HOKKAIDO UNIVERSITY

Title	カマボコの足とその品質管理－2：肉糊の品質変化に及ぼす保管条件の検討
Author(s)	橋本，昭彦；西本，真一郎；加藤，登
Citation	北海道大學水産學部研究彙報，36(4)，258-266
Issue Date	1985-12
Doc URL	https://hdl.handle.net/2115/23896
Type	departmental bulletin paper
File Information	36(4)_P258-266.pdf

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北大水産彙報
36(4), 258-266. 1985.

カマボコの足とその品質管理—2
肉糊の品質変化に及ぼす保管条件の検討

橋本昭彦*・西本真一郎*・加藤　登**

Quality Control of Gel-forming Ability in Manufacturing "Kamaboko"-2
A quality of salted meat paste and its deterioration during preservation

Akihiko HASHIMOTO*, Shin-ichiro NISHIMOTO*, and Noboru KATOH**

Abstract

It is well known from experience that a deterioration of the gel-forming ability in manufacturing kamaboko*** was caused by using such salted meat pastes**** that had been ground to higher temperatures, or that had been preserved for long time in a refrigerator.

In this respect, the present paper showed a comparison of the gel-forming ability among salted meat pastes ground to various temperatures and the effect of preservation time and temperature on their gel-forming ability. When kamaboko was prepared from the salted meat paste with a temperature above 15℃, its jelly strength was considerably decreased. In the preserving test, the gel-forming ability decreased owing to the duration of time stored, even when kept at 5℃. The gel-forming ability of the salted meat paste was also more susceptible to generate a loss of quality by a rise in temperature, compared to that of surimi*****.

In parallel with the deterioration of gel-forming ability of salted meat paste, the denaturation of myofibrillar Ca-ATPase activity in the meat paste continued, and the myosin heavy chain contents in myofibrils decreased.

These results showed that, in the process of manufacturing kamaboko from grinding to shaping and forming, the salted meat paste needed to chill well and to be handled rapidly so that the gel-forming ability and the biochemical properties of myofibrils might not be affected by increasing temperature during treatment.

前報では[1]，ねり製品を製造する場合に，一定のゲル強度の製品を供給するためには，冷凍すり身の品質が特に重要であることを示し，また，その解凍から塩摺りに至るまでの保管中においては，保管条件(温度と時間)を調整しなければ品質が低下することを報告した。

本研究は，ねり製品の製造工程における，塩摺りした肉糊の摺り上り温度の影響，肉糊を保管する時の貯蔵温度および時間の影響について詳しく検討した。また，前報と同様[1~3]，肉糊中に含

* 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.*)

*** kamaboko-Japanese style fish meat paste obtained by boiling the salted meat paste.

**** salted meat paste-fish meat sol obtained by grinding the surimi with 3% NaCl.

***** surimi-raw fish meat paste obtained by washing and dehydrating the minced tissue and grinding after the addition of sugar and polyphosphate.

まれている筋原繊維の生化学的性質を品質判定の1つの指標にとり入れ，ゲル形成能の変化との関連において検討を行った。

実 験 方 法

試料 スケトウダラ *Theragra chalcogramma* の冷凍すり身はSA級のものを用いたが，その水分量は76%，pHは7.2で，添加物として，ソルビトール4%，砂糖4%，リン酸塩0.2%がすでに加えられていた。シログチおよびティラピアの冷凍すり身は，きわめて鮮度の良い原料(K値[4] 8-12%)から，一般的方法に従って製造したものを用いたが[5,6]，その水分量，pH，および，添加物含量は，スケトウダラの場合と同じに調整した。

擂り上り温度の異なる肉糊の調製 冷凍すり身をHobart社製小型フードカッター(2 kg用)を用いて，温度が8℃，20℃，または，30℃の室で3%食塩とともにらい潰し，8～20分後に目的とする各種温度の肉糊を得た。その肉糊は，8℃の室に移し，30分後にケーシング詰め(折径48 mm)して，90℃で20分間加熱し，カマボコゲルを調製した。それらのゲル物性は，飯尾電機社製レオロメーターRMT-1300を用いて行い，1×12 mm幅の刃をもつクサビ型プランジャー(角度16°)を，ゲルの表面より11 mmまで進入させ，その時得られる荷重の変化の記録より算出した[2]。一般には，ゼリー強度(g)，すなわち，最初にゲルの破断が起きた時の荷重を，ゲル物性の指標として用いた。

