HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	マサバ冷凍すり身の品質に及ぼす，原料魚の鮮度，晒し法，および貯蔵条件の影響
Author(s)	橋本，昭彦；加藤，登；中川，則和 他
Citation	北海道大學水産學部研究彙報，38(1)，65-73
Issue Date	1987-02
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23943
Type	departmental bulletin paper
File Information	38(1)_P65-73.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
38(1), 65-73. 1987.

マサバ冷凍すり身の品質に及ぼす，原料魚の鮮度，晒し法，および貯蔵条件の影響

橋本昭彦*・加藤　登**
中川則和**・新井健一*

Effect of Freshness, Manufacturing Process, and Storage period on the Quality of Frozen Mackerel Surimi***

Akihiko HASHIMOTO*, Noboru KATOH**, Norikazu NAKAGAWA** and Ken-ichi ARAI*

Abstract

Frozen surimi was prepared using mackerel obtained from a fish market and the effect of various factors on the quality were elucidated.

When the minced tissue was washed 3 times (first in 5 vol of 0.4% $NaHCO_3$ and 0.15% NaCl; subsequent in 3 vol of water), the gel forming ability attained a maximum. However, additional washing had no effect on this property.

In the preservation test of mackerel on ice, the gel forming ability decreased very rapidly; the loss was 50% after day 1 and 70% after day 2, with the original being 100%.

Both the surimi made from red muscle only, which had very poor gel formation, and the surimi made of mixed red and white muscle were inferior to white muscle surimi in gel forming ability.

When the surimi was stored at −30°C, 30-40% of the original gel forming ability was lost after 6 months.

These results shown that the freshness of fish, the washing methods, the mixing of red and white muscle, and freezing periods markedly effected the quality of frozen mackerel surimi. In order to improve the quality, some ideas were proposed based on the present results.

200カイリ漁業専管水域の実施が世界の趨勢となった1977年以降[1]，サバ，イワシの冷凍すり身化に対する関心が高まり，多くの研究機関によって試験がなされてきた[2~4]。特に，ねり製品原料の主流をなしてきたスケトウダラの漁獲量は，ここ数年来，最盛期の半分以下で推移しており[5]，原料の安定供給を行うためにもこれら多獲性赤身魚の有効利用を計ることが必要である。

* 北海道大学水産学部生物化学講座
(*Laboratory of Biochemistry, Faculty of Fisheries, Hokkaido University*)
** 株式会社　紀文
(*Kibun Co. Ltd.*)

*** Surimi; raw fish paste obtained by washing and dehydrating the minced tissue and then grinding it with the addition of sugar and polyphosphate.

**** Kamaboko; Japanese style fish paste obtained by boiling a mixture of salt and comminuted surimi.

著者らは，そのような観点にたって，1980-1985年にわたって，市販のサバを用いて小規模レベルで (20-150 kg) 冷凍すり身化技術の研究を行ってきた。その結果，すり身の品質には，原料の鮮度，製造方法，および冷凍貯蔵の期間などが影響を及ぼすことが明らかに認められた。

実 験 方 法

試料 原料は，表1に示したように，1980-1984年に漁獲された市販のマサバまたはゴマサバを用いた。魚体長は25-45 cm，体重は450-800 g，普通肉の水分は72-77%，pHは5.7-5.9，粗脂肪は1-16%，およびK値は7-38%の範囲にあった。購入時の魚体は，硬直中から解硬中のもので，魚体温は−1～2°Cに保たれていた。原料はそのまま氷蔵して試験室まで運搬しすり身の製造に用いた。原料の漁獲後の保管時間はおよそ8-30 hと推定された。なお，一般成分の分析は常法[6]に従って，また，K値の測定は加藤ら[7]の方法に従って行った。

すり身の製造方法 頭，内臓を除去し，三枚おろしとした後，希アルカリ液 (0.4% 炭酸水素ナトリウム，0.15% 塩化ナトリウム)[8]中に浸せきし，続いて，ロール式採肉機で肉を分離して，同希アルカリ液中に集めた。次に，肉の5倍量 (w/w) の同希アルカリ液で1回晒しを行い，それ以降は，肉の3倍量 (w/w) の水で晒しを繰り返した。なお，最後の晒し液には0.3% 塩化ナトリウムを加え，脱水効率を上げた。この時点で，肉質のpHは6.8-7.0の範囲に調整されていた。晒し肉は加圧脱水後，裏ごし機にかけ[9]，添加物を混合後 (4% ソルビトール，4% 砂糖，0.2% 重合リン酸塩)，1 kgずつ袋に詰め急速凍結し，−30°Cで保管した。

カマボコの調製とゲル物性の測定 解凍した冷凍すり身に3% 食塩を加え，小型のサイレント

Table 1. General properties of samples used for experiments. Pacific mackerel was purchased in a fish market. The assumed storage time after catching was about 8-30 h on ice.

