

クロカジキの成分とゲル化に及ぼす晒しの影響について

白井 一茂・一色 竜也・原 日出夫

Effect of Washing on the Proximate gel Composition
and the Gel Forming Ability of Blue Marlin Meat.

Kazushige USUI*, Tatsuya ISSHIKI** and Hideo HARA***

A B S T R A C T

The element of Blue Marlin caught by the open sea tuna longline fishing and the gel characteristic by the bleaching were examined. The Blue Marlin meat dose not have the element difference by the part of the body of fish. There was comparatively a lot of protein quality content when six kind of Blue Marlin meat were compared with the element composition. Moreover, the content of fat was extremely low. There were a lot of stripe substrate protein qualities which were the water soluble protein quality with 44%. Especially, it has been understood that a characteristic place in a high density accumulates the inosinic acid which is the compound related to the nucleic acid. Moreover, there was a lot of content of histidine in the separation amino acid. It was not easy to suwari and was admitted the decrease in breaking strength and an increase in the breaking distortion with the alkali bleaching though it was a repaesentative of the fish which did not return easily.

もとで、経済的に価値の低い魚種も含め、漁獲されるす

はじめに

クロカジキ (*Makaira mazara*) は本県の遠洋まぐろ延縄漁業において、メバチ、キハダに続く第3位の漁獲量を誇り、混獲魚種として最も多い。しかし、肉色の悪さと筋の多さから、刺身素材としての利用は少なく、1995年の三崎水揚高統計(三浦市三崎水産物地方卸売支持様管理事務所)の年平均単価は、メバチ(1,066円/kg)、キハダ(518円/kg)に比べ、本種は185円/kg(1997では318円/kg)と単価が低い。

三崎のまぐろ加工業において本種は、味噌・粕漬け原料に使われているが、シロカジキに比べ味や硬さの点から評価は低い。また、クロカジキ魚肉は坐りにくく戻りにくい性質を持つことから^{1,2)}、以前は魚肉ソーセージ等に用いられていたが、現在では低価格のスケソウダラ等のすり身が主に利用され、歯ごたえと風味の向上を目的の一部の製品に少量添加されるに留まっている。

一方、国際的情勢として国連環境開発会議(UNCED)やFAOなどの国際機関において海産生物資源の持続的利用と責任が求められるようになった。マグロなど主要な漁獲対象種はもとより、混獲魚種などについても保護の動きが始まっている。

今後は生態系の持続的利用のために必要な漁獲規制の

すべての魚種を、限りある有用なタンパク資源として有効に活用していくことが求められている^{3,4)}。

そこでクロカジキの特性を生かした加工方法・加工品開発を行い、食品素材としての価値を向上させることが出来れば、漁業経営にも地域経済にも貢献するところが大きく、更には新しい食文化の創成にも繋ることになると考える。

本研究ではクロカジキの加工品開発を目的とし、その第一段階として魚肉の一般成分、解凍方法別の呈味成分、および直加熱ゲルの物性を測定し、加工原料としての特性を調べた。

試料および方法

以下に各測定項目と分析方法を記す。特記なき限り分析には冷凍ブロック(-50℃)を、4-18時間で緩慢解凍した5検体を用いてサンプルとした。

1. 一般成分の測定(他のカジキ類との比較)

遠洋まぐろ延縄により漁獲され、三崎港に水揚げされたクロカジキおよび他のかじき類5種{マカジキ(*Tetrapturus audax*)、メカジキ(*Xiphias gladius*)、シロカジキ(*Makaira indica*)、バショウカジキ(*Istiophorus platypterus*)、フウライカジキ(*Tetrapturus*

angustirostris) } を試料とした。クロカジキとシロカジキについては図1に示す背側上, 背側中, 背側下及び腹側中の4部位, 他のかじき類4種は背側中, 腹側中の2部位を部位別試料とした。各成分の測定は105 乾燥法(水分), ミクロケルダール法(粗タンパク質), ソックスレー法(粗脂肪), 580 灰化法(灰分)で測定を行った。

