

1. 水産物流通加工技術高度化支援事業

村田 昌一・岡本 昭・桑原 浩一
大迫 一史・瀬川 慎・後藤 孝二

I. 水産物加工流通技術の指導

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、水産加工業者等への技術指導・支援を実施した。

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 (39件)	183件 (120件)	55件 (22件)	305件 (181件)
研修会		30回		
巡回指導		29回		
来所者		1740人		

技術相談や施設利用の状況、研修会の開催実績について表1～3に示した。本年度に製造技術を確立し、事業化を検討した主な商品はイカを原料としたねり製品蒲鉾（4種類）、アジ茶漬、牡蠣の燻製および蒲鉾等7種類であった。

水産加工技術マニュアルとして「新しいねり製品原料とその加工法」を、水産加工だより13号を発行した。

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2 主な施設利用

項目	相談者	相談等の内容	利用した機器類
加工指導	長崎市 加工業者	新商品(塩干品)の開発	遠赤焼軟機
加工指導	大村市 加工業者	新製品開発	急速冷凍機
加工指導	新上五島町 加工業者	なまり節の試作	くん製機
加工指導	長崎市 加工業者	ゴマサバのくん製試作	燻製機
加工指導	漁協	カキくん製試作	燻製機・ガス真空装置
加工指導	大村市 加工業者	蒲鉾製品の試作	恒温水槽
加工指導	大村市 加工業者	冷凍食品の試作	真空包装機
加工指導	大村市 加工業者	煮魚、練り製品の試作	ステファン
加工指導	漁協	イカかまぼこ試作	ステファン・高速カッター
加工指導	新上五島町 加工業者	イカかまぼこ試作	ステファン・ミンチ器・蒸し器
加工指導	漁協	ハマチのすり身製造	ステファンカッター等
加工指導	長崎市 加工業者	乾燥サラダの粉砕	粉砕器
加工指導	長崎市 加工業者	イカかまぼこ試作	ミンチ機
加工指導	漁協	イカかまぼこ試作	ミンチ器・ステファン
加工指導	長崎市 加工業者	ウルメイワシの乾燥テスト	冷風乾燥機
加工指導	加工団体	レトルト殺菌試験	レトルト殺菌装置
加工指導	長崎市 加工業者	レトルト試験	レトルト殺菌装置
品質管理	長崎市 加工業者	食品の細菌自主検査法	インキュベーター
品質管理	加工団体	塩分測定	塩分測定機
品質管理	長崎市 加工業者	ピンホール真空の実験	真空包装機
品質管理	長崎市 加工業者	細菌検査	培養器
品質管理	加工団体	品質確認(夾雑物)	ビデオマイクロスコープ
品質管理	漁協	品質確認(夾雑物)	ビデオマイクロスコープ

表3 主な研修会

開催月	対象	参加者数	開催場所	内容
4	水産加工業者、組合	12	総合水試	スルメイカのねり製品技術
	漁業者、水産加工業者他	20	雲仙市	エタリ塩辛について
6	漁業者、水産加工業者、一般消費者 他	304	長崎市	地域水産加工技術セミナー ・長寿社会はみんなの願いー健康家族はお魚大好き
	漁業士会	15	五島市	スルメイカのねり製品技術
	漁協	4	諫早市	蒲鉾研修会
	水産加工業者、組合	20	長崎市	水産食品と食育、新商品の紹介
7	漁協 他	12	新上五島町	新規醗酵食品について
	水産加工業者	14	新上五島町	水産加工技術に関する指導
8	一般消費者	70	長崎市	ながさき県民大学講座「長崎のお魚を食卓へ」 ・魚食と健康 ・おさかなの安全・安心 ・マアジのおいしさ
	漁協婦人部他	11	上五島	アイゴの加工法について
	漁協他	10	壱岐市	スルメイカのねり製品技術
10	水産加工業者	7	対馬市	スルメイカのねり製品技術
11	漁業者 漁協 他	88	五島市	アオリイカに関する研修会「アオリイカの鮮度保持条件について」
	漁業者 漁協 研究者 一般他	100	静岡県御前崎市	磯焼け対策シンポジウム
1	漁業者 漁協 研究者 一般他	200	東京海洋大学	磯焼けシンポジウム
2	水産加工業者 研究者 一般他	34	活水女子大学	醗酵食品としてのエタリの塩辛
	県下水産業普及指導センター	16	総合水試	水産加工担当者会議
	漁業者、水産加工業者等	50	総合水試	水産加工技術研修会 ・藻食性魚類の有効利用への取組み ・イカねり製品の開発 ・水産物のトレーサビリティ ・食品機能研究の現状

2. 低・未利用水産資源利用技術開発事業

大迫 一史

1. アカアマダイの旬の解明

アカアマダイは高級魚の一つで、主に延縄及び底曳網漁業で漁獲され本県において年間約400トンの漁獲量（全国2位）がある。とくに、本魚を原料とした塩干品は「色もの」塩干品の代表例とされ、平成長崎俵物の定番商品のひとつである。

本魚は季節的な多寡はあるものの周年漁獲されるが、筋肉中の粗脂肪や遊離アミノ酸等の魚体成分に関わる知見は皆無である。

このようにアカアマダイは本県産魚類のなかでもブランドの一翼を担う重要魚種でありながら、これの体成分に関わる知見に乏しい。今後激化することが予想される地域間でのブランド化競争のなかで本県産品が生き残っていくためには、本魚の体成分の周年変動を明らかにし、「いつ漁獲されたものが最もおいしいか」との観点から旬の時期を明確にする必要があると思われる。巷に溢れている「旬のもの」とか「旬の魚介類」といった表現のその殆どは科学的根拠に基づいたものではないが、それらとは一線を画すのである。

このような目論見から、アカアマダイの粗脂肪、脂肪酸組成、および遊離アミノ酸について調査を行なった。

実験方法

供試魚 平成18年5月から平成19年2月にかけて対馬沿岸で漁獲されたアカアマダイ *Branchiostegus japonicus* を用いた。

粗脂肪含量の抽出 冷蔵状態で入手した供試魚の、全重量および全長を測定し、背部普通肉（筋肉）、および内臓に分別後、Folchらの方法¹⁾により粗脂肪を抽出した。

脂肪酸組成の分析 得られた粗脂肪30mgを1%の塩酸を含むメタノール中で1時間ボイルして脂肪酸メチルエステルを調製した。得られた脂肪酸メチルエステ

ルはシリカゲルカラムクロマトグラフィーを用いて精製した。

脂肪酸種の定性 メチルエステルは、これを大過剰量の2-アミノ2-メチルプロパノール中で煮沸し誘導体（DMOX誘導体）化したものをガスクロマトグラフ質量分析計（GC-MS QP2010, 島津製作所）で定性した。

脂肪酸の定量 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）を用いて定量した。値は、全ピーク面積に対する百分率で示した。

遊離アミノ酸の定量 背部普通肉（筋肉）から Konosuらの方法²⁾によりエキス分を抽出した。得られたエキスをクエン酸リチウム緩衝液（pH2.2）で希釈し、アミノ酸自動分析計（ALC 1000, 島津製作所）で分析した。

実験結果

アカアマダイの魚体サイズ、生殖腺指数、および魚体諸器官の粗脂肪含量 供試したアマダイの魚体サイズ、生殖腺指数を表1に示した。全長および魚体重はそれぞれ、30.3–33.6cm および406.9–492.1gであり、大きな変動は見られなかった。生殖腺指数は概して6月から10月の間は他の時期に比較して高い傾向を示したが、東シナ海におけるアカアマダイの産卵期は6月から11月であることが知られており、³⁾ 本研究における対馬沿岸海域で漁獲されたアカアマダイも産卵期は東シナ海におけるそれと同時期であることを示している。筋肉中の粗脂肪含量は、5月から8月にかけては他の時期（0.7–1.2%）に比較すると僅かながら高い値（0.3–0.6%）を示した（図1）。内臓中の粗脂肪含量は、筋肉中のそれに比較すると同時期においては常に高い値を示した（図2）。また、筋肉中の粗脂肪含量と呼応した周年変動を示し、5月から8月にかけては他の時期（11.9–1.2%）に比較すると僅かながら高