肉糊の保管試験 すり身を20℃の室で，上記したように，7～10分間らい潰し，擂り上り温度が6～11℃の肉糊を調製した。次に，5°，10°，15°，または20℃の恒温槽に，その肉糊を0，2，6，12，および24時間貯蔵し，急冷後一度小型砕器(三洋電機株•SM-G 90型)で均質なペーストとし，小型アルミニウム製容器(3.8 cmϕ×1.5 cm)に詰め，35℃で60分間後に90℃で20分間加熱し，カマボコゲルを調製した[3]。

肉糊からの筋原繊維(Mf)懸濁液の調製とCaATPase全活性の定量 先ず，既に報じた方法に従って[3,7]，肉糊5 gより定量的にMf懸濁液(0.1 M KCl, 40 mM Borate buffer pH 7.0)を得た。Mfのタンパク質量は，Biuret法で比色定量し[8]，肉糊5 g中のMf全タンパク質量として表わした。Mf CaATPase活性(EC 3, 6, 1, 3)は，5 mM $CaCl_2$, 50 mM KCl, 25 mM Tris-maleate (pH 7.0)，および1 mM ATPの反応混液下で，25℃における生成無機リン酸を比色定量することにより測定し，肉糊5 g中の全活性(μmol Pi/min • 5 g of paste)として表わした[3]。

保管中の肉糊の筋原繊維タンパク質サブユニット組成 肉糊0.4 gを精秤し，1% SDS, 8 M尿素，1% 2-メルカプトエタノール，10 mMリン酸buffer (pH 7.2)の溶液15 mlに溶解し[9,10]，Weber and Osbornの方法に従って[11]，0.1% SDS, 5%ポリアクリルアミドゲルを用いて電気泳動を行った。ゲルはCoomassie brilliant blue-Rで染色を行った。次に，各サブユニットの染色強度比を調べるため，そのゲルを島津Dual-wavelength TLC Scanner CS-910にかけた。本研究では，ミオシン重鎖に相当するピークの面積とアクチンに相当するピークの面積の比を算出し，その比の変化を肉糊の保管前後で比較した。

カマボコ切片の調製 カマボコ試料を，およそ1×1×3 mmの直方体に切り取り，中性ホルマリンで24時間固定し，アルコール浸漬による脱水，キシロールによる脱アルコールを行った後，パラフィン包埋した[12,13]。続いて，ミクロトームを用いて，薄切を行い，1%の水性エオジンで染色して光学顕微鏡による観察を行った。

結果と考察

摺り上り温度の異なる肉糊のゲル形成能 一般に，高い温度に摺り上がった肉糊では，そのゲル形成能が劣化すると考えられている。そこで，異なる温度の室で塩摺りを行い，摺り上り温度が5～25℃ の肉糊を調製し，そのゲル形成能を調べ，Table 1 に示した。塩摺り時間は8～20分間で，ケーシング詰めは塩摺りが完了して正確に30分後から始め，約5分間で終了させた。この結果によると，摺り上り温度が5～15℃ までの範囲であれば，カマボコゲルのゼリー強度，凹み，および，ゲル強度は比較的高い値に保たれたが，20℃ となった場合は，それらはいずれも急激に低下した。また，この表中には示さないが，30℃ になった場合は，らい潰中にすでに坐り[14]が始まっており，肉糊のケーシング詰めが充分円滑に行えなかった。この結果から考えると，肉糊の摺り上り温度の上限は，スケトウダラの場合，20℃ が臨界温度であるように考えられる。しかしながら，この実験は小型のフードカッターを用いた小規模量の原料について行った結果であり，大型のサイレントカッターを用いた多量の場合は，すり身が摺り上るまでに要する時間は長くなり，その結果は Table 1 の結果と異なってくることが当然考えられる。そこで，次に，5～8℃ に摺り上げた肉糊を小分けして，異なる温度に保管し，ゲル形成能の劣化の度合を経時的に比べた。

