

高濃度のATPを含有する魚肉微細化物のゲル形成能と冷凍耐性

メタデータ	言語: Japanese 出版者: 公開日: 2024-08-06 キーワード (Ja): キーワード (En): 作成者: 村田, 裕子, 岡崎, 恵美子, 木村, メイコ, 今村, 伸太郎, 平岡, 芳信, 木村, 郁夫 メールアドレス: 所属:
URL	https://fra.repo.nii.ac.jp/records/2010480

This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.



原著論文

高濃度の ATP を含有する魚肉微細化物の
ゲル形成能と冷凍耐性村田裕子^{*1}・岡崎恵美子^{*1,2}・木村メイコ^{*1}・今村伸太郎^{*1}・平岡芳信^{*1}・木村郁夫^{*1,3}Gel Forming Ability and Freeze Tolerance of Ground Fish Meat with
a High Content of ATPYuko MURATA, Emiko OKAZAKI, Meiko KIMURA, Sintaro IMAMURA,
Yoshinobu HIRAOKA and Ikuo KIMURA

Muscle from horse mackerel was ground with a cutter mill immediately after instant killing to prepare ground meat with a high ATP content. The ATP level was kept at a high level (about 70%) until 90 seconds after the grinding started. For comparison, the meat with a high ATP level was stored at 5°C for 6 hours to prepare samples with a low ATP content. The ground meat with high ATP was able to form an elastic and smooth gel by the addition of 3% or lower concentrations of NaCl. After storage at -20 and -80°C for 2.5 months, the meat formed a smooth gel when NaCl was added and the solubility of myofibrillar proteins was higher than that of the ground meat with low ATP levels. The gel forming ability of the ground meat with low ATP recovered to the same level as that with high ATP after addition of ATP. These results suggest that it is important to keep the level of ATP in ground fish meat at certain levels for its gel forming ability and freeze tolerance.

2009 年 10 月 15 日受付, 2010 年 1 月 7 日受理

冷凍すり身は、その製造技術が開発されてから約 50 年を経過し、ねり製品の原料として国内のみならず国際的にも重要な商材となり、年間約 50 ～ 60 万トンが生産されている^{*4}。

冷凍すり身の製造工程は、落し身の採肉、水晒し、リファイナー処理、脱水、冷凍変性防止剤の混合および凍結処理で構成されている。これら冷凍すり身製造原理やねり製品のゲル形成メカニズムについては、製造現場で

の製造技術研究や魚肉タンパク質の食品生化学的研究を通して明らかにされてきている²⁾。

冷凍すり身の製造工程のうち、水晒し処理は、ゲル形成の阻害あるいは凍結変性を促進する各種物質を除去し、同時に魚肉のゲル形成能を担う主体である筋原線維タンパク質の濃度を高めることにより、冷凍すり身に強いゲル形成能を与えるための重要な工程として位置づけられる²⁾。しかしその一方で、不要物質として除去され

^{*1} 独立行政法人水産総合研究センター 中央水産研究所
〒236-8648 横浜市金沢区福浦 2-12-4

National Research Institute of Fisheries Science, Fisheries Research Agency, 2-12-4 Fukuura, Kanazawa-ku, Yokohama, Kanagawa, 236-8648, Japan
betty@affrc.go.jp

^{*2} 現所属 長崎県総合水産試験場水産加工開発指導センター

^{*3} 現所属 鹿児島大学水産学部

^{*4} みなと新聞 (2009) 水産ねり製品生産概要

る水溶性タンパク質は、たとえばスケトウダラでは全タンパク質の約 20%にも相当し、食用可能なタンパク質を多量に投棄せざるを得ないことや、その排水処理コストおよび環境負荷に及ぼす影響から、水晒し処理の意義や、これを必要としない魚肉素材の可能性について、これまでに多くの検討が行われてきている³⁾。冷凍すり身製造における水晒しの必要性の度合いは、原料として用いる魚肉の鮮度と深い関係がある。死後の鮮度低下とともに、魚肉中では乳酸の蓄積等による pH の低下や、トリメチルアミンオキシド (TMAO) の分解⁴⁾ による強い魚臭の発生と魚肉タンパク質の変性を惹起する物質が生成するため、加工適性が低下する⁵⁾。鮮度が非常に低下した魚肉ではこれら要因の影響が多大となるため、水晒しでこれらを除去することにより加工適性を改善することが必要となるが、高鮮度の魚肉では強い水晒しを必要としないことが経験されている。