Sample No.	Date	Fish Market (Prefecture)	K-value (%)	pH	Moisture (%)	Crude Lipid (%)	**
1	May. 1980	Tsukiji (Tokyo)	23	5.8	77.1	0.6	Figs. 2, 3
2	Jun. 1980	Tsukiji (Tokyo)	28	5.7	72.0	16.0	Figs. 2, 3, 7
3	Jul. 1980	Sakai (Tottori)	28	5.8	75.2	11.0	Fig. 7
4	Jul. 1980	Yoichi (Hokkaido)	38	5.7	73.6	4.4	Fig. 7
5*	Jun. 1981	Ogawa (Shizuoka)	9	5.8	75.0	1.3	Figs. 5, 6
6*	Jun. 1981	Ogawa (Shizuoka)	7	5.7	76.3	2.2	Figs. 5, 6
7	Apr. 1982	Tsukiji (Tokyo)	18	5.9	74.2	8.3	Fig. 4
8	Jun. 1983	Tsukiji (Tokyo)	15	5.8	76.0	3.5	Table 2
9	Jul. 1984	Hakodate (Hokkaido)	12	5.8	75.1	—	Fig. 1

* spotted mackerel was used.
** sample was used for the experiment shown in the figure.

カッター (Hobart 社製) でらい潰し[10~12], 10-15 分後に品温 8-15°C の肉糊を得た。これをケーシングに詰めた後, 坐り加熱 (30°C または 35°C で 60 分＋90°C で 30 分) または直加熱 (90°C で 30 分) し, カマボコを調製した。ゲル物性の測定は, 以前に示したように[13], レオロメーター (飯尾電機社製 RMT-1300) を用いて行い, V 型プランジャー (1×12 mm 幅の刃, 角度 16°) を試料の表面から 11 mm 進入させたときの荷重の変化より求めた。本研究では, 最初に破断が起きた時の荷重をゼリー強度 (g) とした。

結果と考察

原料の歩留まり 冷凍すり身を製造するにあたり, まず, サバの可食部 (筋肉) の量を求め表 2 に示した。ここには, 手作業で注意深く採肉した場合と採肉機を用いて肉を集めた場合の結果を示してあるが, 前者はさらに, 普通肉 (白色筋) と血合肉 (赤色筋) に分けてその含量 (%) を示した。これによると, 普通肉と血合肉の魚体中に占める割合 (歩留まり) は, それぞれ 43% と 8% となったが, これらの値は以前の結果とよく一致するものであった[14,15]。また, 全肉中の血合筋の割合は約 16% であるが, これは白身魚の場合 (3-7%) に比べると[16] かなり高いことを示していた。さらに, 採肉機を用いた場合の歩留まりは, 約 35% を示していたが, 手作業で得られたときの全肉量 (51%) に比べると 70% に減少することがわかった。一方, 図 1 には, サバの普通肉と血合肉の分布状態を示してあるが, 血合筋は体の側面にそって走っており, その比率は (血合筋部分の面積/横断面の全面積×100), 頭部 (10%) から尾部 (38%) へ向かうほど増加していた。この結果も以前の報告とよく一致するが[17], 採肉機を用いて肉を分離する場合には, 血合肉の一部は残査 (骨, 皮) の方へも移行するため, 集めた肉中の血合肉量を推定することは難しいように思われた。