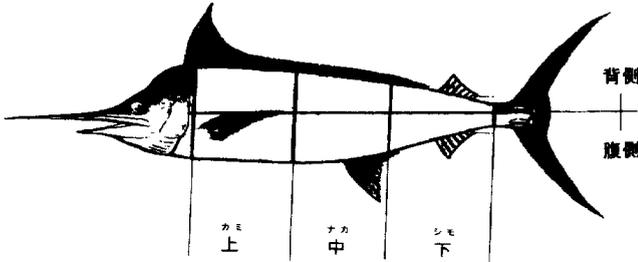


図1 かじきの部位別分類

2. クロカジキのタンパク質組成

クロカジキの背側中の魚肉を試料とし, 魚類筋肉タンパク質の分画法によってタンパク質を分類した後, ミクロケルダール法によって分析した⁵⁾。

3. 核酸関連化合物と遊離アミノ酸の測定

クロカジキの背側中の魚肉を試料とし, 核酸関連化合物はカラム Asahipak GS-320HQを用いるHPLC(株島津製)により分析した。

遊離アミノ酸は, カラム Shimpak AminoLiを用いる発光指示薬OPAを用いたLi型で, HPLC(株島津製)により分析した。

4-1. 解凍方法の違いによる水晒しの影響

クロカジキ背側中の魚肉を試料とし, 緩慢解凍(4, 18h)及び流水解凍後, 魚肉を孔径5mmのチョッパーでミンチにした。水晒しは試料の5倍量の冷蒸留水を加えて15分間攪拌した後, 遠心分離(8000rpm, 10min)により脱水分離した。

分離した上清のタンパク質含量をビウレット法で, pHをpHメーター(東亜電波工業製)で測定した。また, 晒し魚肉の白色度を色彩色差計(株島津製)により測定した。

4-2. 各晒し及び加熱条件の違いによる加熱ゲルの性状

上記より晒し回数を決めた後, 晒し方法としては水晒し, アルカリ晒し(0.3%NaHCO₃, 0.15%NaCl)⁶⁾, カルシウム晒し(0.1%CaCl₂)⁷⁾を行った。対象区として晒しなしを行った。4種の異なる処理を行ったミンチを, フードプロセッサで2分間空ずりし, 水分含量を80%に調整した後, 塩ずり(NaCl: 2.5%)を2分間行い肉糊を調製した。肉糊はステンレス製円筒容器(H:32mm, φ:30mm)に約30gずつ詰め密封し, 30, 40 加熱で30, 60, 90, 120, 240 分間の各加熱時間による各々5試料, 50, 60, 70, 80 加熱で10, 20, 30, 60, 120 分間の各加熱時間により各々5試料を調製した。加熱後は氷水中で10分間冷却した後, 25℃の恒温槽に入れ30分間放置後測定用試料とした。得られた試料をもとに, 直径5mm

の球形プランジャーを用いたレオメーター(株サン科学製SD-305型)の押し込み試験による破断強度, 破断歪み及びゲル強度の測定を行った。

結 果

1. かじき類一般成分

一般成分組成を表1に示す。クロカジキの4つの部位成分では, 腹部の粗脂肪含量が背側部位に比べ若干多いものの, 4部位とも殆ど成分含量の差が見られなかった。同様にシロカジキについても4部位間で明らかな差は見られなかった。

クロカジキの平均組成は, 水分含量72.05%, 粗タンパク質含量27.00%, 粗脂肪含量0.34%, 灰分含量1.21%であった。他のかじき類と比べ粗タンパク質含量が比較的多く, 水分含量は粗脂肪含量の多いメカジキの次に低かった。

粗脂肪含量はメカジキが腹部32.86%, 背部17.1%と非常に多く, 次にマカジキが多かったが, 部位による差はメカジキの様には見られず, 平均で3.79%であった。しかし, クロカジキ, シロカジキ, フウライカジキ, パショウカジキは粗脂肪含量が極めて低く, 特にクロカジキ, パショウカジキはどの部位においても1%を超える値は示さなかった。