また、魚肉タンパク質変性防止のために不可欠とされる糖類は、冷凍すり身製造工程で魚肉の 8～10%程度が添加されているが、魚本来の味を活かすために甘味の低減が要望されており、重要な技術検討課題の一つである。

一方、生体内エネルギー物質であるアデノシン-3リン酸 (ATP) は、魚介類の生息時には筋肉中に約 10 μ mol/g が含まれ、魚介類の死後、組織内の ATP が消失すると同時に、鮮度低下は加速する。この ATP が筋肉タンパク質の変性抑制物質として作用することが、魚肉筋原線維タンパク質 ATPase 活性を指標にした熱変性抑制作用に関するモデル的な研究にて示唆されている⁶⁾。この変性抑制効果は、冷凍すり身にタンパク質変性抑制剤として使用されている糖類の実に 10,000 倍とも報告されているが⁶⁾、高鮮度状態での魚肉そのものを対象とした報告例はなされていない。

本研究では、ATP が多く残存している極めて高鮮度の魚肉を原料として使用し、ATP によるタンパク質の凍結変性防止効果の有無やゲル形成能に及ぼす影響を確認することにより、高鮮度魚肉を活用した水晒しをしない加工素材開発のための基礎知見を得ることを目的とした。

材料と方法

高 ATP および低 ATP 含有魚肉の調製 活マアジ (*Trachurus japonicus*) は活魚業者から購入し、中央水産研究所内の飼育水槽にて 2、3 日蓄養し安静化した後、実験に使用した。マアジを暴れさせないように留意しながら延髄刺殺により即殺し、約 10 尾の魚体からすみやかに筋肉を採取した後、包丁で約 1cm 幅に裁断し、全体を混合した (細切肉)。なお、延髄刺殺は飼育室 (室温) で行い、魚体処理およびカッターミル処理は 15℃の実験室で行った。この魚肉は 79～93%の ATP 含有

率 (ATP の ATP 関連化合物総量に占める割合) を示したため、「高 ATP 含有魚肉」として用いた。水槽からの活マアジの取り上げ開始から高 ATP 含有魚肉調製までの時間は、約 20 分であった。一方、細切肉を 5℃で 6 時間保管したものは ATP 含有率が 10%以下の低濃度を示したため、この魚肉を「低 ATP 含有魚肉」として用いた。なお、ATP 含有率は、常法に準じた Murata⁷⁾らの方法に従い、所定量の魚肉の 10%過塩素酸抽出物を水酸化カリウム水溶液で中和し、高速液体クロマトグラフィーで各 ATP 関連化合物 (ATP, ADP, AMP, IMP, HxR, Hx) を測定し、以下の式で算出した。

$$\text{ATP 含有率 (\%)} = [\text{ATP} / (\text{ATP} + \text{ADP} + \text{AMP} + \text{IMP} + \text{HxR} + \text{Hx})] \times 100$$

*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, HxR: イノシン, Hx: ヒポキサンチン

魚肉の微細化処理 魚肉の微細化は、カッターミル (ステファンカッター UMC-5, Stephan 社製, ドイツ) を用いて 5℃にて細碎処理をした。カッターミルの攪拌条件は、魚肉細碎に必要な最小限の速度として 1500rpm で行った。