い値 (11.9–24.5%) を示した。

アカアマダイの筋肉中の脂肪酸組成 アマダイの脂肪酸組成を表 2 に示した。筋肉粗脂肪中の主要な脂肪酸は、14:0 (1.7–5.2%)、16:0 (17.4–20.9%)、16:1 n-7 (2.8–8.5%)、18:1 n-9 (8.2–13.8%)、18:1 n-7 (2.9–5.9%)、20:5 n-3 (7.3–11.5%)、22:5 n-3 (0.5–5.5%)、および 22:6 n-3 (4.0–24.4%) であった。8 月に得られたアマダイの 22:6 n-3 含量が低い値を示したが (4.0%)、これを除き、粗脂肪中の 10% 以上を占める高い値を示した (12.7–24.4%)。

アカアマダイの筋肉中の遊離アミノ酸組成 アカアマダイ筋肉中の遊離アミノ酸組成を表 3 に示した。筋肉中の主要な遊離アミノ酸は、タウリン (52.9–197.6 mg/100g)、アスパラギン酸 (1.5–10.2mg/100g)、セリン (2.4–31.9mg/100g)、プロリン (2.9–25.0 mg/100g)、グリシン (4.8–23.6mg/100g)、アラニン (7.2–29.6mg/100g)、およびオルニチン (0.0–20.9mg/100g) であった。以上の主要な遊離アミノ酸は、呈味性についての報告例が無いタウリン以外は、全て甘みアミノ酸あるいは旨みアミノ酸であり、⁴⁾ 苦味アミノ酸は含まれていなかった。総遊離アミノ酸量でみると、9 月から 1 月にかけて漁獲されたもの (106.6–320.5mg/100g) は、それ以外の時期に漁獲されたもの (312.0–453.4mg/100g) に比較して低い値を示した。

アカアマダイの旬 一般に、魚類の旬の時期は、粗脂肪含量が最も高い時期として定義付けられている。一方で、魚類の呈味成分としては、脂質以外にも遊離アミノ酸が重要であることが知られている。⁵⁾ これらの結果からアマダイの旬は、筋肉中の粗脂肪含量が高く、遊離アミノ酸総量も多い 5 月から 8 月と結論付けられる。

まとめ

1) アマダイの旬は、筋肉中の粗脂肪含量が高く、遊離アミノ酸総量も多い 5 月から 8 月と結論付けられる。

(担当：大迫)

II. アマダイエキスの抽出

低・未利用水産資源利用技術開発の一環として、高級魚の一つであるアカアマダイの加工残滓からのエキス抽出法について検討した。

実験方法

供試魚 平成 18 年 7 月に長崎魚市場に水揚げされた中国産アマダイの内臓を用いた。

アカアマダイ内臓からのエキス抽出 アマダイの内臓 500 g に対して水 1 L を加えたものを、それぞれ 30°C および 80°C で加熱してエキスを抽出した。すなわち、内臓 500 g と蒸留水 1 L を混ぜ合わせたものをビーカーに入れ、30°C および 80°C のバス中で加熱し、薬匙で随時サンプルを攪拌しながら経時的にスポイトでこれの一部を取り出した。

エキス中の遊離アミノ酸の測定 取り出した試料の一部は、ミリポアフィルタ (0.22μm) を通したのち、クエン酸リチウム緩衝液で希釈し、アミノ酸自動分析計 (ALC 1000, 島津製作所) で分析した。

エキス中の魚臭成分の測定 取り出した試料の一部をバイアル瓶に入れて密閉し、これのヘッドスペース中のトリメチルアミン量をガスクロマトグラフ (GC17A, 島津製作所) で測定した。トリメチルアミン量は、標準物質 (シクロヘキサノール) とのクロマトグラム上の面積の相対値で示した。

実験結果

図 3 に、30°C および 80°C 加熱時におけるアマダイ内臓からの遊離アミノ酸の溶出を示した。結果より、高温加熱 (80°C) の方が低温加熱 (30°C) に比較して短時間で一定量のエキスが得られること、また、逆に時間をかければ煮出しをせずとも、加熱により一定量のエキスが得られることが明らかになった。また、得られた遊離アミノ酸の組成比には、処理温度や加熱時間による差は無かった。(表 4 および 5)

図 4 に魚臭成分として最も良く知られているトリメチルアミン揮発量の、加熱時間との関係を示した。加熱時間とトリメチルアミンの相対揮発量の間には明瞭な関係は認められなかったが、高温 (80°C) で加熱した

方が低温 (30°C) で加熱するよりもトリメチルアミンの生成量が多いことは明らかであった。

以上の結果から、アカアマダイの内臓からエキス分 (遊離アミノ酸) を得る場合、80°Cのような高温よりも、30°Cのような低温で抽出する方が、省エネルギーおよび魚臭の観点から望ましいことが明らかになった。

まとめ

1) アマダイの内臓からエキスを抽出する場合、低温での抽出が望ましい。

(担当：大迫)

文献

1) Polch, J., Lees, M., and Stanley, G. H. A Simple Method for the Isolation and Purification

of Total Lipids from Animal Tissues, *J. Biol. Chem.* 226, 497-509.

2) Konosu, S., S. Watanabe, K. Shimizu. Distribution of nitrogenous constituents in the muscle extracts of the eight species of fish. *Nippon Suisan Gakkaishi*, 40, 909-915.

3) 田中 克, 落合 明. キンメダイ・アカアマダイ・アカムツ・イボダイ類, 「魚類学 (下)」, 恒星社厚生閣, 東京, 1986; pp: 692-703.

4) 船津保浩, 砂子良治, 小長谷史郎, 今井 徹, 川崎賢一, 竹島文雄. 醤油麹を用いて製造したマルソウダ魚醤油と国内産魚醤油および大豆こいくち醤油との呈味成分の関係. *日水誌*; 66: 1036-104.

5) 須山三千三・鴻巣章二: 魚介類の味, 「水産食品学」, 恒星社厚生閣, 東京, 1991; pp. 80-88.

表1 供試アマダイの魚体サイズ, 生殖腺指数, および魚体諸器官の粗脂肪含量^{a, b, c}

漁獲日	全長 (cm)	魚体重 (g)	生殖腺指数 ^d
2006/			
5月16日	30.6 ± 0.6	421.3 ± 33.9	0.2 ± 0.3
6月20日	30.3 ± 0.9	406.9 ± 28.2	0.8 ± 0.6
7月13日	30.8 ± 0.4	481.6 ± 19.7	0.3 ± 0.3
8月21日	32.8 ± 1.1	440.2 ± 19.4	1.2 ± 1.5
9月25日	31.8 ± 0.8	468.5 ± 59.9	0.0 ± 0.0
10月18日	31.1 ± 1.1	413.8 ± 16.6	0.9 ± 1.0
11月18日	31.7 ± 0.8	452.5 ± 21.3	0.4 ± 0.2
12月22日	33.6 ± 0.7	492.1 ± 59.4	0.3 ± 0.2
2007/			
1月24日	32.4 ± 1.0	448.2 ± 41.3	0.5 ± 0.1
2月19日	31.3 ± 1.6	410.4 ± 64.3	0.2 ± 0.2

^a 粗脂肪含量は, サンプルの湿重量に対する百分率で示した。

^b データは mean ± S. D. で示した。

^c 検体数=3-5.