水晒しの効果 魚肉の水晒し工程は, 臭気成分, 色素成分を除去し[18,19], また, ゲル形成を阻害する水溶性タンパク質や脂質[20~22] を除去することによって, カマボコの品質を高めるものと考えられている。さらに, 赤身魚の場合には, 表 1 にも示したように, 肉質の pH が 5.8 付近に低下しているので, 晒し工程中で pH の中和を行う操作も含んでいる。これは, ゲル形成能を担う筋原繊維タンパク質が[23,24], 酸性 pH 下において速やかに変性を起こすためで[25~27], 原料処理からすり身の冷凍貯蔵中における各過程中での品質劣化を最小限に抑制するために必要である。そこで, サバのすり身を製造する際の, すり身のゲル形成能に及ぼす水晒しの効果を検討し, 結果を図 2 に示した。ここで, 第 1 回目の晒しには, 希アルカリ液 (0.4% 炭酸水素ナトリウム, 0.15% 食塩) を用い, 以後の晒しについては水のみを使用した。また, 脂肪の除去効率を高めるため, 1% トリトン X-100 を含む (2 回) 水晒しの検討も行った。この結果によると, 水晒しは, 2-3 回行ったときにゲル形成能は最大となり, その後繰り返し晒しを行ってもカマボコの足は思ったほど増強され

Table 2. An edible portion of Pacific mackerel. An edible portion of muscle tissue was dissected from Pacific mackerel. The red and white muscle were carefully separated. For comparison, meat collected by using a roll-type meat separater was used. Values in this table were calculated as follows;

$$\text{Yield (\%)} = \frac{\text{tissue obtained from fish (g)}}{\text{weight of whole fish (g)}} \times 100$$

White Muscle	Red Muscle	Total	Using a Meat Separater
42.8±3.2%	8.3±1.9%	51.5%	34.8±2.7%