処理時間は実験条件により、以下の①～③のとおり 60～360 秒間に設定した。

- ①食塩を添加しない場合: 90 秒間
- ②食塩を添加する場合: 60 秒間の処理後、食塩添加してさらに 30 秒間
- ③ATP 消失微細化魚肉の場合: 360 秒間処理後、食塩添加してさらに 30 秒間

なお、食塩を添加した微細化魚肉は微細化塩ずり肉と記した。

加熱ゲルの調製と物性評価方法 前述のようにカッターミルで破砕処理した微細化魚肉、各濃度の食塩を添加した微細化塩ずり肉のそれぞれを、折径 35mm のポリ塩化ビニリデンチューブに詰めて成型し、85℃の熱水中で 30 分間加熱して加熱ゲルを作製した。これらのゲルについてゲル物性を測定した。物性測定用試料は直径 23mm、高さ 25mm の円筒状とし、各加熱ゲルから 5 つの測定用試料を切り出した。これらについてテクスチャーアナライザー (TA.XT plus TEXTURE ANALYSER, Stable Micro System 社製 英国) を用いて押し込み破断試験を行った。プランジャー形状は直径 5mm の球形とし、押し込み速度 1mm/s で破断強度 (g) と凹み (mm) を測定した。5 個の試料の測定値から、平均値と標準偏差を求めた。また、テクスチャーアナライザーによる物性測定では、つみれ状のゲルであってもある程度の物性として測定されることから、折り曲げ試験結果を併用してゲル形成能を評価することとした。折り曲げ試験は冷凍すり身品質検査基準⁸⁾ による 5 段階評点法 (5: 4 つ折りにして亀裂なし, 4: 2 つ折りにして亀裂なし, 3:

2つ折りにして徐々に亀裂が入る、2:2つ折りにしてすぐに亀裂が入る、1:指で押すと崩れる)により評価した。

筋原線維タンパク質の溶解度の測定 加藤らの方法⁹⁾に準じて筋原線維タンパク質を調製後、今野らの方法¹⁰⁾に従い、0.5M KCl-0.04M Tris-HCl (pH7.0) 溶液中で6時間懸濁させ、遠心分離後の上清タンパク質量を筋原線維タンパク質の溶解度として測定した。

ATP のゲル形成性に及ぼす作用の検討 高 ATP 含有魚肉をカッターミルで60秒間処理した高 ATP 含有微細化魚肉、前述のとおり360秒間カッターミル処理して ATP を消失させた微細化魚肉 (ATP 消失微細化魚肉)、および低 ATP 含有魚肉をカッターミルで60秒間処理した低 ATP 含有微細化魚肉の3種を調製した。これらのうち、

ATP 消失微細化魚肉あるいは低 ATP 含有微細化魚肉については、100g に対し食塩を1または3% (w/w) 加え、さらに10mlの ATP 水溶液 (pH7.0, 濃度 30mg/ml) または蒸留水を添加して、30秒間カッターミル処理をすることで塩ずり肉を調製した。ATP はシグマ社製の微生物由来のものを用いた。これらの塩ずり肉を85℃の熱水中で30分間加熱し、加熱ゲルを作製した。高 ATP 含有微細化魚肉 100g に対しては、1または3% (w/w) の食塩および、(ATP 水溶液の代わりに) 10mlの蒸留水を添加した後、30秒間カッターミル処理し、先と同条件で加熱をし、ゲルを作製した。なお、比較のため、ATP も食塩も添加しない高 ATP 含有微細化魚肉由来の加熱ゲルも作製した。その場合、高 ATP 含有魚肉を連続して90秒間カッターミル処理した後、同様の条件で加熱ゲルを作製した。