表1 遠洋まぐろ延縄で漁獲された冷凍かじき類の一般成分組成

魚種	部位	水分	粗タンパク	粗脂肪	灰分
クロカジキ	背・上	72.54	25.92	0.20	1.26
	背・中	71.90	27.35	0.16	1.20
	背・下	72.21	26.52	0.15	1.18
	腹・中	71.56	26.25	0.86	1.18
シロカジキ	背・上	75.10	20.61	1.39	1.29
	背・中	75.58	21.07	1.44	1.43
	背・下	75.03	22.05	1.34	1.25
	腹・中	74.99	21.83	1.66	1.26
マカジキ	背・中	72.72	22.08	3.73	1.43
	腹・中	73.55	20.78	3.85	1.55
メカジキ	背・中	64.54	16.36	17.16	1.55
	腹・中	52.06	13.26	32.86	1.58
パショウカジキ	背・中	75.34	21.98	0.42	1.46
	腹・中	75.36	21.24	0.35	1.53
フウライカジキ	背・中	78.10	19.68	0.76	1.27
	腹・中	78.77	17.88	1.11	1.16

2. クロカジキ筋肉のタンパク質組成

クロカジキ背側中の筋肉タンパク質組成を表2に示す。水溶性成分であり酵素類を含む筋形質タンパク質は43.77%, 塩溶性である筋原繊維タンパク質は52.05%, コラーゲンやエラスチンを含む筋基質タンパク質は1.88%, アルカリ可溶タンパク質は2.30%であった。

表2 クロカジキ魚肉タンパク質組成

	筋形質	筋原繊維	アルカリ可溶分	筋基質
クロカジキ	43.8	52.1	1.9	2.3

3. 核酸関連化合物と遊離アミノ酸の測定

クロカジキ魚肉の核酸関連化合物量を表3に示す。

核酸関連化合物では総量で若干の差があるものの、各個体ともイノシン酸含量が極めて多い組成であった。

遊離アミノ酸量を表4に示す。主成分はヒスチジンで、全体の約50%であった。その他にタウリン、グリシン、アラニン、リジン、アルギニンが比較的多い組成であった。

表3 クロカジキ魚肉の核酸関連化合物含量

(mmol/100g)							
	加が'キ1	加が'キ2	加が'キ3	加が'キ4	加が'キ5	加が'キ6	加が'キ7
A T P	1.2	2.2	1.9	1.0	2.5	1.9	1.6
A D P	13.3	12.2	13.6	12.6	15.7	10.8	10.8
A M P	1.8	2.0	3.4	1.1	1.2	3.3	3.3
I M P	49.8	52.6	48.8	50.7	60.1	46.8	46.8
H x R	3.5	2.1	2.1	2.6	2.3	3.9	3.9
H x	n.e						

表4 クロカジキ魚肉の遊離アミノ酸含量

(mmol/100g)							
	加が'キ1	加が'キ2	加が'キ3	加が'キ4	加が'キ5	加が'キ6	加が'キ7
TAU	110.1	102.0	121.1	118.5	132.4	123.6	100.1
ASP	4.5	3.0	4.1	4.0	3.9	4.9	3.3
THR	12.7	14.7	18.8	18.2	12.6	9.8	8.7
SER	14.3	12.5	15.8	9.0	18.4	11.2	16.5
GLU	4.0	3.0	5.9	2.6	3.9	6.9	4.7
PRO	6.8	8.4	5.6	3.4	2.4	3.9	9.6
GLY	85.1	92.4	78.4	86.4	82.1	85.1	93.5
ALA	79.8	84.6	80.0	75.8	79.3	56.8	78.7
VAL	15.3	13.9	12.3	18.2	14.2	9.8	12.1
MET	27.7	30.1	24.5	26.9	30.1	32.8	21.5
CYS	30.3	28.0	33.1	28.6	29.5	32.1	30.0
ILE	5.7	6.0	5.6	2.8	8.4	4.2	6.9
LEU	14.7	19.8	15.4	10.3	11.2	6.9	17.1
TYR	12.4	10.2	9.8	6.7	10.2	15.8	16.6
PHE	3.1	2.9	3.9	5.4	6.1	4.2	3.9
HIS	486.5	502.4	469.7	486.7	486.9	520.1	500.2
LYS	48.5	45.7	53.8	52.9	46.8	42.6	48.8
ARG	25.4	36.4	32.2	26.9	21.4	26.7	29.6
合計/18	964.9	1019.6	988.0	966.7	999.8	1002.4	1002.8

