2	4292.2	4854.2	4871.6	4325.5	3015.1	2407.8

N.D: not detected

表12 魚醤油熟成中における遊離アミノ酸(マアジ内蔵)(mg/100ml)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
タウリン	92.3	91.5	95.4	95.7	100.3	125.4	117.9
アスパラギン酸	140.6	187.8	242.1	273.9	363.0	328.8	309.1
スレオニン	192.7	214.0	216.6	199.4	200.6	170.3	145.7
セリン	112.6	139.0	184.4	175.5	198.0	176.8	146.7
グルタミン酸	211.0	268.8	328.7	368.5	434.6	369.7	360.5
プロリン	105.9	130.6	158.5	183.9	177.0	149.8	116.0
グリシン	63.7	84.8	104.8	118.3	139.2	121.6	118.5
アラニン	156.0	191.6	215.4	227.6	332.5	219.0	197.2
システイン	16.8	20.5	19.4	15.8	N.D	N.D	5.5
バリン	151.6	194.3	214.0	228.1	248.4	208.1	197.0
メチオニン	93.8	98.1	92.7	93.1	95.5	72.9	68.2
イソロイシン	132.4	154.4	176.1	182.5	193.7	188.7	164.1
ロイシン	248.9	273.2	294.0	297.7	312.8	283.2	248.2
チロシン	103.5	109.6	113.2	127.5	125.6	100.8	110.2
フェニルアラニン	155.5	158.5	166.1	168.0	175.3	145.0	143.4
ヒスチジン	74.7	82.9	100.2	104.4	114.5	98.2	95.7
リジン	178.8	187.4	222.9	224.9	231.5	211.9	188.5
アルギニン	183.2	205.1	222.6	227.5	241.5	214.7	187.8
アンモニア	39.1	46.9	59.1	68.7	73.0	65.7	62.2
ホスホセリン	7.2	6.9	11.2	8.6	7.3	9.2	2.6
ホスホエタノールアミン	N.D	N.D	N.D	N.D	3.9	9.7	N.D
ヒドロキシプロリン	N.D	N.D	N.D	N.D	12.2	N.D	N.D
サルコシン	N.D	30.1	19.8	58.5	57.3	55.2	N.D
α-アミノアジピン酸	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
シトルリン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
シトルリン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
α-アミノ酪酸	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
シスタチオニン	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
β-アラニン	6.0	5.6	5.4	4.3	4.1	3.9	N.D
β-アミノイソ酪酸	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D	N.D
合計	2455.9	2859.6	3244.3	3424.4	3822.8	3308.7	3096.0

N.D: not detected

表13 魚醤油熟成中における遊離アミノ酸(マアジ骨皮)(mg/100ml)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
タウリン	44.4	38.4	33.1	48.4	44.9	78.3	55.7
アスパラギン酸	120.3	192.1	242.9	285.5	342.3	313.9	101.0
スレオニン	177.0	223.2	215.2	198.6	199.2	168.4	123.0
セリン	97.0	138.6	157.0	171.8	192.3		



表14 魚醤油熟成中における遊離アミノ酸(アイゴ 頭)(mg/100ml)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
タウリン	71.5	72.0	72.9	94.7	68.9	65.2	60.6
アスパラギン酸	111.0	172.1	215.6	207.8	33.3	8.6	6.2
スレオニン	167.9	202.6	193.3	128.3	78.9	59.1	56.7
セリン	104.1	137.6	154.0	120.9	82.1	59.7	54.0
グルタミン酸	188.8	271.6	326.1	293.9	244.3	201.8	194.8
プロリン	73.5	102.4	121.1	103.2	74.7	52.8	38.1
グリシン	40.9	68.0	84.0	73.6	53.9	40.4	38.9
アラニン	124.3	157.8	170.7	147.9	179.8	152.2	148.4
システイン	15.5	21.2	17.8	12.6	2.8	2.9	8.8
バリン	120.7	159.8	180.0	142.8	106.2	84.1	84.8
メチオニン	63.9	73.4	77.1	58.8	45.8	38.1	35.9
イソロイシン	100.3	132.5	147.7	116.9	88.0	68.8	84.6
ロイシン	209.2	247.2	284.4	211.2	153.0	119.3	112.4
チロシン	92.5	100.6	108.9	83.3	60.0	58.2	58.8
フェニルアラニン	118.2	132.8	139.6	113.5	83.0	68.9	68.6
ヒスチジン	51.9	85.8	72.7	76.7	56.4	47.9	47.5
リジン	132.7	158.3	154.6	117.8	90.8	73.3	66.4
アルギニン	125.0	154.4	169.3	144.8	110.5	30.5	9.8
アンモニア	27.1	38.5	49.0	105.8	153.7	258.3	264.7
ホスホセリン	12.1	12.5	ND	6.1	11.5	13.1	8.2
ホスホエタノールアミン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ヒドロキシプロリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
サルコシン	13.1	ND	ND	55.3	ND	149.3	99.8
α-アミノアジピン酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
シトルリン	ND	ND	9.5	ND	ND	ND	ND
α-アミノ酪酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
シスタチオン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β-アラニン	5.3	4.9	3.8	ND	ND	ND	ND
β-アミノイソ酪酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
合計	1957.5	2482.0	2775.0	2413.5	1775.6	1850.4	1529.7

ND: not detected.

表17 魚醤油熟成中における遊離アミノ酸(アイゴ 骨皮)(mg/100ml)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
タウリン	42.6	44.4	45.6	72.5	64.8	60.3	49.7
アスパラギン酸	106.8	181.3	228.1	232.5	222.3	148.7	60.4
スレオニン	166.3	209.8	209.0	144.1	111.1	93.1	90.8
セリン	99.5	141.3	160.8	127.9	108.9	85.7	81.8
グルタミン酸	190.5	281.7	349.2	352.4	359.2	359.1	366.0
プロリン	73.2	108.0	128.4	106.5	89.4	71.2	67.9
グリシン	45.1	74.5	99.3	116.5	105.0	87.9	90.7
アラニン	127.3	165.4	194.9	169.0	138.0	159.0	219.2
システイン	15.7	21.9	20.3	12.4	ND	ND	ND
バリン	122.8	168.2	193.6	174.8	145.4	121.2	124.9
メチオニン	68.5	79.8	85.5	78.8	62.2	53.4	51.5
イソロイシン	102.7	140.0	158.9	154.8	129.5	103.7	100.2
ロイシン	215.6	280.7	283.4	285.5	222.7	180.7	178.8
チロシン	78.6	98.6	107.9	111.4	100.5	88.1	91.0
フェニルアラニン	118.1	134.7	143.2	133.3	119.2	104.0	105.5
ヒスチジン	53.0	87.2	75.9	86.0	77.0	71.9	71.4
リジン	173.7	199.5	175.3	167.5	114.4	87.3	91.6
アルギニン	139.3	179.7	200.6	190.3	164.3	139.5	130.7
アンモニア	26.9	37.6	48.4	112.3	140.6	241.2	229.8
ホスホセリン	12.5	9.9	12.1	14.4	15.4	17.2	12.2
ホスホエタノールアミン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ヒドロキシプロリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
サルコシン	24.1	ND	43.4	59.2	66.4	58.8	43.2
α-アミノアジピン酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
シトルリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-アミノ酪酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
シスタチオン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β-アラニン	5.7	5.2	3.8	3.7	ND	3.4	ND
β-アミノイソ酪酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
合計	2099.7	2612.0	2965.6	2883.6	2564.2	2357.8	2259.9

ND: not detected.