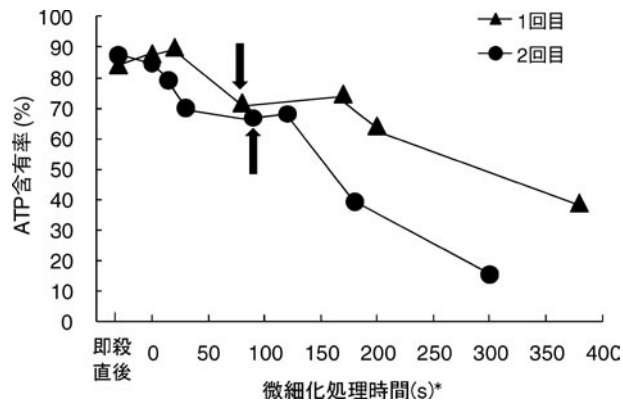


図1 魚肉の微細化過程における ATP 含有率の変化
* カッターミルを用いて 1500rpm で魚肉を微細化
** 矢印で示した時点でペースト状になった

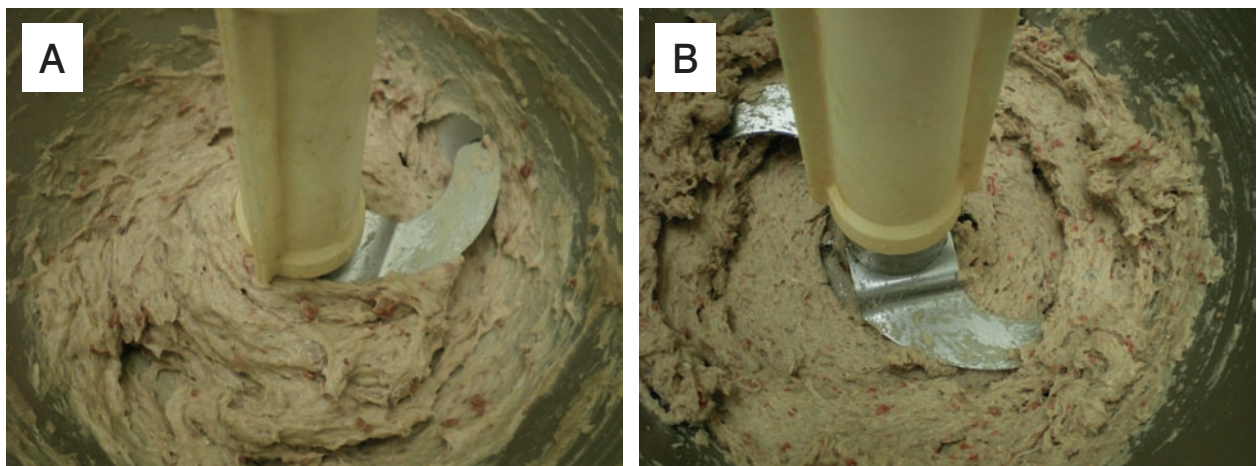


写真1. ATP 含量の異なる微細化魚肉のカッターミル処理後の性状変化
処理時間: 90 秒間
A: 高 ATP 含有微細魚肉 (ペースト状)、
B: 低 ATP 含有微細魚肉 (非ペースト状)

表 1-1 微細化魚肉のゲル形成性に対する ATP の効果
(高 ATP 含有微細化魚肉)

塩濃度 (%)	0	1	3
ATP 含量 (mg/100g)*	260	182	225
ATP 添加量 (mg/肉100g)	0	0	0
破断強度 (g)	326±33	567±51	442±26
凹み (mm)	7±1	10±1	9±1
折り曲げ試験	2	5	5

*塩すり前の魚肉中のATPの含量

表 1-2 微細化魚肉のゲル形成性に対する ATP の効果
(360 秒カッターミル処理後 ATP 消失微細化魚肉)

塩濃度 (%)	1	1	3	3
ATP 含量 (mg/100g)*	6	6	6	6
ATP 添加量 (mg/肉100g)	0	300	0	300
破断強度 (g)	430±33	533±46	484±60	709±61
凹み (mm)	7±0	10±1	8±1	10±1
折り曲げ試験	3	5	5	5

*塩すり前の魚肉中のATPの含量

表 1-3 微細化魚肉のゲル形成性に対する ATP の効果
(低 ATP 含有微細化魚肉)