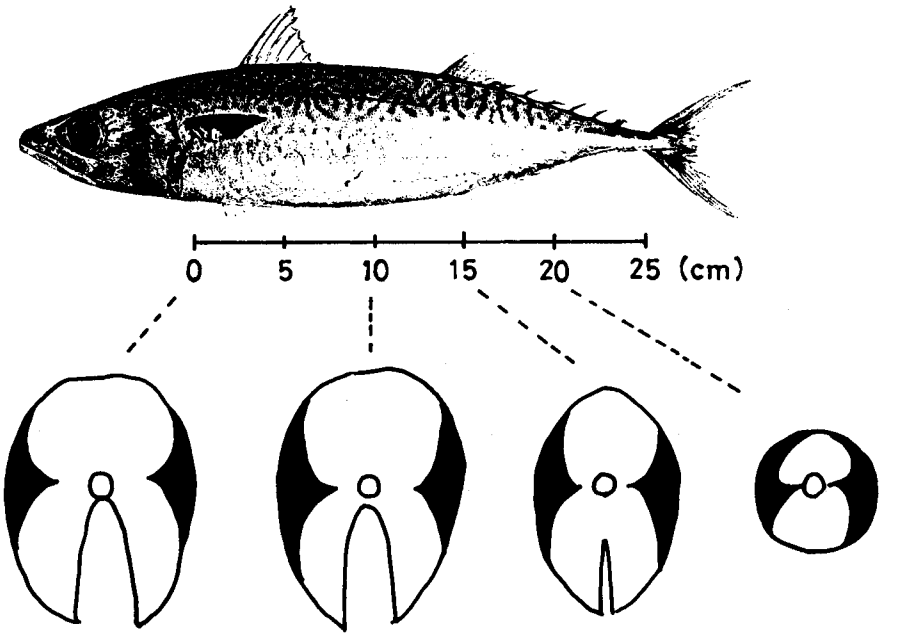

Fig. 1. Transverse section.
■ red muscle □ white muscle

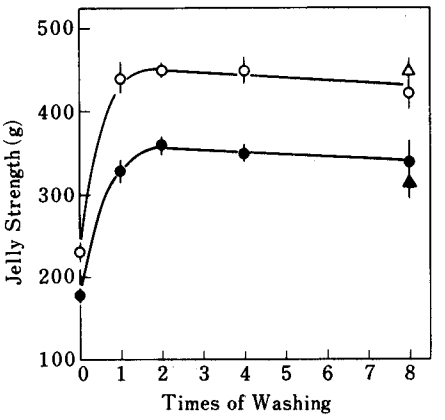

Fig. 2. Effect of washing on the gel forming ability of minced muscle of Pacific mackerel.
The minced tissue, excluding dark muscle, was repeatedly washed: first in a washing solution of 5 vol of 0.4% $NaHCO_3$ and 0.15% NaCl; subsequently in 3 vol of water. From 5 groups of minced tissue differing only in washing times, surimi was prepared. The surimi consisted of 76-77% moisture, 10-12% of protein, additives (4% sorbitol, 4% sucrose, 0.1-0.2% polyphosphate), and others (crude lipid, ash). The pH was adjusted to 6.9-7.3. Kamaboko (Ref. 12) was prepared by mixing the comminuted surimi with 3% salt and boiling in water at 90°C for 20 min (●, ▲), or in water at 35°C for 60 min and at 90°C for 20 min (○, △). The jelly strength (g) of kamaboko was evaluated using rheolometer (Ref. 13) and expressed as mean ± S.D. (n=6). (▲, △) First and second washing solution includes 1% Triton X-100.

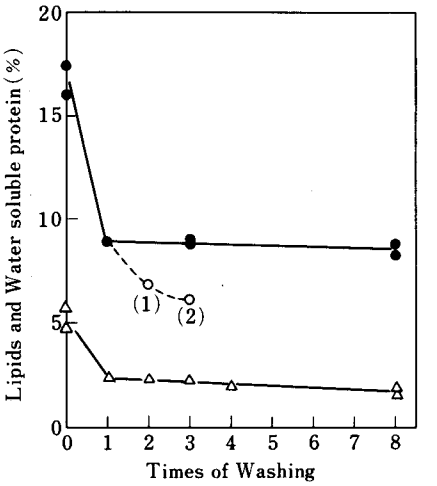

Fig. 3. Removal of the lipids and the water soluble protein from the minced tissue in the washing process.
As described in Fig. 2, the minced tissue was repeatedly washed. During the process, about 50 g of the tissue was taken out and dehydrated until the moisture content was about 77%. Lipid content (%) in the tissue was determined by a routine method (Ref. 6). The water soluble protein content (%) was determined according to the method of Hashimoto et al. (Ref. 37).
(●) Total lipid content
(○) Total lipid content when washing with 1% Triton X-100; (1) once, (2) twice
(△) Water soluble protein content

ないことが分かった。図3には，その晒し操作中の，水溶性タンパク質および粗脂肪量（肉中の残存量％で表示）の変化が示してあるが，この場合もやはり，1回目の晒しでは両者ともかなり除去されていたが，その後晒しを繰り返してもその効果は少なかった。トリトン液による晒しは，脂肪を除去するうえでいく分効果はあったものの，ゲル物性を改良するほどの効果はなかった。なお，肉のpHは，1回目の晒し以降，中性付近に（6.8-7.0）調整されていた。このことから，以後のすり身製造には，3回の水晒し操作（1回目はアルカリ晒しとする）を行うものとした。

血合肉混入の影響　サバすり身を大量生産する場合には，図2に示したように普通筋のみのすり身を作ることは難しく，血合筋が混入してくると考えられる。血合筋にはミオグロビンなどのヘム色素が多量に含まれており[28]，それは水晒しの工程で十分除去されなかったため，それが混入したカマボコの色調は黒ずみ商品価値は明らかに低下した。また，図4には，血合筋のすり身より作ったカマボコのゲル形成能を示したが，そのゼリー強度は明らかに普通筋のものより低く，約1/3の値を示すにすぎなかった。次に，両者を混合して（普通筋：血合筋＝5：1 W/W表2参照）カマボコを作った場合には，そのゼリー強度は普通筋のみのときの約70％程度に減少することがわかった。したがって，すり身のゲル形成能を高めるためには，血合筋は除去した方が好ましいと考えられる。この血合筋のゲル形成能が低い理由としては，そのすり身中に脂肪，水溶性タンパク質が多量に含まれることが指摘されているが[29]，この他にも，すり身中のゲル形成能を担うと

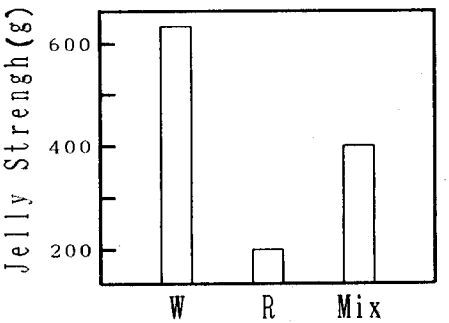

Fig. 4. A comparison of gel forming ability of surimi made from red and white muscle.
Surimi was prepared from red (R) and white (W) muscle of Pacific mackerel by the same method as that shown in Fig. 2, except that it was washed 3 times. Kamaboko was prepared from each kind of surimi and also from mixed surimi (R : W = 1 : 5 w/w); their gel strength was evaluated (Ref. 13).