^d 生殖腺指数は, 生殖腺重量の魚体重に対する百分率で示した。

表2 アマダイ筋肉粗脂肪中の脂肪酸組成^{a, b, c}

	2006/5月16日	6月20日	7月13日	8月21日	9月25日	10月18日	11月18日	12月22日	2007/1月24日	2月19日
Total saturated	29.2 ± 1.4	27.3 ± 2.9	30.2 ± 1.8	34.3 ± 0.8	31.1 ± 1.1	29.6 ± 0.6	31.3 ± 1.5	30.7 ± 1.7	29.6 ± 1.3	29.4 ± 1.2
12:0	ND	ND	ND	ND	0.1 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.0
14:0	3.4 ± 1.0	2.9 ± 0.8	4.2 ± 0.4	5.2 ± 0.6	2.3 ± 0.7	1.8 ± 0.5	1.7 ± 0.5	3.0 ± 1.2	2.1 ± 1.1	2.7 ± 1.6
15:0	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.4 ± 0.0	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.5 ± 0.1
16:0	18.8 ± 1.0	17.4 ± 2.5	18.8 ± 1.7	20.7 ± 0.8	20.9 ± 0.8	19.7 ± 0.8	20.7 ± 1.1	19.2 ± 0.7	18.9 ± 0.9	17.9 ± 0.4
17:0	0.7 ± 0.3	0.8 ± 0.2	0.7 ± 0.3	1.1 ± 0.2	0.6 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.8 ± 0.0
18:0	5.7 ± 0.2	5.6 ± 0.9	5.8 ± 0.2	6.3 ± 0.2	6.6 ± 0.4	6.8 ± 0.2	7.8 ± 0.6	7.0 ± 0.4	7.2 ± 0.7	7.1 ± 0.2
20:0	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.2	0.3 ± 0.2	0.5 ± 0.4	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.1 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1
Total monoenoic	23.6 ± 6.1	19.8 ± 3.6	26.0 ± 3.7	30.3 ± 2.4	20.0 ± 3.0	17.0 ± 1.9	15.2 ± 1.4	20.4 ± 3.5	18.0 ± 3.3	16.8 ± 1.3
16:1 n-7	6.4 ± 2.8	4.8 ± 1.1	6.5 ± 1.0	8.5 ± 0.8	3.7 ± 1.0	3.5 ± 0.8	2.8 ± 0.6	4.8 ± 1.2	3.6 ± 1.4	3.9 ± 0.8
18:1 n-9	10.9 ± 3.1	8.9 ± 2.2	11.8 ± 3.0	13.8 ± 2.3	10.4 ± 2.0	9.0 ± 0.7	8.5 ± 0.6	10.4 ± 1.8	10.1 ± 1.4	8.2 ± 0.4
18:1 n-7	5.0 ± 0.4	4.6 ± 0.8	5.5 ± 0.5	5.9 ± 1.3	4.4 ± 0.5	3.2 ± 0.5	3.0 ± 0.6	3.6 ± 0.3	2.9 ± 0.4	3.3 ± 0.2
20:1 n-9	0.5 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.9 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.7 ± 0.3	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.1
20:1 n-7	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.9 ± 0.3	0.7 ± 0.2	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1
22:1 n-11	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.4 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.2 ± 0.0
22:1 n-9	0.2 ± 0.0	0.2 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.4 ± 0.0	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.2 ± 0.0
24:1 n-9	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.1 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.1 ± 0.1	0.1 ± 0.0
Total polyenoic	36.6 ± 7.7	38.4 ± 7.4	33.4 ± 4.9	23.4 ± 2.6	42.6 ± 4.6	46.7 ± 3.3	46.3 ± 3.7	40.2 ± 6.5	52.2 ± 4.5	53.6 ± 2.4
n-6 series	6.8 ± 1.5	7.0 ± 1.4	6.0 ± 0.9	5.8 ± 0.5	7.8 ± 0.5	8.9 ± 0.4	8.7 ± 0.5	8.2 ± 1.4	8.9 ± 1.0	8.9 ± 0.7
18:2 n-6	1.0 ± 0.2	0.9 ± 0.3	0.8 ± 0.0	0.9 ± 0.1	0.7 ± 0.1	0.6 ± 0.0	0.4 ± 0.2	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.0	0.6 ± 0.0
20:4 n-6	3.7 ± 1.1	3.8 ± 0.9	3.2 ± 0.5	3.1 ± 0.3	4.7 ± 0.4	5.2 ± 0.3	5.4 ± 0.6	4.7 ± 1.0	5.0 ± 0.7	5.3 ± 0.6
22:4 n-6	1.4 ± 0.3	1.5 ± 0.3	1.4 ± 0.3	0.4 ± 0.1	1.6 ± 0.1	1.9 ± 0.1	1.8 ± 0.1	1.9 ± 0.2	2.0 ± 0.2	1.9 ± 0.1
22:5 n-6	0.7 ± 0.3	0.8 ± 0.4	0.6 ± 0.1	1.4 ± 0.2	0.9 ± 0.1	1.2 ± 0.2	1.1 ± 0.1	1.0 ± 0.2	1.2 ± 0.3	1.2 ± 0.1
n-3 series	29.9 ± 6.2	31.4 ± 6.1	27.4 ± 4.0	17.6 ± 2.4	34.8 ± 4.1	37.8 ± 2.9	37.5 ± 3.2	32.0 ± 5.3	37.1 ± 5.3	37.9 ± 2.8
18:3 n-3	0.4 ± 0.2	0.9 ± 0.9	0.5 ± 0.2	0.5 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.2 ± 0.0	0.3 ± 0.0	0.3 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.0
18:4 n-3	0.2 ± 0.1	0.4 ± 0.2	0.5 ± 0.1	0.5 ± 0.2	0.2 ± 0.1	0.2 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.3 ± 0.1	0.1 ± 0.1	0.3 ± 0.1
20:4 n-3	0.4 ± 0.0	0.5 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.6 ± 0.1	0.3 ± 0.0	0.4 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.5 ± 0.1	0.4 ± 0.1	0.7 ± 0.4
20:5 n-3	7.8 ± 1.1	9.1 ± 1.2	8.9 ± 1.8	11.5 ± 2.0	7.7 ± 0.7	7.4 ± 0.9	7.6 ± 0.8	7.6 ± 0.7	7.3 ± 0.8	8.5 ± 0.5
22:5 n-3	4.0 ± 0.5	4.7 ± 1.2	4.2 ± 0.7	0.5 ± 0.1	4.9 ± 0.1	5.2 ± 0.4	4.8 ± 0.6	5.3 ± 0.6	5.5 ± 0.5	5.3 ± 0.2
22:6 n-3	17.0 ± 6.1	15.6 ± 4.6	12.7 ± 2.3	4.0 ± 0.4	21.4 ± 4.3	24.4 ± 3.9	24.4 ± 3.7	18.0 ± 4.7	23.5 ± 5.9	23.1 ± 2.8
Unknown	10.5 ± 1.8	14.5 ± 8.6	10.4 ± 1.7	11.9 ± 2.2	6.2 ± 0.6	6.7 ± 1.4	7.3 ± 2.9	8.7 ± 1.3	6.4 ± 1.7	7.0 ± 1.7