表15 魚醤油熟成中における遊離アミノ酸(アイゴ 肉)(mg/100ml)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
タウリン	50.3	51.7	61.5	90.9	92.8	77.2	73.7
アスパラギン酸	156.5	260.1	372.3	367.2	384.6	344.1	339.9
スレオニン	224.2	278.5	301.6	218.7	191.7	180.0	161.8
セリン	129.4	178.3	218.9	182.0	174.4	143.6	142.9
グルタミン酸	310.8	420.8	524.4	485.2	544.3	630.3	529.1
プロリン	93.2	123.5	155.4	127.5	115.7	90.7	89.4
グリシン	57.6	89.7	116.1	139.4	138.2	117.9	120.4
アラニン	188.1	242.4	284.3	253.2	227.0	185.4	186.6
システイン	17.2	22.8	19.8	12.6	ND	ND	ND
バリン	174.6	233.7	274.5	248.7	250.6	214.9	218.7
メチオニン	126.9	139.0	147.5	128.3	112.0	96.1	93.5
イソロイシン	162.9	216.1	250.3	251.3	246.8	208.2	209.3
ロイシン	345.1	392.3	428.6	403.0	377.8	313.8	309.6
チロシン	125.1	153.3	170.3	144.2	158.8	133.9	118.5
フェニルアラニン	183.4	198.5	209.7	206.1	191.0	174.6	172.3
ヒスチジン	68.7	100.8	123.3	135.3	121.4	111.1	110.9
リジン	348.1	392.8	420.4	377.5	364.1	330.0	315.0
アルギニン	213.5	282.4	284.8	284.0	245.6	205.2	201.8
アンモニア	34.3	45.5	60.3	105.0	119.1	182.4	159.7
ホスホセリン	12.9	13.9	5.2	ND	ND	19.4	13.8
ホスホエタノールアミン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ヒドロキシプロリン	ND	ND	ND	ND	12.1	ND	ND
サルコシン	19.6	ND	19.3	65.6	63.4	53.4	49.0
α-アミノアジピン酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
シトルリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-アミノ酪酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
シスタチオン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β-アラニン	8.4	5.7	5.1	3.4	ND	3.4	ND
β-アミノイソ酪酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
合計	3082.9	3819.7	4448.4	4202.1	4132.2	3675.6	3619.4

ND: not detected.

表18 魚醤油中の塩分濃度(%)

	頭肉	13.3
マアジ	17.3	
肉	16.6	
内臓	14.7	
骨、皮	18.7	
頭肉	17.8	
アイゴ	16.2	
内臓	15.4	
骨、皮	18.3	

表19 魚醤油中の有機酸(mg/100ml)

	マアジ				アイゴ			
	頭	肉	内臓	骨皮	頭	肉	内臓	骨皮
クエン酸	5.0	2.7	8.0	12.3	ND	ND	ND	12.5
ピロリン酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
リンゴ酸	25.0	50.0	45.6	42.1	18.2	97.1	49.5	42.4
コハク酸	10.5	11.8	14.9	11.0	7.1	24.5	57.1	20.5
乳酸	597.7	658.1	21.8	160.0	838.6	113.2	28.3	47.9
有機酸	5.6	8.2	2.5	2.6	8.8	2.8	2.8	1.5
脂肪酸	2.2	3.9	7.9	8.8	4.8	7.2	0.5	0.3
酢酸	94.1	92.2	87.7	72.3	53.2	40.5	43.8	57.2
レブリン酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ピログルタミン酸	123.5	158.2	285.7	187.4	104.1	103.7	217.4	88.6
合計	848.6	893.2	391.1	424.9	1016.6	448.1	485.4	285.9

表16 魚醤油熟成中における遊離アミノ酸(アイゴ 内臓)(mg/100ml)

	4日	15日	30日	60日	90日	135日	180日
タウリン	91.6	97.0	106.3	115.6	110.5	109.7	112.3
アスパラギン酸	108.7	189.6	253.5	263.6	273.8	282.8	303.1
スレオニン	171.7	227.7	235.8	188.1	177.3	173.0	179.8
セリン	110.4	164.9	194.8	180.9	178.4	176.6	181.1
グルタミン酸	194.4	293.8	382.1	362.5	362.0	359.9	373.8
プロリン	95.8	138.4	170.1	169.8	170.4	158.4	149.8
グリシン	46.5	76.0	99.9	103.2	105.1	110.5	117.9
アラニン	134.4	193.0	225.9	254.8	249.3	248.6	244.7
システイン	16.8	24.3	24.4	18.7	17.7	16.1	ND
バリン	134.3	197.7	231.5	217.3	224.5	230.1	237.4
メチオニン	67.0	83.9	90.2	77.1	72.2	69.1	64.6
イソロイシン	110.5	163.0	186.9	171.7	167.3	169.3	175.8
ロイシン	233.8	302.7	301.9	305.1	297.7	295.4	308.3
チロシン	90.4	122.4	139.4	115.8	129.6	143.1	149.2
フェニルアラニン	164.5	193.6	209.1	193.6	188.7	188.9	198.3
ヒスチジン	57.8	81.2	82.3	88.7	84.2	86.7	81.1
リジン	154.9	194.4	229.7	219.1	206.5	193.7	199.7
アルギニン	198.8	264.2	291.2	271.2	269.2	268.1	275.7
アンモニア	33.7	47.1	59.0	60.6	61.8	65.3	67.9
ホスホセリン	16.2	6.4	ND	15.2	15.9	15.8	12.9
ホスホエタノールアミン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ヒドロキシプロリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
サルコシン	12.9	ND	44.4	ND	ND	ND	ND
α-アミノアジピン酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
シトルリン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
α-アミノ酪酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
シスタチオン	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
β-アラニン	16.3	16.2	15.6	14.0	14.0	12.6	9.8
β-アミノイソ酪酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
合計	2258.9	3078.4	3464.0	3406.4	3377.1	3373.7	3448.2

ND: not detected.