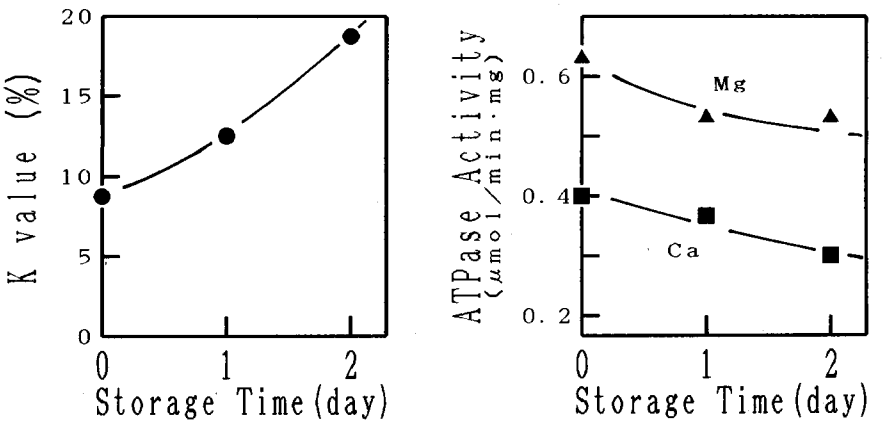

Fig. 5. Effect of storage on ice on some properties of mackerel muscle.
Myofibrils were prepared from the white muscle of fish stored for various periods of time on ice and the ATPase was measured under the following condition: Ca-ATPase; 5 mM $CaCl_2$, 25 mM Tris-maleate (pH 7.0), 50 mM KCl, and 1 mM ATP/Mg-ATPase; 1 mM $MgCl_2$, 0.25 mM $CaCl_2$, 25 mM Tris-maleate (pH 7.0), 50 mM KCl, and 1 mM ATP.
K value was measured by the method of Katoh et al. (Ref. 7).

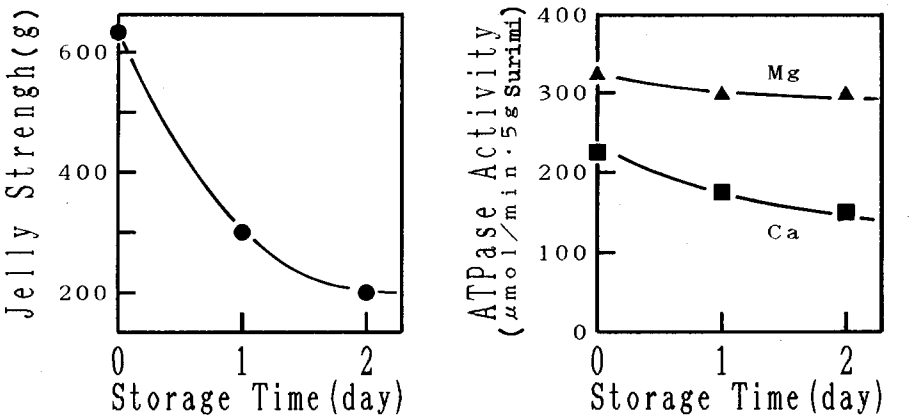

Fig. 6. Quality of surimi prepared from mackerel differing in storage times on ice.
Surimi was prepared from the materials as shown in Fig. 5. Gel forming ability and total ATPase activity was measured according to the method of Katoh et al. (Ref. 39) and that shown in Figs. 2 and 5.