^a 結果は、全脂肪酸中の百分率で示した。

^b データは mean ± S. E. で示した。

^c 検体数=3-5。

表3 アマダイ筋肉粗脂肪中の遊離アミノ酸組成^{a, b}

アミノ酸	2006/5月16日	6月20日	7月13日	8月21日	9月25日	10月18日	11月18日	12月22日	2007/1月24日	2月19日
タウリン	195.5 ± 52.2	154.9 ± 62.4	197.6 ± 35.6	191.7 ± 33.9	52.9 ± 7.4	172.8 ± 37.0	168.1 ± 21.8	142.5 ± 8.6	130.2 ± 17.5	155.2 ± 9.4
アスパラギン酸	5.3 ± 5.9	10.2 ± 1.1	6.5 ± 0.8	8.0 ± 2.6	1.7 ± 0.5	2.3 ± 0.7	4.8 ± 1.5	1.5 ± 0.2	1.5 ± 0.5	7.1 ± 1.5
スレオニン	12.7 ± 3.7	10.5 ± 1.4	8.8 ± 0.6	8.0 ± 3.1	2.0 ± 0.8	4.5 ± 0.8	4.7 ± 2.5	5.2 ± 0.7	8.9 ± 10.8	12.9 ± 3.8
セリン	5.6 ± 2.3	12.8 ± 1.1	9.6 ± 0.6	9.8 ± 2.8	2.4 ± 0.6	4.7 ± 0.6	6.7 ± 1.0	8.7 ± 0.9	2.9 ± 1.0	31.9 ± 37.0
グルタミン酸	7.2 ± 3.3	0.0 ± 0.0	9.6 ± 1.4	16.2 ± 3.6	3.9 ± 0.9	3.2 ± 0.8	5.9 ± 4.5	5.8 ± 2.6	1.1 ± 2.0	9.2 ± 1.5
プロリン	10.8 ± 4.7	14.0 ± 2.8	12.0 ± 1.7	11.2 ± 4.8	2.9 ± 0.4	5.0 ± 1.5	5.8 ± 3.0	5.2 ± 1.6	5.8 ± 1.4	25.0 ± 8.2
グリシン	16.9 ± 6.2	23.6 ± 1.3	21.4 ± 1.8	17.4 ± 4.1	4.8 ± 1.1	11.0 ± 1.8	10.0 ± 1.4	14.7 ± 3.7	10.0 ± 2.3	17.6 ± 2.6
アラニン	16.6 ± 4.9	28.7 ± 2.6	25.3 ± 1.5	23.4 ± 3.2	7.2 ± 1.0	20.7 ± 2.3	23.3 ± 3.8	20.4 ± 1.8	15.6 ± 1.9	29.6 ± 2.3
シトルリン	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
バリン	2.4 ± 0.8	10.1 ± 1.7	5.8 ± 2.9	7.3 ± 1.9	1.7 ± 0.4	1.9 ± 2.2	1.5 ± 2.7	9.8 ± 12.5	0.0 ± 0.0	6.5 ± 5.0
システチン	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.2 ± 0.4	2.6 ± 0.6	3.0 ± 1.5	4.1 ± 3.1	1.9 ± 2.1	0.0 ± 0.0	5.7 ± 6.4
メチオニン	2.0 ± 0.7	7.4 ± 1.5	4.7 ± 2.4	5.2 ± 1.2	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	7.3 ± 12.4	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0
イソロイシン	1.8 ± 0.6	5.7 ± 1.0	3.4 ± 1.8	4.5 ± 1.1	1.0 ± 0.5	1.7 ± 0.9	1.9 ± 1.5	1.7 ± 0.4	0.0 ± 0.0	4.3 ± 2.3
ロイシン	3.5 ± 1.5	13.5 ± 2.4	10.2 ± 2.3	9.6 ± 2.9	2.6 ± 0.6	4.8 ± 0.7	7.6 ± 1.9	2.5 ± 1.9	0.0 ± 0.0	12.0 ± 2.5
チロシン	2.7 ± 0.8	10.7 ± 2.0	8.9 ± 1.4	7.1 ± 1.8	2.3 ± 0.6	4.0 ± 0.5	6.1 ± 1.4	4.4 ± 0.6	2.1 ± 0.6	8.6 ± 1.3
フェニルアラニン	2.6 ± 0.9	9.7 ± 1.9	6.6 ± 1.2	5.8 ± 1.9	1.8 ± 0.4	2.7 ± 0.4	4.3 ± 1.4	2.5 ± 0.6	4.0 ± 5.0	7.1 ± 0.9
オルニチン	6.1 ± 1.7	20.9 ± 27.1	1.9 ± 1.5	1.2 ± 1.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	0.6 ± 0.6	0.2 ± 0.4	2.5 ± 0.7
ヒスチジン	4.7 ± 2.9	3.5 ± 0.7	4.2 ± 0.5	3.4 ± 1.0	0.3 ± 0.5	2.1 ± 0.5	1.1 ± 0.8	7.8 ± 10.2	1.1 ± 0.5	2.7 ± 0.6
アンセリン	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	3.7 ± 1.5	3.0 ± 1.8	3.3 ± 1.1	4.7 ± 3.6	2.6 ± 1.9	3.0 ± 2.8	2.5 ± 1.3	2.2 ± 0.6
リジン	4.1 ± 0.9	10.2 ± 1.8	8.3 ± 1.4	5.5 ± 1.2	1.8 ± 0.4	3.8 ± 1.3	3.1 ± 1.1	3.4 ± 1.0	2.9 ± 0.7	7.6 ± 1.4
アンモニア	11.5 ± 2.2	106.9 ± 107.4	17.8 ± 1.4	15.1 ± 1.8	10.0 ± 1.4	15.3 ± 0.8	15.2 ± 3.0	58.8 ± 56.0	15.1 ± 0.9	41.1 ± 49.7
アルギニン	0.0 ± 0.0	0.0 ± 0.0	33.4 ± 7.1	28.2 ± 8.7	1.5 ± 2.8	12.8 ± 7.5	12.2 ± 11.2	16.0 ± 3.6	9.1 ± 7.4	28.8 ± 5.7
全アミノ酸	312.0 ± 75.0	453.4 ± 152.3	399.7 ± 34.0	380.9 ± 58.4	106.6 ± 11.4	280.9 ± 45.8	289.0 ± 17.7	320.5 ± 77.0	212.8 ± 24.3	417.6 ± 53.4

^a データは mean ± S. E. で示した。

^b 検体数=3-5。

表4 30℃におけるアマダイ内臓からの遊離アミノ酸抽出と時間の関係

遊離アミノ酸 (mg/100mL)	0分	5分	10分	15分	30分	60分	120分	180分
タウリン	13.8	13.8	33.8	27.5	52.6	50.1	78.9	111.4
アスパラギン酸	6.7	6.7	16.0	13.3	29.3	31.9	62.6	97.2
スレオニン	10.7	9.5	26.2	21.4	47.6	52.4	96.5	148.9
セリン	7.4	6.3	15.8	12.6	28.4	30.5	55.7	86.2
グルタミン酸	10.3	10.3	25.0	20.6	47.1	51.5	101.5	160.4
プロリン	5.8	5.8	12.7	10.4	20.7	23.0	47.2	76.0
グリシン	3.0	2.3	10.5	7.5	21.0	23.3	45.0	76.6
アラニン	5.3	4.5	22.3	17.8	43.7	48.1	90.0	131.9
シトルリン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
バリン	7.0	7.0	17.6	14.1	31.6	34.0	62.1	100.7
シスチン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
メチオニン	0.0	0.0	10.4	9.0	17.9	20.9	37.3	62.7
イソロイシン	5.2	3.9	13.1	10.5	24.9	27.5	52.5	81.3
ロイシン	10.5	9.2	24.9	21.0	47.2	52.5	98.4	152.2
チロシン	0.0	0.0	10.9	10.9	21.7	23.6	38.0	59.8
フェニルアラニン	6.6	6.6	14.9	13.2	26.4	28.1	52.9	84.2
オルニチン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ヒスチジン	9.3	6.2	7.8	6.2	10.9	10.9	21.7	37.2
アンセリン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
リジン	1.0	0.9	2.6	1.7	4.4	4.8	7.8	11.7
アンモニア	0.0	0.0	60.1	48.1	81.7	79.3	151.4	233.1
アルギニン	0.0	0.0	10.5	10.5	24.4	33.1	66.2	99.3
全アミノ酸	102.6	92.8	334.8	276.2	581.6	625.3	1165.6	1810.7

表5 80℃におけるアマダイ内臓からの遊離アミノ酸抽出と時間の関係

遊離アミノ酸 (mg/100mL)	0分	5分	10分	15分	30分	60分	120分	180分
タウリン	13.8	28.8	35.1	45.1	67.6	102.7	140.2	152.7
アスパラギン酸	6.7	13.3	16.0	21.3	34.6	55.9	78.5	86.5
スレオニン	9.5	22.6	26.2	34.5	56.0	89.3	120.3	126.2
セリン	6.3	13.7	15.8	20.0	32.6	51.5	71.5	77.8
グルタミン酸	10.3	22.1	25.0	33.8	54.4	94.2	133.9	148.6
プロリン	5.8	9.2	10.4	13.8	19.6	31.1	42.6	46.1
グリシン	2.3	7.5	9.0	11.3	18.8	30.8	44.3	49.5
アラニン	4.5	19.6	23.2	32.1	52.6	87.3	124.7	139.9
シトルリン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
バリン	5.9	15.2	17.6	24.6	38.7	63.3	89.0	98.4
シスチン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
メチオニン	0.0	10.4	11.9	16.4	25.4	38.8	55.2	59.7
イソロイシン	3.9	11.8	14.4	19.7	31.5	51.2	73.5	81.3
ロイシン	9.2	26.2	30.2	42.0	69.5	112.8	160.0	175.8
チロシン	0.0	12.7	16.3	23.6	36.2	59.8	85.2	94.2
フェニルアラニン	6.6	19.8	23.1	31.4	51.2	84.2	117.3	127.2
オルニチン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
ヒスチジン	0.0	6.2	6.2	7.8	14.0	23.3	32.6	35.7
アンセリン	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
リジン	0.9	2.6	3.6	4.9	8.0	12.9	18.5	20.4
アンモニア	0.0	50.5	52.9	62.5	81.7	132.2	187.4	216.3
アルギニン	0.0	17.4	22.6	31.4	55.7	95.8	142.8	158.5
全アミノ酸	85.5	309.6	359.4	476.0	748.0	1216.9	1717.6	1894.8