塩濃度 (%)	0	0	3	3
ATP 含量 (mg/100g)*	8	8	8	8
ATP 添加量 (mg/肉100g)	0	300	0	300
破断強度 (g)	278±7	323±37	564±20	647±51
凹み (mm)	8±1	8±1	8±0	12±1
折り曲げ試験	2	2	5	5

*塩すり前の魚肉中のATPの含量

結 果

カッターミル処理時間と処理肉中の ATP 含量の変化

本研究では、まず、高濃度の ATP を含有した高鮮度のマアジの魚肉が、加工過程のどの段階まで ATP 濃度を維持することが可能であるか確認する必要がある。そこで、活マアジの即殺後に行った魚体処理や採肉、および筋肉の細碎等の各処理過程における ATP 含有率の変化を調べた。図 1 には、この操作を 2 回行ったときのそれぞれの結果を示した。

即殺直後の魚体から速やかに筋肉を採取したときの ATP の含有率は 84～87%、またこれを包丁で裁断した魚肉では ATP 含有率が 85～88% であった（高 ATP 含有魚肉）。この高 ATP 含有魚肉をカッターミルで処理すると、処理時間 80 秒から 90 秒にかけて粘性のあるペースト状（食塩を加えて塩すりしたものと類似の肉糊状態）になり（写真 1 A）、ATP 含有率も約 70% を維持していた。その後、さらにカッターミル処理を続けると、その 30 秒後にかけて ATP 濃度は急速に低下した。なお、この微細化魚肉は 380 秒間のカッターミル処理後も粘性のあるペースト状を維持していた。以上のように、今回設定した攪拌条件下（1500rpm, 5℃）では、必要な微細化を達成するためには 80 秒以上の処理が必要である一方、ATP 保持のためのカッターミル処理は短時間（90～120 秒以内）で行うことが望ましいと考えられたが、筋肉を微細化した後攪拌を継続しても、しばらくの間は ATP が残存した状態を維持できることがわかった。そこで、以後の実験ではこの結果を基にカッターミルによ

る処理時間の総計を 90 秒に設定した。

なお、低 ATP 含有魚肉を同条件でカッターミル処理しても、粘性のあるペースト状にはならなかった（写真 1 B）ことから、微細処理中に食塩を添加していないにもかかわらず魚肉がゾル状態に変化するの、高濃度 ATP が存在する時のみに見られる現象であることを確認した。

ゲル形成性に対する ATP の作用 前述のとおり高 ATP 含有微細化肉は魚肉に食塩を添加した時と同様なペースト状となることが観察されたことから、高 ATP および低 ATP 含有微細化肉の加熱ゲル形成能について調べた結果を表 1-1～3 に示す。食塩無添加の場合、高 ATP および低 ATP 含有微細化魚肉のいずれのゲルも折り曲げ試験で評点 2 となりなめらかなゲルは得られなかった。一方、食塩添加では、いずれも折り曲げ試験の評点が 5 と、なめらかなゲルとなった。特に、高 ATP 含有微細化魚肉では塩 1% 添加においてもなめらかなゲルとなることが観察され、破断強度の値も塩 3% 添加の場合と同様に高かった。表には掲載していないが、別条件で行ったゲル化試験で、0.5% 濃度の食塩添加でも折り曲げ評点が 5 点となるゲルを形成することも確認している。このように高 ATP 含有微細化魚肉においては、通常の魚肉のゲル化に必要と考えられる塩濃度よりも低い塩濃度でゲル化が可能であり、このような現象は、魚肉中に残存する ATP と関連することが推測された。そこで、低 ATP 含有微細化魚肉あるいは長時間カッターミル処理を行うことによって人為的に ATP を消失させた