肉糊を異なる温度で保管する時のゲル形成能の経時変化 スケトウダラの肉糊を5～20℃ の間の定温で24 h にわたって保管し，坐りによって付与されるゲル化の影響を除くために，再らい潰してからケーシングに詰めカマボコを調製した。そのゼリー強度の測定結果を Fig. 1 に示したが，また，その時に起こる肉糊中の筋原繊維 (Mf)の Ca-ATPase 全活性の変化についても測定し示した。その結果によると，肉糊のもつゲル形成能，および Mf Ca-ATPase は，保管温度が上昇すると明らかな影響を受け，例えば，20℃ となった肉糊は2 h 貯蔵後には，それらの値がもとの約30%までに激減していた。また，15℃ の肉糊は，その減少度は20℃ の場合に比べると少ないものの，それらは70～85% まで失なわれていた。この結果は，Table 1 で示した，ゲル形成能が劣化する臨界温度(20℃)と良く対応しており，ゲル化の劣化と Mf タンパク質の変性の関連を納得させるものであるが，15℃ でも肉糊の品質劣化は避けられないことが懸念されるため，肉糊の品質は10℃ 以下に保つことが好ましいように思われる。なお，5℃ のような低温でも，保管が1日に及ぶと肉糊のゲル形成能はもとの約50% となってしまうため，塩摺り後の肉糊はすみやかに次の処理に移すことが望ましい。

以上の結果は，その筋原繊維タンパク質の温度安定性が劣る寒帯性スケトウダラのすり身の特

Table 1. Gel-forming ability of the salted meat paste ground to various temperatures. Frozen surimi of Alaska pollack(special A grade) was crushed into pieces and chopped with 3% NaCl for 8-20 min at room temperatures of 8°, 20°, and 30℃, using a Hobart silent cutter. The salted meat pastes having various temperatures in the range of 5-25℃, thus obtained, were stuffed into casings after 30min, and cooked at 90℃ for 20min. The evaluation of the gel texture was performed by authors' method(Ref. 2).

Temperature of meat paste (℃)	Jelly strength (g)	Depth of depression (cm)	Gel strength (g・cm)
5	900	0.94	423
10	930	0.95	442
15	1080	1.02	551
20	760	0.51	194
25	450	0.39	88