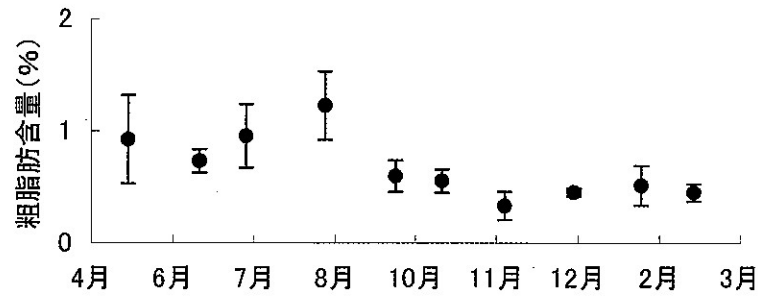


図1 アカマダイ筋肉中の粗脂肪含量の季節的変動

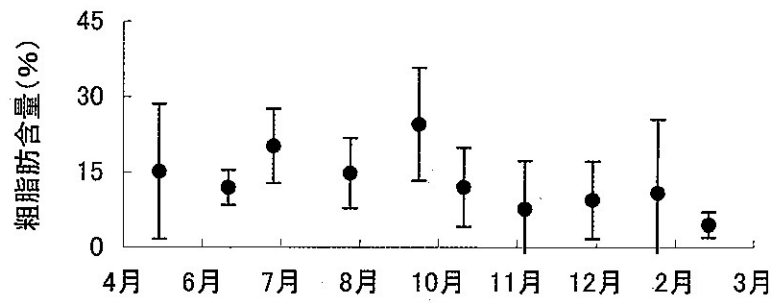


図2 アカマダイ内臓中の粗脂肪含量の季節的変動

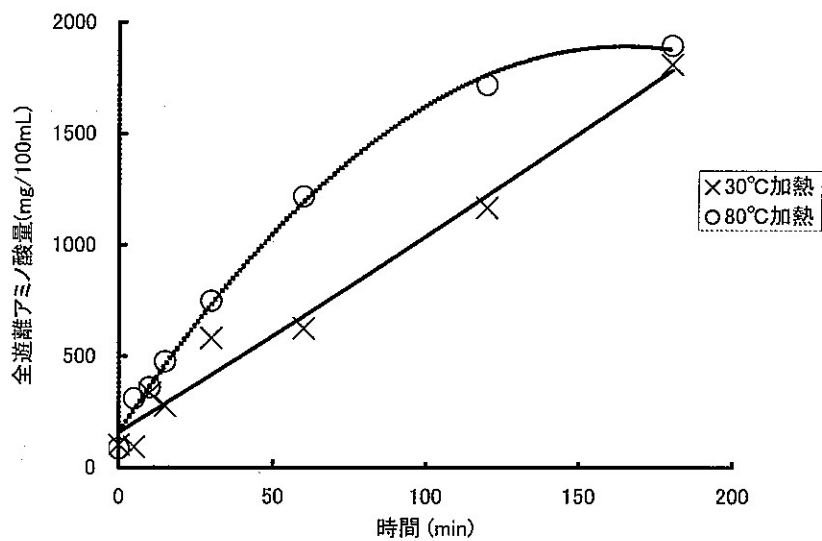


図3 加熱によるアマダイ内臓からのエキス抽出

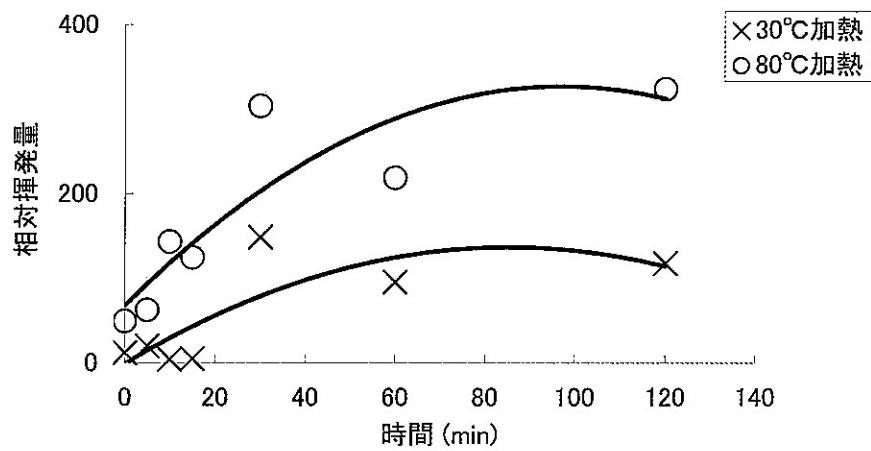


図4 アマダイエキス中のトリメチルアミン量

3. 水産加工ながさきブランド強化総合対策事業

桑原 浩一・大迫 一史

磯焼け対策として駆除されているガンガゼをはじめ、マルソウダや傷のあるスルメイカなどのように、有効活用されていない本県産魚介類は多数みられる。このような魚介類の有効利用を図るため、これらを原料とした新たな水産加工製品の開発を目指す。

I. ガンガゼ

ガンガゼ生殖巣の大半は、強い苦味を有するため食品として利用されていない。そこで、苦味を感じ難くする加工法を確立する。本年度はガンガゼ生殖巣から調製した加熱ゲル化物の品質向上を目的として、食塩添加および生殖巣の保存が加熱ゲル化物の品質に及ぼす影響を検討した。

方 法

生殖巣試料 ガンガゼ50個体分の生殖巣を採取してフードカッターで破碎および均一化して生殖巣試料とした。なお、生殖巣試料の保存試験は、5℃の冷蔵庫中、あるいは-50℃で凍結したのち-20℃の冷凍庫中に保存した。

加熱ゲルの調製 前年度¹⁾の試験で、生殖巣の濃度を35%以上にして加熱すれば滑らかな弾力の加熱ゲルが調製できることを明らかにした。そこで、本報告の加熱ゲル化試験における生殖巣濃度はすべて35% (W/W) とした。生殖巣濃度が35%になるよう蒸留水で希釈した加熱ゲル化物は苦味を感じ難くなるものの、塩分も希釈されるためウニらしさが損なわれたので、食塩添加が加熱ゲルに及ぼす影響を調べた。すなわち、生殖巣濃度が35%になるよう蒸留水、または食塩水(食塩の終濃度は1.2~5.0%)を加えてフードカッターで破碎後、折径42mmの塩ビチューブに充填し、90℃に設定した恒温水槽中で30分間加熱してゲル化させた。ただし、加熱条件による影響を調べる試験では、70、80および90℃で15~90分間加熱した。

加熱ゲル物性の測定 調製した加熱ゲルは直ちに氷水

中で冷却し、室温に戻したのち、加熱ゲルの破断応力(gw)および破断するまでの圧縮距離(mm)を測定した。なお、平均値はマイクロソフト社のExcelを使用し、一元配置の分散分析法により有意差(P<0.05)の検定を行った。

離水率の測定 室温に戻した直後、あるいは5℃の冷蔵庫中に所定の期間保存した加熱ゲルについて、塩ビチューブを含む全体(A)、加熱ゲル(B)および塩ビチューブ(C)の重量を測定し、加熱ゲル全体の重量に対する減じた重量(遊離した水分)を離水率(%)とした。

$$\text{離水率}(\%) = (A - (B + C)) / (A - C) \times 100$$

懸濁液の調製 ガンガゼ生殖巣に5倍量の冷蒸留水を加えてホモジナイズしたのち、ナイロンメッシュでろ過したホモジネートに、食塩が所定の終濃度となるように予め調製しておいた5倍量の24mM Tris-HCl(pH 6.0)を加えて混合し、懸濁液とした。