される[30~32]ミオシン分子の相違[33,34]が原因として考えられる。例えば，図には示さないが，血合筋と普通筋のすり身から精製したミオシンの電気泳動図[38]を比較すると，両ミオシンの軽鎖は，それぞれ見かけ上，血合筋が2本，普通筋が3本と明らかに異なり，また，高イオン強度下の血合筋の筋原繊維 Ca-ATPase 活性は，普通筋の場合の約 1/2 程度の値しか示さなかった。

原料の氷冷保管とすり身の品質　図5には，サバをラウンドのまま氷蔵したときの普通肉の K 値および ATPase 比活性の変化を，また，図6には，その原料から製造したすり身のゲル形成能と ATPase 全活性の変化を示してある。この結果によると，氷蔵が進むにつれ，K 値（鮮度を示す指標）は徐々に上昇し，一方，ATPase 活性は徐々に減少する傾向を示した。これに対して，ゲル形

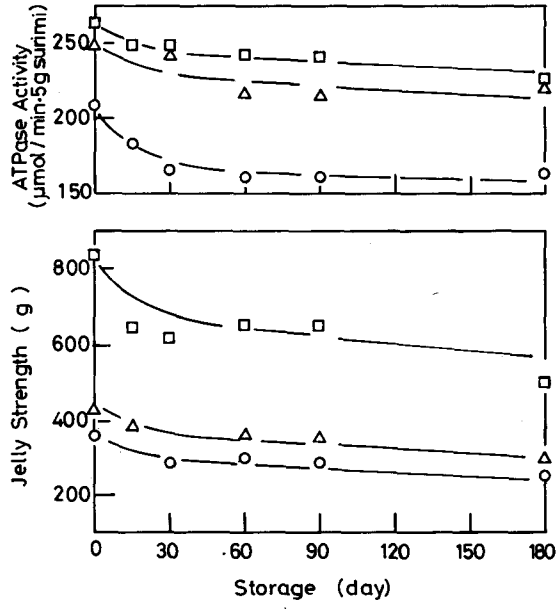

Fig. 7. A change of quality during storage of frozen surimi. For Pacific mackerel surimi stored at −30°C for various periods of time, the gel forming ability and the Mg-ATPase total activity were measured according to the method shown in Figs. 2, 5, and 6. Materials shown in Table are used for this experiment; (△) No. 2, (○) No. 3, (□) No. 4.

成能は激減する傾向を示しており，K 値が約 20% に達したサンプルでは (2 日氷蔵)，ゼリー強度は初めの (0 日目) 約 30% にまで減少していた。以前に検討した[35] スケトウダラやシログチの場合には，K 値が 40% を超えても，そのゲル形成能は依然として高かったが (折り曲げテスト[36] AA-A)，この点では明らかにサバは特異的であった。

なお，氷蔵中のさば肉質の pH は，5.7-5.8 の範囲にあったが，この条件下では，筋原繊維の変性は冷却してもきわめて速やかなため，このことがすり身の早い品質劣化に関係しているものと思われる[27]。

サバすり身の冷凍貯蔵 図 7 には，サバすり身を−30°C で冷凍貯蔵したときの品質の変化を示してある。この結果によると，すり身のゲル形成能および Mg-ATPase 全活性の値は，貯蔵に伴い徐々に減少していたが，6 カ月後に，それらの値は，それぞれもとの，55-70% および 70-85% に減少することがわかった。ただし，初めのゼリー強度が低いすり身では (ロット 2, 3) 一カ月を過ぎたときに，そのゲル化物はすでにツミレ状を呈しており (折り曲げテスト C-D)，一方，品質の良いすり身 (ロット 4) では 6 カ月後でもかなりしなやかなゲル (折り曲げテスト AA-A) を形成しているので，その点では明らかに異なっていた。

なお，すり身の水分 (72-74%)，pH (7.2-7.5)，および粗脂肪 (4-6%) の値は，貯蔵中ほぼ一定であった。また，脂質酸化の指標である POV (meq/kg)[6] の値は，貯蔵初期で 6-10 および 6 カ月後で 21-30 と大きな変動はなかった。

総 括 以上の結果をまとめると，サバ冷凍すり身の品質には，原料の鮮度，水晒し条件，血合肉の混入，および冷凍貯蔵期間などの要因が明らかに影響を及ぼすことがわかった。

すなわち，まず，水晒し操作については，漁獲後弱酸性 (pH 5.7-5.9) となった肉質の pH を中和し，肉中に含まれる脂肪，水溶性タンパク質などを除去するため，約 3 回の晒し (希アルカリ液による洗浄を 1 回含む) を行うと，ゲル形成能は最大に達することがわかった。この後，さらに晒し回数を増やしても，脂肪や水溶性タンパク質の除去効果は少なく，ゲル形成能の向上も見られなかった。