表20 魚醤油中の無機質(mg/100ml)

	マアジ				アイゴ			
	頭	肉	内臓	骨皮	頭	肉	内臓	骨皮
Na	7435.6	7112.3	7490.7	7585.7	7518.7	6822.3	6995.3	7189.4
K	335.0	411.0	368.8	380.0	325.6	381.7	359.4	367.6
Mg	80.3	95.7	80.5	81.0	88.1	72.8	77.2	58.3
Ca	0.9	1.8	0.8	0.4	1.0	0.6	0.8	0.2
P	46.4	2.2	42.4	47.6	46.4	11.7	23.6	0.3
合計	8103.9	7857.7	8182.1	8311.7	8222.1	7491.2	7710.7	7788.3

表21 魚醤油中のペプチドを構成するアミノ酸(90日目)(mg/100ml)

	マアジ				アイゴ			
	頭	肉	内臓	骨皮	頭	肉	内臓	骨皮
タウリン	5.0	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
アスパラギン酸	84.6	44.5	113.0	88.7	78.0	4.7	27.7	85.2

### Ⅲ. 常温保存可能な魚肉ボイル殺菌製品の開発

主に離島地区の水産加工場では、保管および輸送費を節減出来ることから、常温保存が可能な製品を模索している。常温保存を可能にするには、熱風乾燥やレトルト殺菌などの方法があるが、これらは、製品の用途が限定されることや、高価な機械が必要となること等の問題がある。そこで、水分活性を低下させて細菌類の増殖を抑え、90℃程度のボイル処理で真菌類を殺菌することにより、常温保存を可能とする製品を開発しようとした。

#### 方 法

**供試料** 生月町沿岸海域の定置網で漁獲後、凍結保存した小型のカマスを用い、5℃の冷蔵庫中で解凍したのち、3枚におろし、あるいは肉挽機（南常鉄工製M-22E）で処理後ミンチ肉として、試験に供した。

**水分活性の測定** ロトロニック社製水分活性測定装置 Hygloskop-DT を用いて測定した。

#### 結 果

**水分活性の比較** はじめに、各種添加物の水溶液（2.5～20%）の水分活性を測定し、図1に示した。グルコースとソルビトールは近似した値を示し、醤油はこれらよりもやや高い値であった。食塩は20%で約0.9を示し、最も低い値であった。

次に、ミンチ処理したカマス肉に、10または20%となるよう各添加物を加えて水分活性を測定し、図2に示した。当然ながら、いずれの添加物においても、10%よりも20%添加した場合が、低い値を示した。各添加物で比較すると、図1と同様に食塩を加えた場合が、最も水分活性は低下し、その他の添加物では近似した値であった。

**製品の試作** 食品の調味には、複数の添加物を使用するため、食塩をベースとして、数種の添加物を組み合わせて、茶漬け様の製品を試作した。3枚におろした

カマス肉に対して、食塩10%、砂糖8%、醤油8%、醸造酢4%、グルタミン酸ナトリウム1%を混合して、一夜漬け込み、20℃で2時間冷風乾燥することにより、水分活性は0.89に低下した。水分活性の低下により、細菌類は増殖することが不可能となり、真空包装後、ボイル殺菌することで、常温保存が可能な製品となった。なお、37℃で6ヶ月間保存し、腐敗しないことを確認した。この技術は、他の魚種にも同様な効果を示すことが想定され、様々な製品への応用が可能と思われる。

#### ま と め

- 1) 同濃度（%）で比較すると、食塩が最も水分活性を低下した。
- 2) 食塩をベースに糖などを併用して調味し、短時間の冷風乾燥を行ったのち、ボイル殺菌処理を行うことで、常温保存は可能となった。

（担当：桑原）

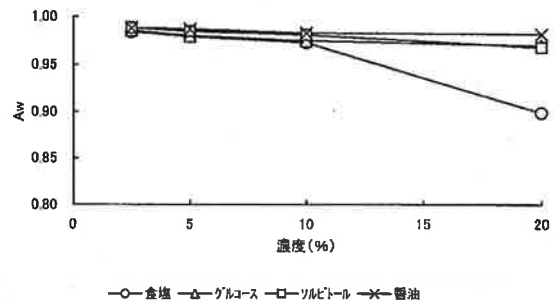


図1 各種添加物の濃度(水溶液)と水分活性との関係

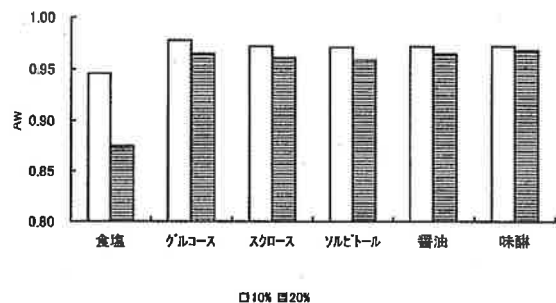


図2 各種添加物をカマスミンチ肉に加えた場合の水分活性

### 3. 低・未利用水産資源利用技術開発事業

大迫 一史・桑原 浩一

#### I. ハガツオの栄養成分調査

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が含まれること理由のひとつに、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。

ハガツオは、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、ハガツオ肉中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ハガツオを用いた。(全重量1258±76g, 尾叉長42.9±0.8cm)

**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

**ハガツオの粗脂肪含量および脂質クラス** 供試したハ

ガツオの粗脂肪含量を表2に示した。

粗脂肪含量は、肝臓中が最も高く、次いで幽門垂で、筋肉中およびその他の内臓中の粗脂肪含量は低かった。筋肉の粗脂肪含量中の大部分はトリアシルグリセロールであった。機能性脂質として最近注目を浴びている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の量は、それぞれ、158および215mgであり、他のカツオ・マグロ類と比較して遜色無かった。肝臓中に若干多量の遊離脂肪酸が認められたが、これは代謝途中のものであると思われた。

他の臓器の脂質クラスについては、筋肉中のそれと比較すると、トリアシルグリセロール量のみが異なり、他の脂質量に大きな差は無かった。肝臓、幽門垂、およびその他の臓器に、筋肉中と遜色の無い量の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が認められたが、一般には、これらの、臓器中の蓄積脂肪にはリン脂質は少ないとされているがそうではなく、新たな供給源となり得ると思われた。

**ハガツオの脂肪酸組成** ハガツオ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、部位に関わらず遜色無いEPAおよびDHA含量が認められたが、なかでも幽門垂および筋肉中のDHA含量は高かった。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EPA含量が際立って高い値を示し、また、この部位でのDHA含量も高い値を示した。幽門垂中での遊離脂肪酸含量が高いことも併せて考えると、幽門垂中で脂質が代謝されるが、高度不飽和脂肪酸はこの部位で一旦とどまることを示している。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、飽和酸および高度不飽和脂肪酸が高い含量を示し、これらが膜の流動に関与していることが窺われた。