可溶性タンパク質量の測定 懸濁液を20,000×gで30分間遠心分離して、上澄みに回収されるタンパク質濃度を測定し、遠心分離前の懸濁液のタンパク質濃度に対する値を可溶性タンパク質量(%)とした。なお、タンパク質濃度の測定は、懸濁液に15%トリクロロ酢酸を等量加えてタンパク質を沈殿させ、上澄みを除去して乾固したのち1M NaOHで溶解し、牛血清アルブミンを標準としてビウレット法で測定した。

結 果

食塩が加熱ゲルに及ぼす影響 食塩を加えずに蒸留水で希釈した加熱ゲルと比較して、終濃度が1.2~5.0%の食塩を加えた加熱ゲルの破断応力の平均値は、有意(P<0.01)に高い値を示した。圧縮距離は、破断応力と同様の傾向を示し、破断応力および圧縮距離の平均値は、いずれも食塩濃度2.5%で最も高い値であった(図1)。次に、食塩濃度を5%とし、異なる加熱条件で調製したゲルの物性を図2および図3に示した。

なお、70℃では90分間加熱してもゲルは形成しなかった。80℃および90℃加熱ともに破断応力は、加熱時間が長いほど高い値となった。圧縮距離は80℃にて45分間以上、90℃にて30分間以上の加熱でほぼ一定の値となった。以上の結果から、ゲル化に必要な条件は90℃で30分間以上とし、以後の試験のゲル化条件とした。

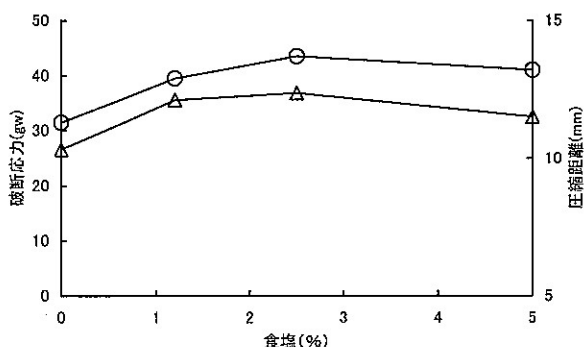


図1 食塩がガンガゼ生殖巣から調製した加熱ゲルの物性に及ぼす影響
○, 破断応力; △, 圧縮距離

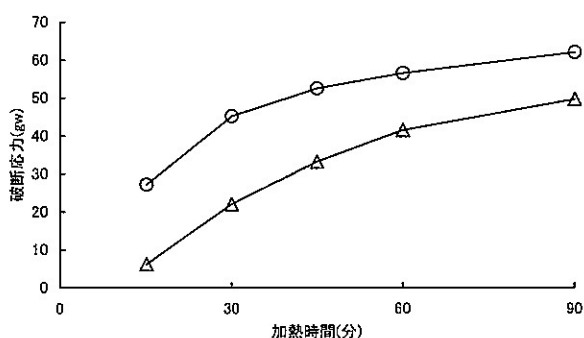


図2 加熱時間がガンガゼ生殖巣から調製した加熱ゲルの破断応力に及ぼす影響
○, 90℃加熱; △, 80℃加熱

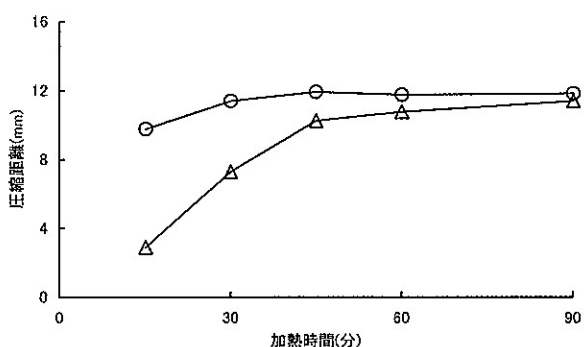


図3 加熱時間がガンガゼ生殖巣から調製した加熱ゲルの圧縮距離に及ぼす影響
シンボルは図2と同じ

保存した加熱ゲルの品質 加熱した直後のゲルは、食塩濃度に関わらず離水は認められなかったが、5℃に保存した加熱ゲルでは、徐々にゲルから水分が遊離してきた。食塩濃度が異なる加熱ゲルを5℃の冷蔵庫中

に15時間保存し、減少した重量を離水率として算出した結果を図4に示した。食塩無添加の離水率は約5%であったが、食塩濃度の上昇に伴い離水率は低くなり、食塩濃度が2.5%以上では一定の値を示した。前述のとおり、食塩濃度2.5%は加熱ゲルの破断応力および圧縮距離が最大値を示した濃度である。可溶化タンパク質量は食塩約3%で最大値を示したことから、可溶化した塩溶性タンパク質が、ゲルの物性向上やゲル保存時の離水抑制に影響していると推察した。

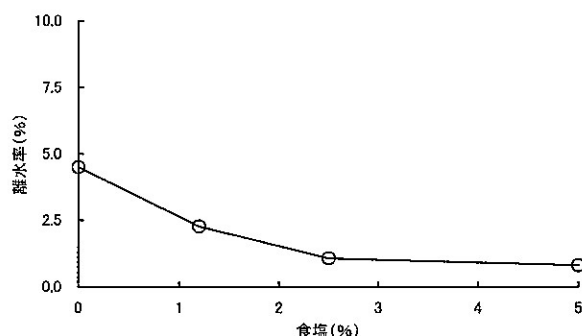


図4 食塩が冷蔵保存したガンガゼ生殖巣凝固物の離水率に及ぼす影響
冷蔵保存は5℃で15時間

生殖巣の保存が加熱ゲルに及ぼす影響 生殖巣試料の凍結または冷蔵保存が、加熱ゲルに及ぼす影響を調べた。採取した直後および-20℃で30日間凍結保存した生殖巣試料から調製した加熱ゲルの物性を図5および図6に示した。ゲル化する際の食塩濃度に関わらず、生殖巣の凍結保存の有無は破断応力および圧縮距離に影響を及ぼさなかった。また、図示しないが、凍結期間が6ヶ月の場合も同様な値を示した。

このことから、ガンガゼを採取直後に生殖巣を破碎して凍結保存し、適宜解凍して加熱ゲル化物を製造することが可能であると考えられた。

次に、5℃に保存した生殖巣試料から調製した加熱ゲルの物性を図7に示した。採取直後の生殖巣試料から調製した加熱ゲルの破断応力の平均値は、5℃に24時間保存した生殖巣試料の場合と比較して、有意に高い値を示した。保存24時間以上では、破断応力の変化は明瞭ではなくなった。また、圧縮距離の平均値に有意な差は認められなかったが、破断応力と同様の傾向を示した。破碎したガンガゼ生殖巣の保存は、冷蔵よりも凍結の方が適していると判断した。