次に，血合肉混入の影響であるが，サバの場合は全筋肉中の約 1/6 は血合筋で，採肉機を使用してすり身を作ると，血合筋は明らかに混入してきた。そして，そのすり身より作ったカマボコは，普通筋のみの場合に比べて色調が黒ずみ，また，ゲル形成能は約 30% 低下していたので，血合筋は出来るだけ，除く方が好ましいと考えられた。

続いて，冷凍貯蔵中のすり身の品質変化であるが，サバ冷凍すり身は −30°C で約 6 カ月の間に，そのゲル形成能は約 30-40% 失われることが認められた。この結果は，スケトウダラ冷凍すり身の場合に比べ[40]，かなりその劣化の度合いが大きいことを示していたため，このことから，サバの冷凍すり身はできるだけ早いうちに使用することが好ましいように思われた。

最後に，原料の鮮度の問題であるが，この影響はきわめて大きく，ラウンドのまま氷蔵しておいても，サバ肉のゲル形成能は 2 日間でもとの約 30% にまで減少していた。図 6 の結果より，ゲル形成能の劣化速度を算出してみると[13]，その値は，0.60×10^{-5} (/s) となり，それは，スケトウダラすり身を約 15°C に保管した場合の変化に匹敵していた。また，そのサバ原料は，漁獲後 8-10 h 経過したものを用いているが，算出した劣化速度をもとに漁獲直後のサバ筋肉のゲル形成能を推測すると，その理論値はほぼ 1,000 g となり，スケトウダラ特級すり身の値に近づくことがわかった。

今回は，市販のサバ原料を用いて冷凍すり身の試作試験を行ってきたが，以上の結果を踏まえ，さらに鮮度の良いサバを用いて冷凍すり身の製造を行えば，かなり高品質の製品ができるものと期待される。

文　　献

1) 新水産ハンドブック (1985). 水産法規・水産経済，第 10 章 p. 601-644, 講談社，東京.
2) 藤井　豊 (1978). 多獲性赤身魚の利用加工技術の現状. 水産ねり技誌，**3**(12), 1-25.
3) 掛端甲一 (1979). サバ，イワシの冷凍と利用加工. 冷凍，**54**, 597-605.
4) 多獲性赤身魚の高度利用加工技術開発研究に関する総合報告書 (1982). 研究計画の概要. p. 7-23, 水産庁.
5) 図説：漁業白書 (1985). II. 水産物需要の動向. p. 34-41. 農林統計協会.
6) 食品科学実験 (1979). 食品化学実験. 第 4 章. (長谷川忠男編). p. 113-210. 他人書院. 東京.
7) 加藤　登・内山　均・宇田文昭 (1973). 改良連続濃度勾配カラムクロマトグラフィーによるイノシン，ヒポキサンチン，尿酸およびヌクレオチドの迅速定量法. 日水誌，**39**, 1039-1044.
8) 志水　寛 (1965). 晒し肉の製造方法. 特許公報，昭 40-21224.
9) T. Suzuki (1981). Fish and krill. Applied Sci. Pub. (London). p. 62-114.
10) 橋本昭彦・加藤　登 (1985). カマボコの足と品質管理— IV らい潰条件の検討. 北大水産彙報. **37**, 157-163.
11) 橋本昭彦・加藤　登 (1985). カマボコの足と品質管理— I 冷凍すり身の品質と解凍温度の影響. 北大水産彙報. **36**, 139-146.
12) 清水　亘 (1967). 水産ねり製品. カマボコの製造方法，第 4 章. p. 175-228. 光琳書院. 東京.
13) 橋本昭彦・加藤　登・野崎　恒・丸山　勉 (1983). 解凍したスケソウダラすり身の品質に及ぼす保管温度の影響. 日水誌. **49**, 1429-1436.
14) 佐藤文三 (1982). 多獲性赤身魚の高度利用技術開発研究に関する総合報告書. 赤身魚の魚種別・季節別・部位別脂肪含有量. p. 103-116, 水産庁.
15) 魚介類有効栄養成分利用技術研究成果の概要 (1985). 有効栄養成分利用のための基礎研究. p.