表2 凍結貯蔵後の微細化魚肉のゲル形成能*

	高ATP含有微細化魚肉		低ATP含有微細化魚肉	
塩濃度 (%)	0	3	0	3
ATP含量(mg/100g)**	61	61	8	8
破断強度 (g)	347±34	273±14	146±21	272±20
凹み (mm)	11±1	6±1	6±1	11±2
加熱ゲル形成	不可	可	不可	不可

*-20℃で2.5ヶ月間保存後

** 解凍前の魚肉中のATPの含量

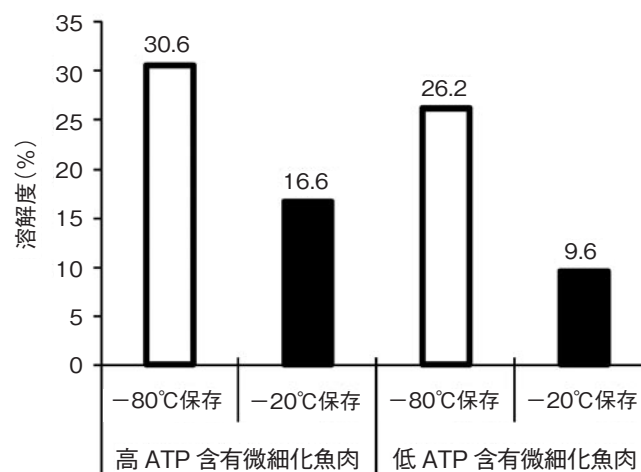


図2 凍結貯蔵後の微細化魚肉由来筋原線維タンパク質の溶解度

微細化魚肉（ATP 消失微細化魚肉）のゲル形成性に対する ATP の添加効果について調べ、結果を表 1 にあわせて示した。

ATP 消失微細化魚肉では、塩濃度 1%では脆いゲル（折り曲げ試験：3）となった。これに対し、この ATP 消失微細化魚肉 100g に 300mg の ATP を添加したものでは、塩濃度 1%でもなめらかな性状のゲル（折り曲げ試験の評点 5）が得られた。一方、塩濃度 3%の場合には、ATP の添加の有無にかかわらずいずれの場合もなめらかな性状のゲル（折り曲げ試験の評点 5 点）が得られたが、破断強度は ATP を添加したゲルのほうが有意に高い値であった。低 ATP 含有微細化魚肉の場合も同様に、ATP を添加したゲルのほうが破断強度は有意に高かった。以上のように、高 ATP 含有微細化魚肉を用いた場合に加熱ゲル形成能が高く、低塩濃度下でも良好なゲルが得られる現象について、人為的に ATP を添加した実験を行うことにより確認することができた。なお、マアジの場合、ATP 含有量が 80%の高 ATP 含有魚肉で約 300mg/100g の ATP が含まれていることから、本実験では添加量を 300mg/100g とした。

高 ATP および低 ATP 含有微細化魚肉の凍結貯蔵後のゲル形成能と筋原線維タンパク質の溶解度 -20℃で 2.5 ヶ月間貯蔵した各微細化魚肉から調製した加熱ゲルの性状を表 2 に示す。食塩無添加の場合には、高 ATP 含有

微細化魚肉、低 ATP 含有微細化魚肉のいずれもゲルを形成せずつみれ状の状態であった。一方、食塩を 3%添加した場合には、低 ATP 含有微細化魚肉ではゲル形成が起こらず、崩れやすいつみれ肉の状態であったのに対し、高 ATP 含有微細化魚肉では破断強度は低いもののなめらかなゲルの状態を示した。