本試験の結果を応用して、加工業者がガンガゼ生殖巣を加えた煎餅を試作している。

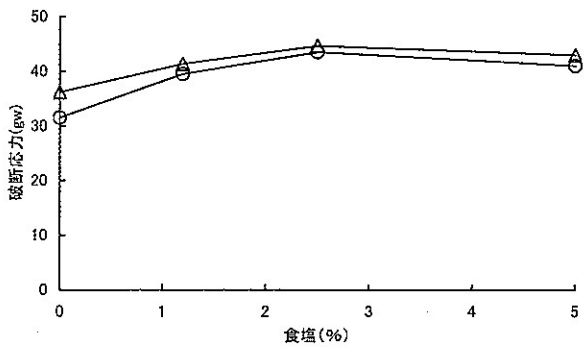


図5 食塩がガンガゼ生殖巣から調製した加熱ゲルの破断応力に及ぼす影響
○, 破砕直後の生殖巣; △, 破砕後-20℃で1ヶ月間保存した生殖巣

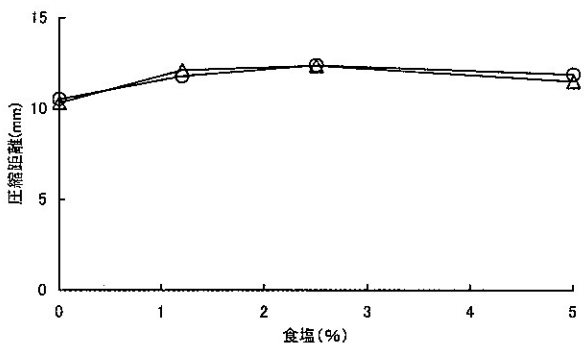


図6 食塩がガンガゼ生殖巣から調製した加熱ゲルの圧縮距離に及ぼす影響
シンボルは図5と同じ

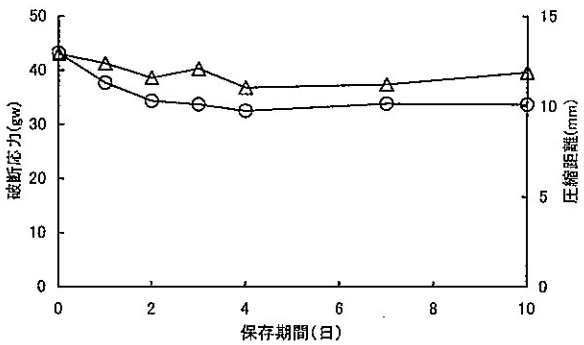


図7 5℃に保存したガンガゼ生殖巣から調製した加熱ゲルの物性
○, 破断応力; △, 圧縮距離

II. 傷のあるスルメイカ

外観の傷が商品価値の低下につながる傷イカをねり製品化し、高付加価値化する技術確立した。今年度は研修会などを通して、県内加工業者への技術普及を図った。現在、当水試が開発した基礎技術を応用して、加工業者が製品化に向けた試作試験を行っている。

まとめ

- 1) 2%程度の食塩添加は、ガンガゼ生殖巣の加熱ゲルの品質を向上させた。
- 2) ガンガゼ生殖巣の加熱ゲル化能およびその品質は、凍結保存しても維持されていた。

文献

- 1) 桑原浩一・大迫一史：平成17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，2006；pp.124-129.

(担当：桑原)

4. 発酵技術を利用した水産加工新製品開発事業

瀬川 慎・大迫 一史

日本各地には独特の製法を有する個性的な発酵食品（沖縄の「とうふよう」、北陸・東北地方の「なれずし」など）が存在する。「とうふよう」や「なれずし」の製造は高濃度のエタノール（泡盛）や酢酸（醸造酢）中で発酵させる独特の製法で行われている。これらの製法を応用し、本県産の水産物を原料とした新しい発酵食品を開発するための技術を確認する。今年度は、「豆腐よう」の主原料である豆腐を魚肉に置き換える手法で製品を試作した。

方 法

供試料 カツオ、シイラおよびワニエソは背側筋肉部、ナルトビエイは全筋肉部を用いた。供試魚の体長および体重の平均値を表1に示した。

魚肉片の調製 採取した筋肉部を15%食塩水に30分間浸漬したのち1分間流水に晒して、一晚冷蔵庫（5℃）に放置した。次に、ほぼ一定の大きさのブロック状（2 cm × 2 cm × 4 cm）に切り出した（以下、魚肉片と称す）。魚肉片は10℃の冷風で24時間乾燥させ、-60℃で1時間急速凍結後、-25℃に保存した。

米麴の調製 麴は黄麴と紅麴の2種類を使用した。黄麴は水洗した精白米を一晚水に浸漬し、約3時間蒸煮したのちに黄麴（日本醸造工業製 M-1菌）0.1%量を混合し35℃の恒温器で3日間製麴した。紅麴は市販の米紅麴（ゲンゼ製 1G-WLK 5）を用いた。

魚肉片の発酵 黄麴、紅麴、エタノールおよび食塩を

攪拌混合して浸漬液を調製した。この浸漬液3倍量に乾燥させた魚肉片を漬け込み、35℃に設定した恒温器で90日間まで発酵熟成させた。

一般成分の測定 水分含量は105℃で恒量にして求め、さらに、炭化後600℃で灰化恒量にして粗灰分量とした。粗タンパク質含量は Kjeldal 法で全窒素量を求めたのち、6.25を乗じて算出した。粗脂肪含量は Folch らの方法で抽出後、乾固重量を測定した。

pH および色調の測定 浸漬液の pH は、電極式 pH メーター（堀場製作所 E-320）で測定した。色調は魚肉片の中心部分を幅 1 cm で切り出したものを試料とし、色彩色差計（ミノルタ製 CR-300）で測定した。

遊離アミノ酸の測定 鴻巣らの方法で抽出したエキス画分をセルロースアセテートフィルター（0.22 μm）でろ過し、自動アミノ酸分析計（島津製作所製 ALC 1000）を用いて遊離アミノ酸含量を測定した。

ヒスタミン濃度の測定 発酵90日目の試料から鴻巣らの方法で抽出したエキス分を蒸留水で10倍に希釈し、ヒスタミン濃度はヒスタミン測定キット（キッコーマン製）で測定した。

有機酸の測定 未処理および90日間発酵させた魚肉を蒸留水で5倍に希釈し、セルロースアセテートフィルター（0.22 μm）でろ過した上清中の有機酸量を高速液体クロマトグラフィーにて測定した。カラムは島津製作所製 Shim-pack SCR-102H、移動相は *p*-トル

表1 供試魚の体長、体重および一般成分

	カツオ	シイラ	ワニエソ	ナルトビエイ
体長 (cm)	48.5±0.1 ^{※1}	101±0.4 ^{※2}	52.6±0.2 ^{※3}	66.4±0.4 ^{※4}
体重 (g)	2455±13.6 ^{※1}	10567±374.6 ^{※2}	1536±17.6 ^{※3}	23396±386.8 ^{※4}
水分 (%)	72.5	81.0	77.2	78.5
粗脂肪 (%)	0.9	0.7	1.4	1.0
粗タンパク質 (%)	25.4	19.0	20.6	23.3
粗灰分 (%)	1.5	1.4	1.3	1.2

^{※1} 平均値±標準偏差 (n=12) ^{※2} 平均値±標準偏差 (n=7) ^{※3} 平均値±標準偏差 (n=13) ^{※4} 平均値±標準偏差 (n=10)

エンスルホン酸，流速は0.8ml/min，カラム温度は40℃とした。

核酸関連化合物の測定 10%過塩素酸溶液で抽出および遠心分離を繰り返し，採取した上澄液を8N水酸化カリウム溶液で中和した。次に，0.45μmのフィルターでろ過し，高速液体クロマトグラフィーを用いて核酸関連化合物を測定した。カラムはUnison UK-C18 (150mm L.×4.6mm I.D.)，移動相は100mMリン酸緩衝液 (pH6.8)：アセトニトリル=100：1，流速は0.8ml/min，カラム温度は35℃とした。

試作品のアンケート調査 冷風乾燥して水分を65% (過度に乾燥した場合は浸漬液に水を添加) に調整した魚肉片を3倍重量の浸漬液 (表2) に漬け込み，35℃で1ヶ月間発酵させた試作品を用い，無作為に抽出した福岡市在住の世帯主あるいは主婦100名を対象として，自記式アンケート調査を行った。

表2 浸漬液の配合

原材料名	配合 (%)
黄麴	36
紅麴	12
35%エタノール	49
食塩	3

結果

一般成分 供試魚の一般成分を表1に示した。水分は72.5~81.0%，粗脂肪は0.7~1.4%，粗タンパク質は

19.0~25.4%，粗灰分は1.2~1.5%の範囲であった。

遊離アミノ酸 発酵前および発酵90日目の魚肉片の遊離アミノ酸含量を表3に示した。発酵前のカツオ，シイラの遊離アミノ酸総量はそれぞれ2105，698mg/100gであったが，90日目には693，492mg/100gへと減少した。ワニエソは発酵前が474mg/100g，90日目が494mg/100gで，近似した値を示した。ナルトビエイは発酵前の358mg/100gから90日目には700mg/100gへと増加した。発酵前の魚肉中にヒスチジンを多量に含んでいるカツオやシイラは，発酵による遊離アミノ酸総量の減少が著しく，これは，ヒスチジンの明らかな減少によるものであった。