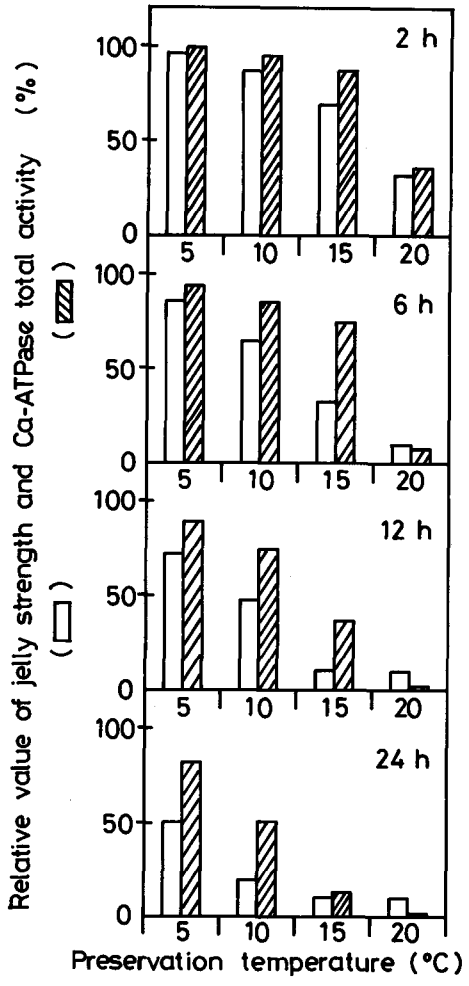

Fig. 1. Effect of preservation time and temperature on the quality of the salted meat paste of Alaska pollack.
The salted meat paste (5-8°C) was obtained by grinding the surimi with 3% NaCl for about 10 min and preserved at 5, 10, 15, 20 and 25°C for 2, 6, 12, and 24 h. After the presevation, the meat pastes were comminuted to make them homogeneous, stuffed into casings, and cooked at 35°C for 60 min, followed by 90°C for 20 min. The jelly strength of kamaboko was assessed using a rheolometer (Ref. 1 and 2). The myofibrils was quantitatively prepared from 5 g of the meat paste just before cooking and the myofibrillar Ca-ATPase total activity was estimated (Ref. 1 and 3). In this figure, jelly strength of meat paste and myofibrillar Ca-ATPase total activity were expressed as the relative values; the estimated values for 100% were 1820 ± 50 g and 112 ± 8 μmol Pi/min · 5 g of paste, respectively.

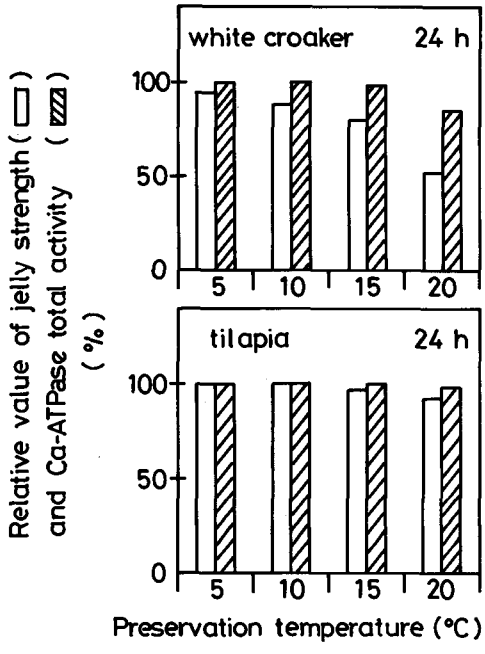

Fig. 2. Effect of preservation time and temperature on the quality of the salted meat paste of white croaker and tilapia.
The experimental method and condition were same as in Fig. 1 except that the salted meat paste was used from white croaker and tilapia and preservation time was fixed for 24 h.

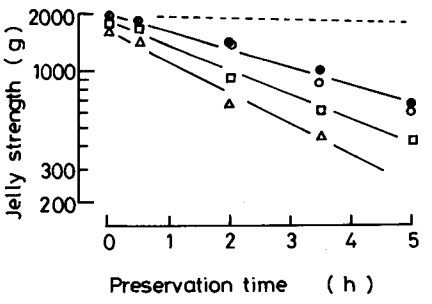

Fig. 3. Effect of amounts of NaCl added on the quality of the salted meat paste of Alaska pollack during preservation. The surimi was ground with 2, 3, 4, and 5% NaCl for 7-15 min and preserved at 15°C. At appropriate intervals, the meat paste was comminuted again and used for the preparation of kamaboko and the evaluation of jelly strength. Compared to the change of gel-forming ability for this salted meat paste, that for surimi (no salt added) was quoted from previous paper (Ref. 2). Amounts of NaCl added to the surimi were as follows; (●) 2%, (○) 3%, (□) 4%, (△) 5%, and (---) 0%.