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) ハガツオ肉中には、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。
- 2) 加工残滓として廃棄される幽門垂中には大量の EPA および DHA が含まれる。

(担当：大迫)

表1 分画に用いた溶媒

溶媒	割合 (vol/vol)	抽出量 (mg)	抽出クラス
1 ジクロロメタン	: 1	300	ステリルエステル
2 ジクロロメタン	: 2 : 3	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	500	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	ステロール類
5 ジクロロメタン	: メタノール = 10 : 1	330	遊離脂肪酸
6 ジクロロメタン	: メタノール = 1 : 1	300*	ホスファチジルエタノールアミン
7 ジクロロメタン	: メタノール = 1 : 5	300	
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 各部位の粗脂肪含量(%)およびその脂質クラス(mg/100g)

	筋肉	肝臓	幽門垂	その他の内臓
全脂質	3.4 ± 1.3	8.6 ± 1.3	4.8 ± 2.7	2.6 ± 0.8
ステリルエステル	30.3 ± 6.9	152.4 ± 48.3	176.2 ± 67.8	66.0 ± 22.9
トリアシルグリセロール	2209.0 ± 521.7	5931.1 ± 933.7	1401.6 ± 2124.2	5145 ± 207.4
トリアシルグリセロール、ジアシルグリセロール	105.3 ± 24.3	389.3 ± 78.0	445.3 ± 124.7	352.8 ± 73.1
ステロール類	41.3 ± 10.4	230.9 ± 81.3	609.0 ± 674.3	109.1 ± 48.7
遊離脂肪酸	110.0 ± 39.2	779.7 ± 139.6	1489.1 ± 780.9	418.2 ± 142.8
ホスファチジルエタノールアミン	158.2 ± 33.4	459.2 ± 133.9	352.8 ± 97.3	445.8 ± 210.3
ホスファチジルコリン	214.9 ± 60.7	572.9 ± 401.0	347.4 ± 144.7	533.9 ± 251.1

表3 ハガツオ全脂質中の脂肪酸組成

	筋肉	肝臓	幽門垂	その他の内臓
C14:0	2.7 ± 0.2	0.8 ± 0.2	1.8 ± 1.0	1.6 ± 0.3
C18:0	23.9 ± 0.6	22.1 ± 1.4	24.1 ± 2.4	23.9 ± 2.7
C18:1n7	5.7 ± 0.3	3.0 ± 0.4	3.1 ± 1.5	3.3 ± 0.4
C18:0	7.4 ± 1.4	8.3 ± 0.8	12.9 ± 2.0	12.2 ± 1.7
C18:1n9	17.1 ± 1.4	25.7 ± 3.8	10.8 ± 1.8	14.9 ± 0.6
C18:1n7	3.0 ± 0.2	3.9 ± 0.2	2.9 ± 0.2	3.6 ± 0.4
C18:2n6	1.0 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.8 ± 0.2	0.9 ± 0.1
C18:4n3	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.3	0.3 ± 0.1
C20:1n9	0.5 ± 0.1	1.2 ± 0.2	0.3 ± 0.3	0.4 ± 0.2
C20:3n3	1.9 ± 0.2	1.9 ± 0.2	4.3 ± 1.1	4.5 ± 0.8
C20:5n3 (EPA)	6.1 ± 0.3	4.3 ± 0.7	6.3 ± 1.2	4.3 ± 0.7
C22:1n11	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
C22:1n9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
C22:5n3	1.6 ± 0.1	2.4 ± 0.2	1.4 ± 0.2	1.4 ± 0.2
C22:6n3 (DHA)	18.4 ± 1.3	18.2 ± 1.5	21.0 ± 2.8	18.4 ± 3.4
C24:1n9	0.5 ± 0.0	0.2 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.6 ± 0.0
全飽和脂肪酸	34.0 ± 0.3	31.2 ± 1.8	38.6 ± 3.4	37.7 ± 4.3
全モノエン酸	27.0 ± 1.6	33.9 ± 3.9	17.8 ± 2.7	22.9 ± 0.7
全ジエン酸	1.0 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.8 ± 0.2	0.9 ± 0.1
全高度不飽和脂肪酸	28.2 ± 1.8	27.1 ± 2.4	33.3 ± 3.1	26.9 ± 4.6
未知物質	9.8 ± 0.8	7.1 ± 0.8	8.8 ± 1.0	11.7 ± 0.8
全脂質(未知物質を除く)	90.2 ± 0.8	92.9 ± 0.6	90.4 ± 1.0	88.3 ± 0.8

表4 ハガツオ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
C14:0	3.3 ± 0.2	0.9 ± 0.1	2.1 ± 1.2	3.4 ± 0.2
C18:0	23.8 ± 0.5	21.8 ± 0.8	17.9 ± 8.8	25.7 ± 0.6
C18:1n7	6.8 ± 0.3	3.4 ± 0.5	3.6 ± 1.7	4.9 ± 1.7
C18:0	6.7 ± 0.5	7.7 ± 1.0	6.6 ± 2.6	7.8 ± 1.4
C18:1n9	19.0 ± 0.9	30.5 ± 4.2	16.1 ± 8.4	19.7 ± 1.4
C18:1n7	3.2 ± 0.4	4.6 ± 0.6	2.8 ± 1.1	3.6 ± 0.5
C18:2n6	0.9 ± 0.4	0.8 ± 0.1	0.9 ± 0.3	1.0 ± 0.1
C18:4n3	0.6 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.5 ± 0.2	0.6 ± 0.1
C20:1n9	0.5 ± 0.2	1.3 ± 0.2	0.5 ± 0.4	0.6 ± 0.3
C20:3n3	1.4 ± 0.1	1.2 ± 0.1	6.5 ± 5.2	1.3 ± 0.1
C20:5n3 (EPA)	5.2 ± 0.4	3.4 ± 0.7	10.2 ± 5.8	4.0 ± 0.6
C22:1n11	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
C22:1n9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
C22:5n3	1.5 ± 0.2	2.5 ± 0.3	2.6 ± 0.9	1.2 ± 0.2
C22:6n3 (DHA)	15.9 ± 0.8	14.9 ± 1.4	18.2 ± 7.8	12.8 ± 2.2
C24:1n9	0.5 ± 0.2	0.1 ± 0.1	0.3 ± 0.4	0.5 ± 0.2
全飽和脂肪酸	33.7 ± 0.8	30.4 ± 1.0	26.6 ± 10.2	38.9 ± 0.9
全モノエン酸	30.0 ± 1.1	40.0 ± 4.2	23.3 ± 9.9	29.2 ± 1.8
全ジエン酸	0.9 ± 0.4	0.6 ± 0.1	0.9 ± 0.3	1.0 ± 0.1
全高度不飽和脂肪酸	24.8 ± 1.1	21.7 ± 2.2	38.0 ± 19.0	19.8 ± 2.9
未知物質	10.7 ± 1.3	7.3 ± 1.7	11.1 ± 3.1	13.0 ± 3.8
全脂質(未知物質を除く)	89.3 ± 1.3	92.7 ± 1.7	89.9 ± 3.1	87.0 ± 3.8