上記の結果から、高 ATP 含有微細化魚肉では凍結保管中において筋原線維タンパク質が ATP の変性防止効果⁶⁾により保護されたことにより、加熱ゲル形成能が保持されていたことが推測されたため、-20℃で 2.5 ヶ月間貯蔵後の各微細化魚肉から調製した筋原線維タンパク質の溶解度を比較した。結果を図 2 に示す。なお、-80℃で凍結保存した微細化魚肉の溶解度は、-20℃保存に対する超低温凍結保存参考値として測定した。-80℃で凍結保管した魚肉の溶解度は、高 ATP 含有微細化魚肉で 30%、低 ATP 含有微細化魚肉で 26%であり、溶解度は低 ATP 含有微細化魚肉のほうがわずかに低い程度であった。これは、低 ATP 含有微細化魚肉を調製する際に、細切化した筋肉を 5℃で 6 時間放置し ATP 濃度を 10% 以下に低減させる処理を行ったために、わずかに進行した死後変化に伴うタンパク質の変性に起因するものではないかと推測される。一方、-20℃で凍結保管した魚肉の溶解度は、-80℃で凍結保管した魚肉の溶解度と比較して、高 ATP 含有微細化魚肉および低 ATP 含有微細化魚肉のいずれも低くなったが、その低下率は後者

で著しく、低 ATP 含有微細化魚肉では高 ATP 含有微細化魚肉の約 60% 程度まで低下したことが確認された。

考 察

本研究は、高鮮度の魚の筋肉内に残存する ATP のタンパク質保護作用が、実際の魚肉のゲル化や素材化に活用できるかどうかを確認することを目的として行ったものである。このため、まず、非常に鮮度のよい魚を試料とし、取り上げ後の魚体処理や採肉、魚肉の細砕過程において、どの程度 ATP 濃度を維持することが可能であるかについて確認した。その結果、カッターミルで魚肉を微細化している過程においても ATP 濃度はある程度維持されていることが明らかになった。さらに、微細化過程において ATP が多量に残存している場合、ATP が塩に類似した筋肉タンパク質のゾル化作用を示すことを確認することができた。ATP 含有率の異なる微細化魚肉を用いて各種塩濃度下での加熱ゲル化を検討した結果からは、高 ATP 含有魚肉のゲル化に必要とされる塩濃度が、低 ATP 含有魚肉のゲル化に必要とされる塩濃度よりも低い濃度で可能であることが示唆された。この現象は、ATP を完全に消失させた魚肉に試薬の ATP を添加して行った加熱ゲル形成実験によって再現されたことから、ATP の作用に起因するものであることが強く支持された。

ATP による筋肉タンパク質の溶解については、ウサギミオシンのクロマトグラフィーによる精製試験において、ミオシンは 5 mM の ATP (pH7.5) 溶液中でモノメリックなミオシンとして可溶化することが報告されている¹¹⁾。ほぼ同濃度の ATP 存在下で、アジの筋肉を微細化したときに見られたゾル化現象においてはミオシンの溶解が一部起きている可能性があること、さらに低濃度の塩を添加したことによる相乗作用により、筋肉タンパク質の溶解性の増大が起き、その結果加熱ゲル物性が高くなったことが推測される。このことについては、筋肉中に含まれる他のゲル化因子（例えばトランスグルタミナーゼ）やゲル化阻害タンパク質の鮮度変化に伴う影響も含め、さらなる検討が必要である。

さらに、ATP 含有率の異なる微細化魚肉を -20℃ で凍結保管した際、高 ATP 含有魚肉では凍結変性が抑制される傾向にあることが、ゲル化試験ならびに筋原線維タンパク質の溶解度の測定結果から示唆された。以上の推察の多くは、魚肉の加熱ゲル化試験で得られた加熱ゲルの性状観察に基づくものである。残念ながら、ゲルの破断強度や破断凹み等の数値指標については、必ずしも上記の推察を支持するに十分なものではなかった。この原因として、下記の理由が考えられる。まず、本試験は加工しようとする魚肉中に ATP を残存させたまま処理することを主眼としており、これまで通常に行われている加工方法の手順では困難が予想されたことから、極