77-366, 水産庁.
16) 藤井　豊 (1978). 赤身魚類の加工特性. ニューフード・インダストリー. **20**(4), 8-13.
17) 橋本周久・渡部終五 (1981). 多獲性赤身魚の有効利用. 血合肉の特性. 第3章. 水産学シリーズ (35), p. 33-44, 恒星社厚生閣. 東京.
18) 徳永俊夫 (1981). 多獲性赤身魚の有効利用. 臭気, 第5章, 水産学シリーズ (35), p. 60-75, 恒星社厚生閣. 東京.
19) 岡田　稔 (1971). 魚肉の基本的性質と水産ねり製品. ジャパン・フードサイエンス. **5**, 42-47.
20) 西岡不二男 (1984). 魚肉ねり製品. 水晒し. 第5章. 水産学シリーズ (50), p. 62-73, 恒星社厚生閣. 東京.
21) 岡田　稔 (1963). カマボコの足に対する水晒しの影響. 日水誌. **30**, 255-261.
22) 橋本昭彦・加藤　登・野崎　恒・新井健一 (1985). サバ筋肉中のゲル形成能低下要因について. 同誌. **51**, 425-432.
23) 西岡不二男・町田　律・志水　寛 (1983). シイラ・ミオシンのカマボコ形成能. 同誌. **49**, 1233-1238.
24) 志水　寛・西岡不二男・町田　律・薛　照明 (1983). ミオシン加塩ゾルのゲル化特性. 同誌. **49**, 1239-1243.
25) 橋本昭彦・新井健一 (1978). 数種の魚類の筋原繊維 Ca-ATPase の安定性に及ぼす pH と温度の影響. 同誌. **44**, 1389-1393.
26) 橋本昭彦・新井健一 (1985). 各種魚類の筋原繊維 Ca-ATPase の変性速度に及ぼす pH と温度の影響. 同誌. **51**, 99-105.
27) 新井健一 (1981). 多獲性赤身魚の有効利用. 普通肉の特性. 第2章, 水産学シリーズ (35), p. 20-32, 恒星社厚生閣. 東京.
28) 山口勝巳・武田　登・小川克公・橋本周久 (1979). マサバおよびマイワシのミオグロビンの性状. 日水誌. **45**, 1335-1339.
29) 藤井　豊 (1984). 多獲性赤身魚の処理. 加工技術. 日食工誌. **31**, 131-139.
30) 赤羽孝之・千原　聡・吉田　豊・土屋隆英・野口　敏・大神弘司・松本重一郎 (1984). カマボコのゲル性状における成分タンパク質の役割. 日水誌. **50**, 1029-1033.
31) Samejima, K., Hashimoto, Y., Yasui, T. and Fukazawa, T. (1969). Heat gelling properties of myosin, actin, actomyosin and myosin-subunits in a saline model system. *J. Food Sci.* **34**, 242-245
32) 安井　勉 (1985). 筋肉タンパク質の加熱ゲル形成. ニューフード・インダストリー. **27**(5) 76-82, (6) 82-88, (7) 82-89, (8) 54-65.
33) Asghar, A., Morita, J., Samejima, K. and Yasui, T. (1984). Biochemical and functional characteristics of myosin from red and white muscle of chiken as influenced by nutritional stree. *Agri. Biol. Chem.*, **48**, 2217-2224.
34) 渡部終五・T.N. Dihn.・橋本周久 (1984). マサバ普通筋および血合筋ミオシン軽鎖の単離. 日水誌. **50**, 71-77.
35) 橋本昭彦 (1986). カマボコの足と品質管理. 水産ねり技誌. **11**(10) 1-9, (11) 10-16.
36) 全国冷凍魚肉協会技術研究所 (1971). 品質管理者認定講習会テキスト　p. 1-64.
37) 橋本周久・渡部終五・河野迪子・代　数樹 (1979). 二, 三赤身魚の筋肉タンパク質組成. 日水誌. **45**, 1435-1441.
38) Laemmli, U.K. and Fovre, M. (1973). Maturation of the head of bacteriophage T-4. 1. DNA packing events. *J. Mol. Biol.*, **80**, 575-599.
39) 加藤　登・野崎　恒・小松一宮・新井健一 (1979). スケトウダラ冷凍すり身の新品質判定法. 日水誌. **45**, 1027-1032.
40) O. Shaban・落合芳博・渡部終五・橋本周久 (1980). 冷凍すり身の貯蔵条件の検討. 同誌. **51**, 1853-1858.