表5 ハガツオ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
C14:0	0.3 ± 0.2	0.2 ± 0.0	0.7 ± 0.4	0.2 ± 0.1
C18:0	8.1 ± 1.6	15.5 ± 1.5	15.8 ± 2.3	9.3 ± 0.8
C18:1n7	1.2 ± 0.4	0.8 ± 0.3	1.1 ± 0.8	0.9 ± 0.1
C18:0	20.5 ± 1.0	15.5 ± 0.8	19.7 ± 1.8	17.1 ± 1.7
C18:1n9	5.7 ± 1.0	8.5 ± 1.4	5.3 ± 1.0	8.4 ± 0.4
C18:1n7	4.4 ± 0.8	3.1 ± 0.3	2.4 ± 0.2	3.1 ± 0.3
C18:2n6	0.7 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.4	0.7 ± 0.1
C18:4n3	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1
C20:1n9	0.2 ± 0.0	0.8 ± 0.3	0.3 ± 0.2	0.2 ± 0.1
C20:3n3	4.0 ± 0.3	7.2 ± 0.7	6.6 ± 1.0	9.3 ± 0.4
C20:5n3 (EPA)	2.2 ± 0.1	4.0 ± 0.3	4.0 ± 0.8	3.2 ± 0.2
C22:1n11	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
C22:1n9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
C22:5n3	0.8 ± 0.1	1.7 ± 0.6	0.8 ± 0.5	1.5 ± 0.1
C22:6n3 (DHA)	33.8 ± 3.3	32.5 ± 2.7	19.4 ± 3.3	24.1 ± 1.9
C24:1n9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
全飽和脂肪酸	28.9 ± 1.9	31.2 ± 1.3	36.2 ± 3.3	26.6 ± 1.8
全モノエン酸	11.5 ± 1.9	10.9 ± 2.2	8.1 ± 1.5	10.5 ± 0.7
全ジエン酸	0.7 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.4	0.7 ± 0.1
全高度不飽和脂肪酸	41.0 ± 3.6	45.6 ± 2.7	31.0 ± 4.5	38.2 ± 2.3
未知物質	17.9 ± 3.1	11.7 ± 2.3	23.1 ± 4.8	24.0 ± 2.2
全脂質(未知物質を除く)	82.1 ± 3.1	88.3 ± 2.3	79.9 ± 4.8	76.0 ± 2.2

表6 ハガツオ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
C14:0	0.4 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1
C18:0	29.3 ± 3.0	29.3 ± 1.5	28.1 ± 2.1	30.9 ± 1.8
C18:1n7	1.2 ± 0.3	0.6 ± 0.2	1.1 ± 0.1	1.4 ± 0.2
C18:0	2.9 ± 0.2	6.3 ± 0.5	8.5 ± 0.5	7.1 ± 0.8
C18:1n9	9.2 ± 1.2	5.9 ± 1.1	8.0 ± 2.0	14.2 ± 1.0
C18:1n7	1.9 ± 0.2	2.0 ± 0.2	3.2 ± 0.6	4.9 ± 0.4
C18:2n6	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.8 ± 0.0
C18:4n3	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0
C20:1n9	0.1 ± 0.0	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.0
C20:3n3	4.3 ± 0.2	3.8 ± 0.2	6.2 ± 0.8	5.9 ± 0.5
C20:5n3 (EPA)	7.1 ± 0.4	8.9 ± 0.7	11.4 ± 2.1	6.6 ± 0.3
C22:1n11	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
C22:1n9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
C22:5n3	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
C22:6n3 (DHA)	1.1 ± 0.1	1.2 ± 0.1	1.3 ± 0.4	1.5 ± 0.2
C24:1n9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.2	0.3 ± 0.3
全飽和脂肪酸	31.6 ± 3.0	25.9 ± 1.2	37.1 ± 2.4	38.4 ± 2.5
全モノエン酸	12.4 ± 1.5	8.7 ± 1.6	12.7 ± 2.7	21.1 ± 1.4
全ジエン酸	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.8 ± 0.0
全高度不飽和脂肪酸	49.0 ± 4.9	47.6 ± 2.9	40.0 ± 6.1	31.0 ± 3.2
未知物質	6.5 ± 1.5	7.3 ± 1.5	9.4 ± 2.0	8.6 ± 1.2
全脂質(未知物質を除く)	83.5 ± 1.5	92.7 ± 1.5	90.8 ± 2.0	91.2 ± 1.2

## II. ハガツオのガラス状食品の開発

ハガツオ中には比較的多量の高度不飽和脂肪酸が含まれることがわかったが、これを損なわない商品の開発が不可欠である。

よって、晒工程を経ない、加工食品開発の一環として、ハガツオのガラス状食品の開発について取り組んだ。

### 実験方法

**供試魚** 長崎魚市場に水揚げされたハガツオを用いた。

**ハガツオ肉の調製** ハガツオ肉は体側と垂直方向に厚さ10mmに切り取った。

**浸漬液の調製** デキストリン、スクロース、およびグルコースを、それぞれ、5、10、20、および30% (V/V) 水溶液にし、これにハガツオ肉を24時間浸漬した。

**色調の測定** 色彩色差計（ミノルタ社製 CR-300A）を用いてL\*,a\*,およびb\*値を測定した。

### 実験結果

**明度の比較** L\*値は、それが白色度を示す指標でもあり、浸漬後に白濁したのものについては高い値を示した。よって、この値が低いものが透明度の高いことを示す。糖種に関わらず、濃度に比例して透明度は上昇した。また、糖種間での差は明瞭ではなかったが、50%水溶液においては、スクロースが若干他よりも低い値を示した。（図1）

**赤色度の比較** a\*は赤色-緑色を示すが、これは数値が0に近いものが透明に近いことを示す。図2の結果から、ソルビトールの50%水溶液に浸漬するのが最も効果が高いと思われた。

**黄色度の比較** b\*は黄色-青色を示すが、これも赤色度と同様、数値が0に近いものが透明に近いことを示す。図3の結果から、ソルビトールの50%水溶液に浸漬するのが最も効果が高いと思われた。

以上の結果から、ソルビトール50%水溶液がガラス状食品製造のための浸漬液としては最も優れることが明らかになった。さらに、50%以上の水溶液についても検討したが、溶質の水溶性の問題から困難であると思われた。

また、これら検討すると、分子量の大きいデキストリンよりも2糖類、さらに2糖類よりも単糖類が、さらに、単糖類に比較すると糖アルコールが、肉中に浸入しやすいことを示し、透明化にはより分子量の小さいもののほうが効果があることが示唆された。