4. 1. 解凍方法の違いによる水晒しの影響

解凍方法別の水晒し溶液のタンパク質量を図2、その時のpHを図3、及び晒し肉の白色度を図4に示す。両解凍方法とも殆どのタンパク質は1回の水晒しで溶出した。緩慢解凍の晒し水は若干であるがpHが低く、水晒しの回数が増加するとpHも少しずつ上昇した。晒し魚肉の白色度は流水解凍の方が低い値を示し、晒し回数が増加してもあまり変化はしなかった。しかし、緩慢解凍では、4回の水晒しまで白色度は増加し、5回晒しと4回晒しの魚肉の白色度はほぼ同様であった。

4. 2. 各晒し及び加熱条件の違いによる直加熱ゲルの性状

破断強度の結果を図5、加熱ゲルの破断歪みの結果を図6に、ゲル強度を図7に示した。表には示していないが、どの晒し方法においても30 4時間及び4 96時間まではゲル化が認められなかった。また、40 加熱においては晒し方法及び加熱時間に係わらず坐らなかった。無晒しとカルシウム晒しは、加熱時間が長くなっても破断強度はほとんど変化しなかった。アルカリ晒しと水晒しは、加熱時間の増加に伴い破断強度の値が増加した。

40~80 の各温度帯における無晒し肉の加熱ゲルの破断強度は、20分加熱時が最大値で、加熱時間を長くしても増加は見られなかった。アルカリ晒しの破断強度は

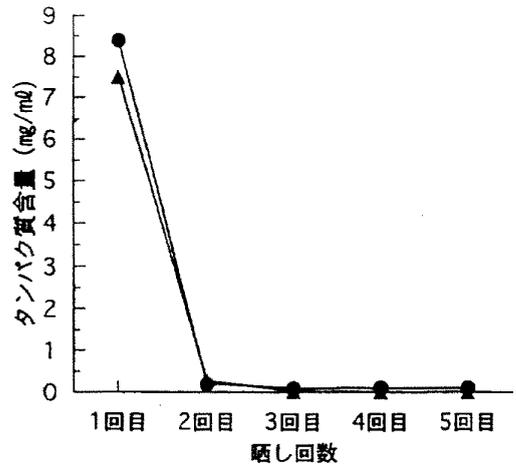


図2 解凍方法が異なるクロカジキ魚肉を繰り返し水晒した時の晒し液へのタンパク質溶出量
：緩慢解凍， ：流水解凍

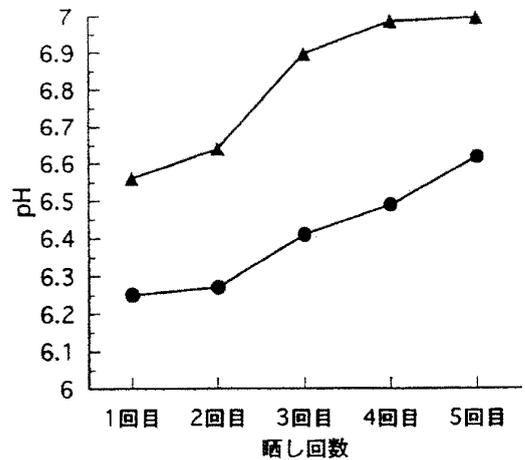


図3 解凍方法が異なるクロカジキ魚肉を繰り返し水晒した時の晒し液のpH及び濁度
：緩慢解凍， ：流水解凍

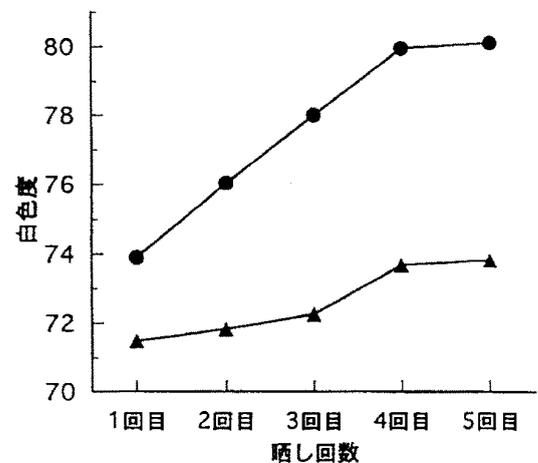


図4 解凍方法が異なるクロカジキ魚肉を繰り返し水晒した時の晒し肉の白色度
：緩慢解凍， ：流水解凍

50 , 120 分加熱で最大を示し、その後は加熱温度の上昇に伴い低下した。カルシウム晒し及び水晒しは、50 ~ 80 にかけての破断強度は高く、加熱時間に伴う減少は見られなかった。