めて特殊なサンプリング方法を余儀なくされたことが挙げられる。すなわち、できる限り単純化した工程で即殺直後の魚体を速やかに解体して採肉し試験に供したため、通常の加工工程に含まれるようなリファイナー処理等は用いてはいない。このため、結締組織や血合肉等が採取魚肉中に不均一に存在することとなり、ゲル物性測定結果の誤差に大きく影響したものと考えられる。また、ATP を含有する魚肉の塩ずりの際、高速攪拌処理による ATP 消失を最小限に抑制するために攪拌時間も最小限のものとしたため、魚肉の塩ずりに必要とされる時間が十分確保されていなかった可能性がある。今後、これらの点を考慮して ATP が加工工程のどの部分まで残存し、魚肉のゲル形成性に必要な塩濃度の低減に効果をもつのかについてもさらに定量的に検討する必要がある。以上、本研究によって、魚肉中に存在する ATP が、ゲル形成性の増大ならびに凍結変性の抑制に寄与する可能性が示唆された。

謝 辞

本研究は農林水産技術会議事務局の委託プロジェクト研究「食品素材のナノスケール加工及び評価技術の開発」の 1 課題である「ナノスケール加工による水産物の品質保持・加工特性改善技術の開発」により行われたことをここに付記します。

文 献

- 1) 山澤正勝・関 伸夫・福田 裕編 (2003) かまぼこ, その科学と技術, 恒星社厚生閣, 東京, 377pp.
- 2) 岡崎恵美子 (1994) すり身製造工程で排出される魚肉筋形質タンパク質の回収と利用に関する基礎的研究, 中央水研報, **6**, 79-160.
- 3) 木村メイコ・関 伸夫・木村郁夫 (2002) 0℃ 以下の温度におけるトリメチルアミン-N-オキシドの酵素的および非酵素的分解, 日水誌, **68**, 85-91.
- 4) 平岡芳信・菅 忠明・平野和恵・黒野美夏・松原 洋・橋本 照・岡 弘康・関 伸夫 (2003) トカゲエソの貯蔵中に生成するホルムアルデヒドの蒲鉾の品質へ及ぼす影響, 日水誌, **69**, 796-804.
- 5) 吉岡武也・新井健一 (1986) ミオシン Ca-ATPase の熱変性におよぼす ATP の保護効果, 日水誌, **52**, 1829-1836.
- 6) MURATA Y., H. HENMI and F. NISHIOKA (1994) Extractive Components in the Skeletal Muscle from Ten Different Species of Scombroid Fishes, *Fisheries Sci.*, **60**, 473-478.
- 7) 水産庁 (1994) : 水産庁漁政部長通達, 冷凍すり身の品質検査基準の設定について, 6 水漁第 1065 号.
- 8) 加藤 登・内山 均・塚本志朗・新井健一 (1977) 魚肉筋原線維 ATPase の生化学的研究, 日水誌, **43**, 857-867.
- 9) 今野久仁彦・上田陽一 (1989) 加熱に伴うコイ筋原線維 Mg-ATPase 活性の上昇, 日水誌, **55**, 1457-1462.
- 10) ASAI H. (1963) Chromatography of Myosin, *Biochemistry*, **2**, 458-461.

高濃度の ATP を含有する魚肉微細化物のゲル形成能と冷凍耐性

村田裕子・岡崎恵美子・木村メイコ・今村伸太郎・平岡芳信・木村郁夫

高鮮度魚肉中に含まれる ATP のタンパク質保護作用が、実際の魚肉のゲル化や素材化に活用できるかどうかを確認した。ATP 濃度が高い魚肉を、ATP 濃度を維持しながらカッターミルで微細化を行った。この微細化魚肉は低塩濃度でも高いゲル形成能を有していた。また、この微細化魚肉は、凍結貯蔵後もゲル形成能および筋原繊維タンパク質の溶解性を保持していた。一方、ATP の消失した微細化魚肉に ATP を添加することにより、高 ATP 含有肉と同レベルのゲル形成性が得られた。以上のことから、ATP が魚肉のゲル物性の増加に寄与する可能性ならびに ATP の凍結変性抑制効果が示唆された。

水産技術, 2 (2), 105-110, 2010