### まとめ

ハガツオの透明化のためには、より高濃度の、より分子構造が小さい糖類を用いることが効果的であることが明らかになった。

（担当：大迫）

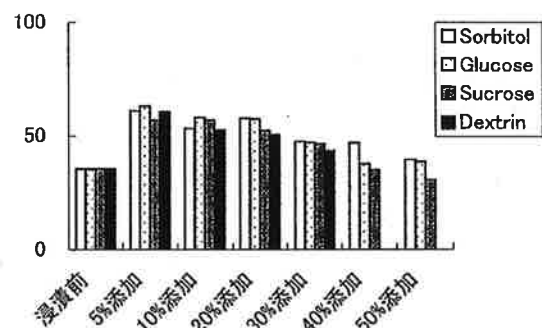


図1 L\* 値 (明度) の比較

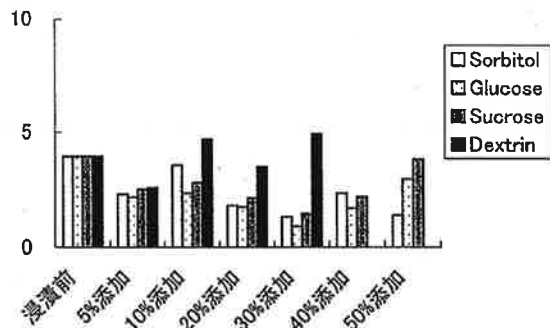


図2 a\* 値の比較

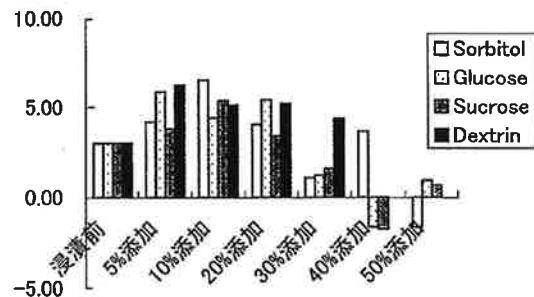


図3 b\* 値の比較

### Ⅲ. ハガツオのかまぼこ原料適性

ハガツオは特定時期に一度に大量の水揚げがされる場合も多く、この場合、最も簡単な方法としてかまぼこ原料として利用することも想定できる。よって、清水晒肉を用いてゲル形成能の調査を行った。

#### 実験方法

**供試魚** 長崎魚市場に水揚げされたハガツオを用いた。  
**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。

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

**落とし身、および清水晒肉の調製** 供試魚は併せて31521.2gで、得られた肉は14000gであった（採肉歩留44%）。供試魚は鱗を取り除き、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 NF2 D-X 型、孔直径4mm）にかけて落とし身を採取した。清水晒は落とし身の5倍量の水道水で3回行った。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** 落と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%になるよう冷水道水を加えた。播漬した肉糊は直ちに手回しスタッファー（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、落と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。

**pHの測定** 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。

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。

$$\text{ハンター白色度} = 100 - ((100 - L)^2 + a^2 + b^2)^{1/2}$$

#### 実験結果

**供試ハガツオの性状と組成** 供試したハガツオの平均尾叉長および魚体重は、それぞれ51.5cmおよび2250gであった。また、生殖腺指数は、0.9であった。

**ハガツオ肉糊の加熱によるゲル化パターン** 播漬後の落とし身および清水晒肉の pH はそれぞれ、5.4、および6.2であった。

温度-ゲル曲線（図1）では、落とし身は加熱温度の上昇とともに、ゲルを形成したが、非常に脆弱で、かまぼことは全く異なった物性を示した。清水晒肉（図2）においては加熱温度に関わらず、ゲルの形成はみられなかった。

**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。数値のみから判断すれば、落とし身は、坐りにくく戻りにくく、清水晒肉はこれに比較すると坐りは落とし身と同程度であるが、戻りやすいという結果になる。

**色調** 表2に、生肉および90℃で20分加熱したゲルの色調を示した。落とし身は、生では茶色がかかった色調で

あるが、加熱することにより、若干明度が増した。清水晒肉も同様の傾向を示したが、これの明度および白色度は意外に高く、アイゴ肉と比較して遜色無かった。

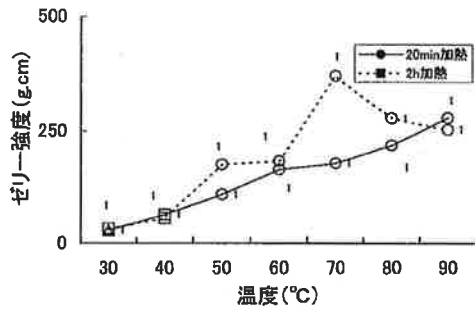
まとめ

1) ハガツオは、そのままでは練り製品の原料として

用いるのは難しい。

2) 強固なゲルを形成しないことを利用した、他の食品への用途が望ましいと考えられる。

(担当：大迫)



△、生ゲル; □、坐りゲル; ○、加熱ゲル; ●、戻りゲル

折り曲げ 1, 2つ折りで2片に分割; 2, 2つ折りで亀裂を生じる;  
3, 4つ折りで崩壊; 4, 4つ折りで亀裂を生じる; 5, 4つ折りでも亀裂を生じない

図1 ハガツオ落し身 温度-ゲル化曲線

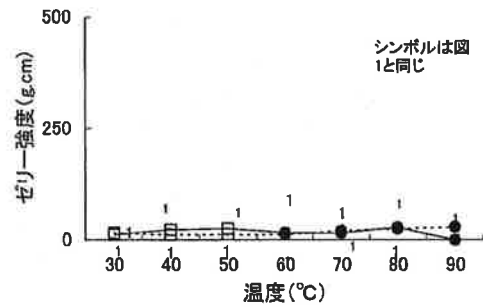


図2 ハガツオ清水晒肉 温度-ゲル化曲線

## 4. 高品質水産加工技術開発事業

桑原 浩一・大迫 一史  
多比良純一\*・川崎 学\*

本県では比較的安定してマルソウダは漁獲されているが、活用方法はないため、養殖魚用の餌などに利用されている。一方、県内産すり身の原料魚は不足しつつある。そこで、マルソウダの加熱ゲル化特性を解明し、すり身などへの利用法を開発する。

また、漁場環境の浄化を目的として、コンブの養殖試験が県内各地で実施されている。環境浄化には、継続した養殖と枯死前の刈り取りが必要である。しかし、本県で生産される養殖コンブの葉体は薄く、利用法がないため、葉体が薄いことを利用して破碎やペースト化法を検討し、有効活用法を開発する。