一方，4魚種ともに発酵によるアスパラギン酸の顕著な増加が認められた。また，グルタミン酸，スレオニン，セリン，プロリン，アラニン，メチオニン，イソロイシン，ロイシン，チロシンおよびアルギニンも同様に4魚種とも増加した。これは微生物由来のプロテアーゼの作用によってペプチドが分解され，遊離アミノ酸が生成されたものと考えられる。うま味系アミノ酸に大別¹⁾されるアスパラギン酸およびグルタミン酸の顕著な増加と苦味系アミノ酸に大別¹⁾されるヒスチジンの顕著な減少 (ナルトビエイは除く) は，発酵品の呈味に大きく寄与するものと推察される。

ヒスチジンの大幅な減少は，生成量を上回る強い分解によるものと考えられる。へしこ製造過程ではヒスチジンの減少²⁾，イワシ糠漬け製造過程ではヒスタミ

表3 発酵前および90日間発酵した魚肉の遊離アミノ酸含量

アミノ酸	(mg/100g)							
	カツオ		シイラ		ワニエソ		ナルトビエイ	
	発酵前	90日後	発酵前	90日後	発酵前	90日後	発酵前	90日後
タウリン	50	5	26	7	64	2	92	14
アスパラギン酸	0	108	1	105	0	84	1	126
スレオニン	11	19	9	14	8	12	3	19
セリン	5	27	5	25	5	23	5	27
グルタミン酸	14	82	16	78	7	70	129	145
プロリン	8	25	23	32	7	16	3	36
グリシン	7	16	34	19	7	12	45	28
アラニン	21	51	25	40	16	35	11	39
シスチン	0	14	0	0	0	0	0	0
バリン	11	26	10	2	5	19	4	23
メチオニン	9	24	4	9	3	27	0	35
イソロイシン	6	16	4	10	3	10	3	13
ロイシン	15	49	7	34	4	31	5	41
チロシン	5	14	2	11	2	11	0	14
フェニルアラニン	3	0	2	23	80	69	35	39
ヒスチジン	1900	172	490	55	246	43	4	52
リシン	34	32	38	17	16	17	11	14
アルギニン	5	14	3	10	2	14	5	34
全量	2105	693	698	492	474	494	358	700
アンモニア	26	26	18	24	18	21	12	32

ンの一時的な増加とその後の減少³⁾がすでに明らかにされている。そこで、ヒスタミンが残存している可能性も考えられるので、90日間発酵した魚肉片のヒスタミン濃度を測定した。結果を表4に示したが、いずれの魚種においても低濃度であった。

表4 90日間発酵した魚肉中のヒスタミン濃度

ヒスタミン(ppm)	
カツオ	ND
シイラ	0.3
ワニエソ	1.0
ナルトビエイ	1.4

ND, 検出限界以下

pH 発酵中の pH の変化を図1に示した。試験開始時の pH は5.4~5.9の範囲にあったが、いずれの魚種においても発酵10日目に5.6~6.1まで上昇して最大値となった。さらに発酵期間が長くなると pH は徐々に低下した。

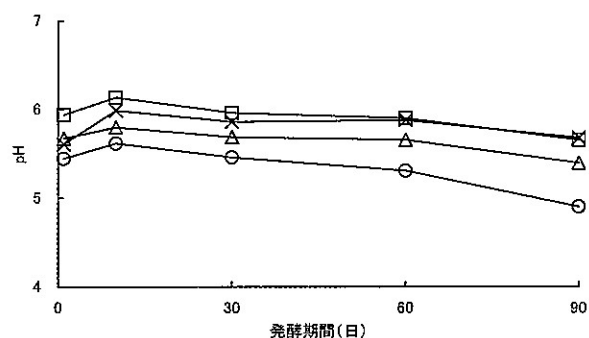


図1 浸漬液 pH の発酵中の変化

○, カツオ; △, シイラ; □, ワニエソ; ×, ナルトビエイ

有機酸 発酵前および発酵90日目の魚肉片の有機酸含量を表5に示した。4魚種とも、測定した有機酸の総量は発酵により減少した。これは乳酸の顕著な減少によるものであった。有機酸が減少しているにもかかわらず、pH がやや低下する現象にはヒスタジンの減少やアスパラギン酸およびグルタミン酸の増加などが影響していると推察される。

色調 発酵中の色調変化を表6に示した。ナルトビエイ

表5 発酵前および90日間発酵した魚肉の有機酸含量

(mg/100g)

	カツオ		シイラ		ワニエソ		ナルトビエイ	
	生肉	90日	生肉	90日	生肉	90日	生肉	90日
クエン酸	ND	20	ND	24	ND	22	ND	22
ピルビン酸	ND	16	ND	ND	ND	ND	ND	ND
リンゴ酸	39	12	37	18	6	15	38	15
コハク酸	40	14	3	13	ND	12	ND	15
乳酸	2891	895	1482	512	945	328	864	355
ギ酸	ND	ND	ND	19	17	19	ND	17
フマル酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
酢酸	ND	16	ND	15	4	18	ND	32
レブリン酸	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND
ピログルタミン酸	ND	33	ND	30	ND	31	ND	34
全量	2970	1006	1521	630	971	446	902	489

ND, 検出限界以下

表6 魚肉色調の発酵中の変化

	発酵期間(日)				
	1	10	30	60	90
カツオ					
L*	55.3	58.8	59.6	58.2	56.7
a*	2.9	5.2	5.6	4.2	3.5
b*	3.3	4.7	7.3	6.1	5.6
シイラ					
L*	46.5	47.3	43.6	40.8	43.9
a*	2.5	2.6	3.1	3.2	1.6
b*	2.5	4.1	6.6	4.2	1.0
ワニエソ					
L*	56.2	48.7	47.9	48.4	44.2
a*	-0.2	0.9	2.5	1.3	1.3
b*	1.6	4.4	3.4	2.3	0.1
ナルトビエイ					
L*	53.2	48.7	48.7	50.7	48.3
a*	2.2	2.2	1.9	1.5	2.3
b*	0.0	0.3	1.9	2.0	1.5

イを除いた3魚種の魚肉片の色調は発酵初期段階で赤色および黄色が強くなった。それに対応して、試験開始時のa*およびb*は、-0.2~2.9および1.6~3.3の範囲にあったが、発酵30日目には2.5~5.6および3.4~7.3まで上昇した。発酵期間がさらに長くなると徐々に黒ずみ、90日目には褐色に近い色調であった。また、ナルトビエイ魚肉片の色調は、明瞭な変化が観察されなかった。

核酸関連化合物 発酵90日目の魚肉片中の核酸関連化合物含量を表7に示した。魚醤油¹⁾やへしこ²⁾で報告されているように、本試験においてもうま味に關与するIMPは検出されなかった。

アンケート調査 試作品のアンケート調査から、現状のままでは市場における受容性は極めて低いという結果が得られた。中でも、「用途が明確でない」、「アル

コール分が高い」、「見た目の形が悪い」などの意見が多く、これらを考慮しながら、根本的な改良を行う必要がある。

まとめ

- 1) 約13%のエタノール存在下で魚肉は発酵した。
- 2) 発酵中にうま味を有するアミノ酸は増加した。

文献

- 1) 船津, 小長谷, 加藤, 竹島, 川崎, 井野. マルソウダ加工残滓から調製した魚醤油と数種アジア産魚醤油との呈味成分の比較. 日水誌; 66: 1026-1035.
- 2) 伊藤, 赤羽. マサバへしこ製造工程中の一般成分ならびにエキス成分の変化. 日水誌; 66: 1051-1058.
- 3) 和田, 小泉. いわし糠漬け製造工程におけるヒスタミンの消長. 日水誌; 52: 1035-1038.

(担当: 瀬川)

表7 90日間発酵した魚肉の核酸関連化合物含量

	(mg/g)			
	カツオ	シイラ	ワニエソ	ナルトビエイ
ATP	-	-	-	-
ADP	-	-	-	-
AMP	-	-	-	-
IMP	-	-	-	-
GMP	-	-	-	-
HxR	-	-	-	-
Hx	0.79	0.58	0.65	0.57
Ura	0.04	0.06	0.03	0.09
Xn	-	-	-	-
Urd	0.20	0.19	0.12	0.06

ATP:アデノシン3リン酸, ADP:アデノシン2リン酸, AMP:アデノシン1リン酸, IMP:イノシン酸
GMP:グアニル酸, HxR:イノシン, Hx:ヒポキサンチン, Ura:ウラシル, Xn:キサンチン, Urd:ウリジン
-;検出されず