破断歪みは各温度において、アルカリ晒しが高い値を示した。60 ~ 80 加熱においては、各晒しとも加熱時間に伴う変化は少なかった。しかし、カルシウム晒しでは加熱時間の増加と共に破断歪みが減少していた。

ゲル強度には、破断歪みにさほど変化がなかったこともあり、破断強度の値が大きく影響した。ゲル強度の加熱温度による変化はアルカリ晒し > Ca 晒し > 水晒し > 無晒しの順で変化が大きかった。

無晒しと各晒しを比較すると、水晒しを行うと各温度において破断強度の増大が認められ、破断歪みは各温度とも減少した。アルカリ晒しでは、破断強度の減少及び破断歪みが増大した。カルシウム晒しでは水晒しと同じ挙動を示した。

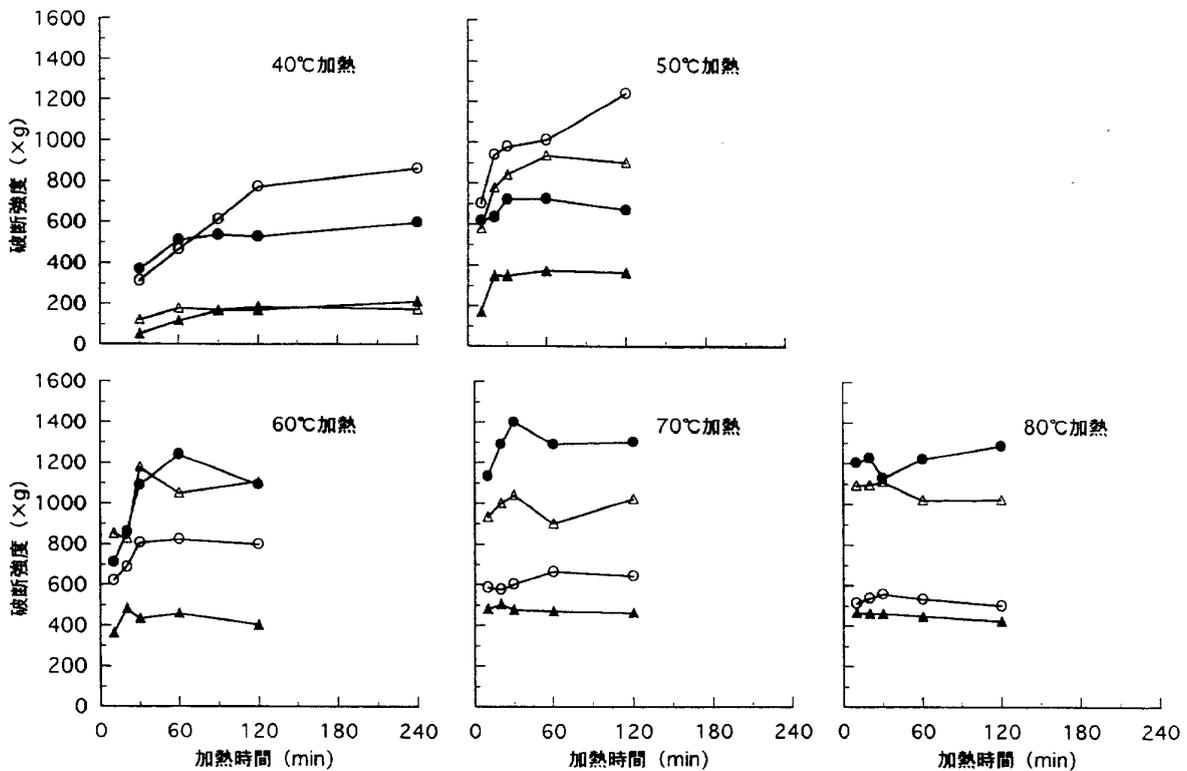


図5 加熱温度及び加熱時間におけるクロカジキ魚肉を用いたかまぼこゲルの破断強度に及ぼす各晒しの影響
 : 無晒し, : 水晒し, : アルカリ晒し, : カルシウム晒し