### 方 法

**供試料** 平成15年11月に定置網で漁獲されたマルソウダ、あるいは平成15年5月に採取した養殖コンブを用いた。

**落とし身およびアルカリ塩水晒し肉の調製** 前処理したマルソウダを網ロール式採肉機で処理して落とし身を得た。また、落とし身をアルカリ塩水で晒し、加圧脱水したのちに、所定の水分含量に調整して晒し肉とした。

**加熱ゲルの調製** 落とし身あるいは晒し肉に3%の食塩を加えて、高速カッターで3分間播潰して肉糊とし、塩ビチューブに充填後、30～90℃（10℃間隔）で30あるいは120分間加熱してゲルを調製した。なお、90℃で30分間加熱したゲルを直加熱ゲルと略す。加熱終了後直ちに氷水中で冷却し、室温に戻したのち不動工業製のレオメーターを用いて、破断強度(gw)および破断凹み(mm)を測定した。

**自己消化活性の測定** 晒し肉を5倍量の冷蒸留水でホモジナイズしたのち、ホモジネートに等量の緩衝液を混合して、山下<sup>1)</sup>の方法で自己消化活性を測定した。なお、緩衝液のpHは2.5～6.5とし、一部は酵素阻害剤を予め加えておいた。反応は30℃で60分間行い、ブ

ランク値を差し引いた吸光値を自己消化活性とした。  
**破碎コンブの調製** コンブを沸騰湯中で1分間ボイルし、均一化させるため肉挽機(φ2.4mm)で処理して、破碎コンブとした。なお、破碎コンブに所定量のアスコルビン酸ナトリウムあるいは重曹を加えて混合した。  
**色調の測定** 色彩色差計(ミノルタカメラ製CR-300A型)で、L\*、a\*、b\*値を測定した。

### 結 果

#### I. マルソウダ

**落とし身から調製した加熱ゲル** 生鮮マルソウダの落とし身から肉糊を調製し、各温度で30、60あるいは120分間加熱してゲルを形成させ、破断強度(図1)を測定した。加熱時間に関わらず破断強度は、加熱温度が高くなるほど高い値となった。なお、破断凹みは、加熱条件に関わらず低い値で近似していた。マルソウダの落とし身は、坐りや戻り現象は認められなかった。直加熱ゲルでは、破断強度は500gw以上を示すが、破断凹みは5mm前後であり、一般的なかまぼことは著しく異なる食感となった。このゲルは戻りゲルの様な崩壊し易いものではなく、噛み切り易いため、従来のかまぼことは異なるサラミ様などの製品への利用が適していると思われた。

**アルカリ塩水晒し肉から調製した加熱ゲル** 晒し後脱水したのち、水分を81.3%に調整した晒し肉を播潰し、加熱ゲルの破断強度(図2)を測定した。破断強度は30℃あるいは40℃付近で高くなり、30分間加熱では40℃、120分間では30℃が高い値を示した。50℃以上での折曲試験はいずれも“1”で、脆いゲルとなった。また、60分間予備加熱した二段加熱ゲルの破断強度および破断凹みは、30℃で予備加熱した場合が最も高い値を示し、直加熱ゲルに比べると、破断強度は約1.6倍、破断凹みは約1.4倍となり、予備加熱による物性

\*長崎蒲鉾水産加工業協同組合



の改善効果が認められた。なお、40°Cで予備加熱した二段加熱ゲルでは、直加熱ゲルと近似した値であった。マルソウダすり身から二段加熱ゲルを調製する際の予備加熱温度は、一般的な40°Cよりも30°Cが適していると判断した。

**自己消化活性の測定** 晒し肉のゲル物性は一般的なすり身原料魚よりも低い値を示したことから、内在酵素による影響を確認するため、晒し肉から調製したホモジネートの自己消化活性を測定した(図3)。なお、背肉部のpHは約6.5であった。自己消化活性は中性付近よりも酸性側で高くなり、EDTA、APMSF、E-64およびペプスタチンAの4種のインヒビターを加えると、pHに関係なく自己消化活性はほぼ完全に阻害された。次に、4種のインヒビターを1種類ずつ除いた系での自己消化活性を図4に示した。中性付近では、どのタイプのプロテアーゼが主に作用しているか明らかではないが、酸性側ではペプスタチンAを除くと高い値を示したことから、カテプシンDやEなどのアスパラギン酸型プロテアーゼが主に作用しているものと推察した。背肉部と同程度のpH6.5付近での自己消化活性は低い値であったため、背肉部から調製した筋原繊維タンパク質(Mf)を30°Cに8時間まで保持して、自己消化を確認した。サブユニット組成をSDS-PAGEで解析したが、ミオシン重鎖の減少および分解物の増加は認められず、自己消化によるHCの分解がゲル物性を劣化させている主要因ではないと推察した。

**水分が晒し肉のゲル物性に及ぼす影響** 次に、晒し肉の水分含量がゲル物性に及ぼす影響を検討した。晒し肉の水分を約78%まで脱水したのちに、水分が79, 80, 81および82%となるよう加水した。また、加水した場合とMf濃度が同じになるよう、加水量と同量のソルビトールを晒し肉に加え、直加熱ゲルの破断強度(図5)を測定した。水分およびソルビトール含量が高くなるほど破断強度は低い値となり、Mf濃度の低下に伴い、破断強度は低くなる傾向が示された。また、破断凹みへの顕著な影響は認められなかった。次に、Mf濃度が一定となるよう晒し肉に水およびソルビトールが常に10%となるよう加えて、水分およびソルビトール

含量が異なる加熱ゲルを調製した。すなわち、図6に示したA, B, C, DおよびEは、ソルビトール：水の比率をそれぞれ10：0, 7：3, 5：5, 3：7および0：10とした。直加熱ゲルの破断凹みはほぼ一定で、破断強度は水分含量が高くなるほど低い値となった。また、30°Cでの予備加熱および二段加熱ゲルでは、水分含量が高いほど破断強度および破断凹みは高い値を示した。直加熱ゲルのゼリー強度は水分含量が低いほど高く、二段加熱ゲルでは水分含量が高いほど高い値となった。対照に熱変性を抑制するとされるソルビトールを用いているが、マルソウダから調製した加熱ゲルの物性は、水分含量に大きく影響されるものと思われた。また、すり身製造時には出来るだけ脱水し、直加熱の場合は加水せず、二段加熱の場合には、播漬時に適度な加水を行う方法が適していると思われた。

## II. 養殖コンブ

**ボイル後の緑色保持法の検討** 養殖コンブをボイルしたのちに細切りした製品の開発を目的として、ボイル後の緑色保持方法を検討した。pHが色調に及ぼす影響を確認するため、破碎コンブにアスコルビン酸ナトリウムあるいは重曹を加えた場合のpHとa\*値の関係を図7(緑色の強いa\*値のマイナス側を上)に示した。無添加のコントロール(pH約7.2)がa\*値は最も低く、鮮やかな緑色であった。アスコルビン酸ナトリウムは保存中の退色を抑制するのではないかと考え、5°Cの冷蔵庫中に保存したが、アスコルビン酸ナトリウムの濃度に関わらず、保存期間が長くなるとa\*値は上昇した。

**再加熱による影響** 次に、包装条件および包装後の加熱処理が色調に及ぼす影響を検討し、図8に示した。含気および真空包装した場合のa\*値は近似した値であった。真空包装したのちに90°Cでの加熱処理を行うと、再加熱直後のa\*値は上昇した。しかし、5°C保存時の色調変化は、再加熱処理していないものでは急激に退色が進行したのに対し、再加熱した場合の退色は緩慢であった。このことは、再加熱していない場合の15日目では、一般生菌数は10<sup>6</sup>まで増加し、pHは6前後に低下したのに対し、再加熱処理を行った場合の15日目は、一般生菌数は300以下、pHは7.1であり、

細菌数の増加による pH の低下を防止したため、退色が抑制されたものと推察した。

まとめ

- 1) マルソウダ落し身の加熱ゲルは、破断強度は高く、破断凹みは低い独特の食感を示し、かまぼこ以外の原料としての活用が適していると考えられた。
- 2) マルソウダ晒し肉からかまぼこを調製するには、直接加熱する場合は水分含量を低くし、予備加熱を行う場合は、適度な水分を加えた方が優れた物性となった。

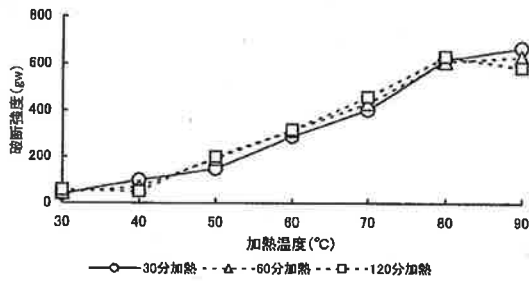


図1 生鮮マルソウダの落し身から調製した加熱ゲルの破断強度

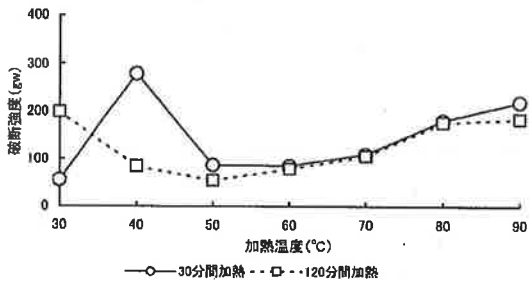


図2 生鮮マルソウダのアルカリ塩水晒し肉から調製した加熱ゲルの破断強度

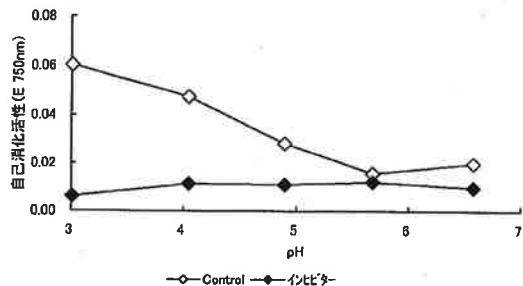


図3 pHがマルソウダ晒し肉の自己消化酵素活性に及ぼす影響

3) ボイルしたコンブの緑色保持には、包装後再加熱して、細菌の増殖を抑えることが効果を示した。

文献

- 1) 山下倫明, 魚類筋肉のタンパク分解活性の測定法. 中央水研研報1996; 8: 111-122.
- 2) 加藤登, 内山均, 塚本志朗, 新井健一. 魚類筋原繊維 ATP ase の生化学的研究. 日水誌 1977; 43: 857-867.

(担当: 桑原)

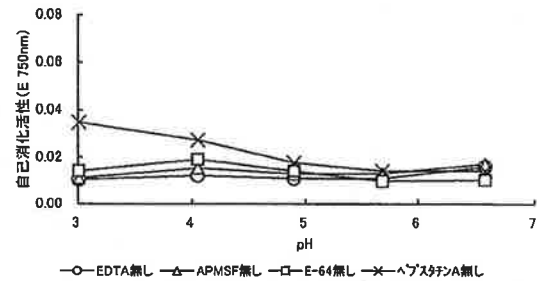


図4 pHがマルソウダ晒し肉の自己消化酵素活性に及ぼす影響

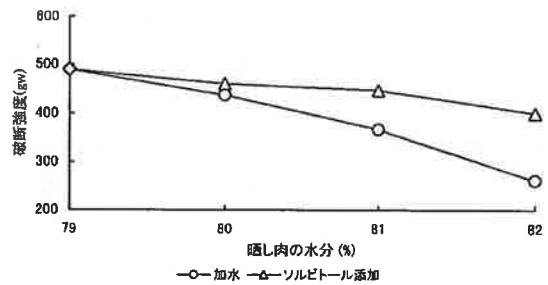


図5 マルソウダ晒し肉の水分含量が90°C直接加熱ゲルの破断強度に及ぼす影響

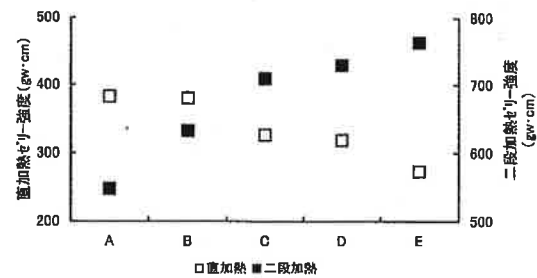


図6 Mf タンパク質濃度が一定となるよう水およびソルビトールを加えた加熱ゲルのゼリー強度

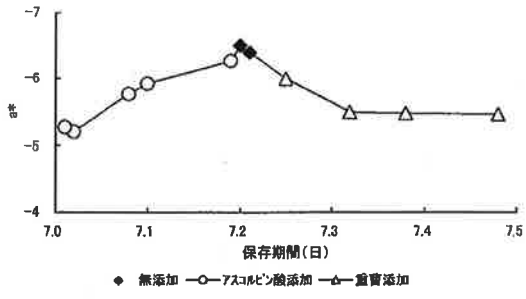


図7 pHが破碎コムのa\*値に及ぼす影響

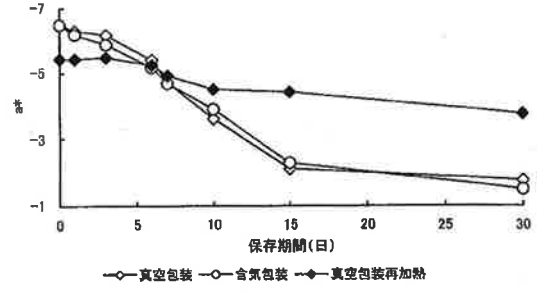


図8 破碎コムの5°C保存時におけるa\*値の変化