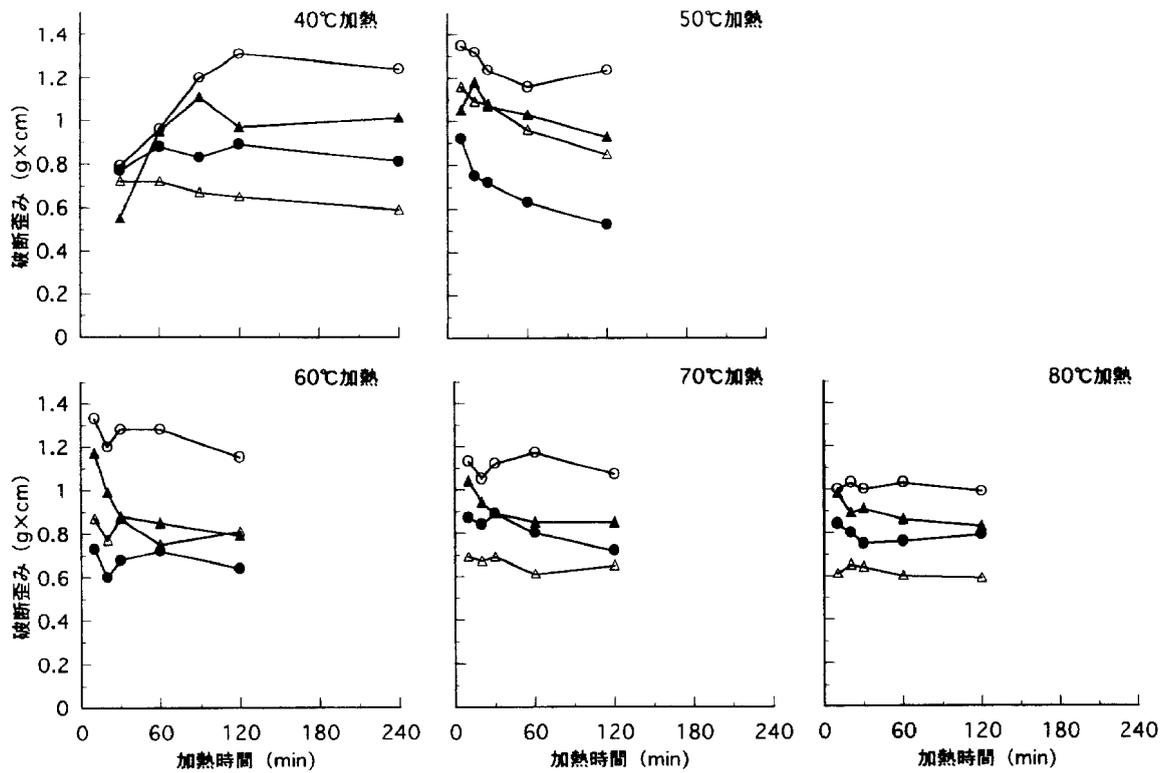


図6 加熱温度及び加熱時間におけるクロカジキ魚肉を用いたかまぼこゲルの破断歪みに及ぼす各晒しの影響
 : 無晒し, : 水晒し, : アルカリ晒し, : カルシウム晒し

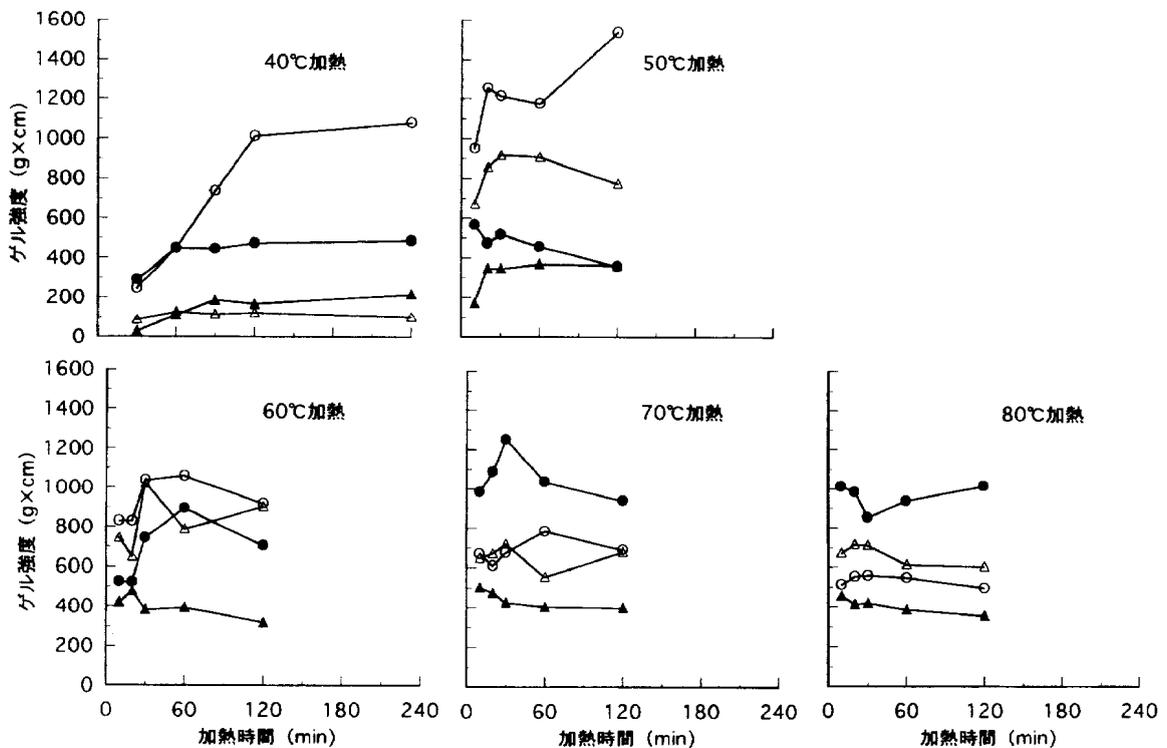


図7 加熱温度及び加熱時間におけるクロカジキ魚肉を用いたかまぼこゲルのゲル強度に及ぼす各晒しの影響
 : 無晒し, : 水晒し, : アルカリ晒し, : カルシウム晒し

考 察

クロカジキの特徴として一般成分では、他のカジキ類に比べタンパク質含量が比較的多く、極めて脂肪含量が低いということがわかった。また、水溶性で解糖系酵素を多く含む筋形質タンパク質は、白身魚に比べてマグロやカツオ、サバ類等の赤身魚に多く含まれる。クロカジキの筋形質タンパク質組成は、マサバ(37.8%)やマイワシ(34.4%)より多く、カツオ(42.2%)やキハダマグロ(42.6%)と同様な種であった⁸⁾。

呈味成分として遊離アミノ酸は赤身魚に特有なヒスチジン量が極めて多かったが、他にはタウリン、グリシン、アラニンが比較的多かったが、その他の成分は若干量存在するだけだった。ATP分解物のイノシン酸を高濃度で蓄積しているが、これはシンプルな旨味として加工製品に十分に期待ができることを示唆している。

水晒しによって足が強くなるのは、網状構造の形成を妨げる水溶性の筋形質タンパク質が除かれ、筋原繊維が精製濃縮されるためである⁹⁾。クロカジキ魚肉を用いて練り製品を行う際、水晒しの処理を行う必要がある時には、1回の晒しで溶出する筋形質タンパク質はほとんど取り除け、2回以上の晒しを必要としないことが分かった。

アルカリ晒し処理は、各温度帯で加熱したゲルに対し、破断強度を低減させる効果がみられた。一方、破断歪みは、アルカリ晒しのみ増加が見られた。これらの性状特性には、クロカジキ肉糊のpHが大きく関与したものと考えられる。

クロカジキ魚肉が食材として問題となるのが肉質の硬さである。加熱した後、常温まで放置すると極端に硬くなることから、本種は加熱を伴う加工品である甘露煮等の惣菜としては適さない。また、前記のようにクロカジキ魚肉は筋が多く、生鮮利用にも適さない。しかし、今回のアルカリ晒しにみられた破断強度の減少と破断歪みの増加は、pH調整により食感が改善可能なことを示唆した。すなわち筋基質である筋も加熱によって溶解して煮こごりとなり、食品として程良いテクスチャーに調整可能なことを意味する。さらに、注入或いは漬け込みにより^{10,11)}風味や機能性成分を添加した製造が可能になると思われる。

本実験からの応用としては、pH調整によって肉質の硬さの改善が示唆されたことにより、(1)クロカジキ魚肉解凍時、pHを中性付近に調整する(2)味噌や粕等のカジキ漬物に用いる溶媒も、pHを中性付近に調整する(3)赤ワイン等のアルカリ食品との組み合わせにより、pHが調整され、新しい風味の軟らかな肉質に改善されることが示された。今後はクロカジキの特徴である低脂肪を生かし、健康食として意識した、加工品の製作と加工方法の確立が必要と考える。

要 約

遠洋まぐろ延縄漁業により、漁獲されたクロカジキを、加工品製造の高付加価値化を目的に、成分と晒しによるゲル化特性を調べた。

クロカジキ魚肉は、魚体部位による一般成分の差はなく、6種のかじき類と比較すると、タンパク質含量が比較的多く、脂質含量が極めて低かった。タンパク質組成は水溶性である筋基質タンパク質が約44%を占めた。呈味成分の核酸関連化合物は、イノシン酸を高比率で蓄積し、遊離アミノ酸はヒスチジンが半分を占めた。

坐りにくく戻りにくい魚の代表であり、非常にゲル強度が高いが、アルカリ晒しにより破断強度の低下、及び破断歪みの増加と改善ができることが明らかになった。

謝 辞

本研究を進めるに当たり、多くの助言を頂きました東京水産大学 田中宗彦教授に心から感謝いたします。また、ゲル調整、分析にご協力いただいた東京水産大学食品生産学科4年次生松本繁樹、松本充両名に感謝いたします。また試料を提供に多大なるご協力を頂いた丸福水産 青木秀雄氏に深謝する。

引 用

- 1) 渡辺終五(1995): 魚肉タンパク質の機能と特徴(), 水産練り製品技術研究会誌 21, 390-392
- 2) 志水 寛・町田 律・竹並誠一(1981): 魚肉肉糊のゲル形成特性に見られる魚種特異性, 日本水産学会誌, 47, 95-104
- 3) 一色竜也(1996): まぐろ漁業の変遷と国際管理について, 水産庁船長会会誌, 19, 1-7
- 4) かつお・まぐろ年鑑 '97, 水産新潮社(1997), 58-59
- 5) 渡部終五(1995): 魚肉タンパク質の機能と特性(), 水産練り製品技術研究会誌, 21, 390-392
- 6) 志水 寛・町田 律・川崎正之(1978): 多獲性赤身魚のゲル形成能の特徴, 昭和 52 年度多獲性赤身魚の高度利用技術開発研究成果の概要, 水産庁研究部, 56-65
- 7) 山本常治(1976): 塩化カルシウムによるかまぼこの足増強効果について, 昭和 51 年度日本水産学会秋季大会講演要旨集, 140
- 8) 鴻巣章二, 橋本周久(1992): 水産利用科学, 恒星社厚生閣, 12-60
- 9) 岡田 稔(1964): かまぼこの足に対する水晒しの影響, 日水誌, 30, 255-261
- 10) 川崎賢一・船津保浩・伊藤裕佳子(1994): 浸漬技術の改良による機能栄養の強化, 平成 6 年度水産物機能栄養マニュアル基礎調査事業研究成果の概要, 水産庁研究課, 221-232
- 11) 川崎賢一・船津保浩・伊藤裕佳子(1995): 浸漬技術の改良による機能栄養の強化, 平成 7 年度水産物機能栄養マニュアル基礎調査事業研究成果の概要, 水産庁研究課, 216-229