徴であるように思われたので[15,16]，比較のために，同じ実験を温帯性のシログチおよび熱帯性のティラピアの肉糊で行った(Fig. 2)。この結果によると，シログチの肉糊では，20℃ で 24 h 保管後に，そのゲル形成能および Ca-ATPase はそれぞれ，もとの 50% および 85% までに低下し，一方，ティラピアではそれぞれ，もとの値(100%)を保持していたが，いずれの場合もその劣化の度合は，スケトウダラの場合に比べて，はるかに小さかった。したがって，Mf タンパク質の熱安定性の良い魚種の肉糊では，温度を低下させることによって，より長く保管することが可能であるように思われた。

異なる塩濃度の肉糊を保管する時のゲル形成能の変化　保管中に起こるスケトウダラ肉糊のゲル形成能の低下を，前報で述べた[1]保管中におけるすり身のゲル形成能の低下の場合と比較すると，肉糊の劣化の場合の方が，塩を含まないすり身の場合よりも明らかにその度合は大きく，例えば，10℃ で 24 h 保管した後には，すり身のゲル形成能は 70%，また，Mf Ca-ATPase 全活性は 90% を保持しているが，肉糊の場合には，それぞれ，20% および 50% しか保持していなかった。そこで，この点についてより明確にするため，食塩の添加量が，0, 2, 3, 4, および 5% の肉糊を調製し，比較的劣化が速い 15℃ に保管してそのゲル形成能の変化を比較し，結果を Fig. 3 に示した。この結果によると，ゲル形成能の低下速度は塩の添加量が多くなるにつれて大きくなり，例えば，2% と 5% の場合を比べると後者の速度は約 2 倍速く，また，無塩のすり身の場合に比べると，5% 添加の肉糊は約 20 倍も速やかなことを示した。なお，肉糊中の Mf Ca-ATPase 全活性の変化は測定を行っていないが，筋原繊維[17]およびミオシン B[18]中の塩濃度が増加すると，Mf タンパク質が変性を受け易くなることは良く知られた事実である。したがって，肉糊中の Mf タンパク質の変性も食塩添加により加速されて，そのゲル形成能に影響を及ぼすことが推定される。

保管した肉糊のゲル形成能に及ぼす再らい潰の影響　スケトウダラの肉糊を 15℃ に保管し，ゼリー強度の変化から坐りの進行を求め，また，その坐りゲルをいったん破壊してから加熱して作ったカマゴコのゼリー強度の変化との関係を 0～8 h にわたって検討し，結果を Fig. 4 に示した。比較として，保管後 (坐り後)，ただちに加熱して作ったカマボコのゼリー強度の結果も測定し同図に示した。この結果によると，明らかにスケトウダラの肉糊は，保管中に坐りが進行し，8 h 保管するとゼリー強度はもとの肉糊の約 4 倍となった。この坐ったゲルをすぐに加熱すると，得られたカマボコは 2,000 g 以上の弾力性のあるゲルを形成していたが，加熱前に再らい潰した場合は，カマボコのゼリー強度は約 500 g と，1/4 の値になってしまった。この値は，保管前の肉糊のゲル

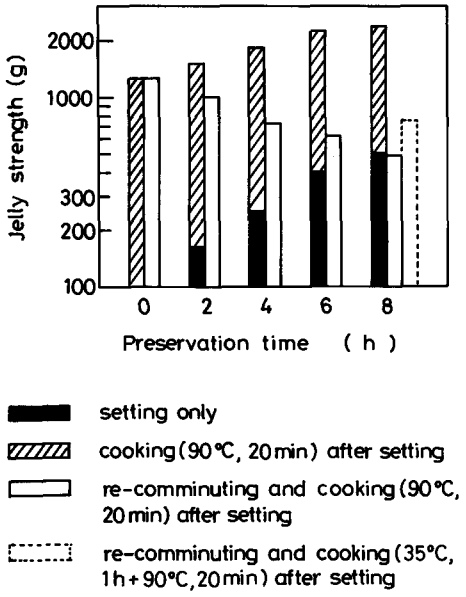

Fig. 4. Effect of the re-comminution for preserved salted meat paste on the gel-forming ability.
Salted meat paste (3% NaCl) of Alaska pollack was preserved at 15°C. At an interval of 2 h, a portion of it was taken out and cooked soon or cooked after comminuting it again. The jelly strength of kamaboko, thus obtained, was assessed using a rheolometer (Ref. 1 and 2). As a comparison, the evaluation of jelly strength for the raw meat paste during preservation was also made.

形成能の約40%に相当するが，坐った肉糊を再らい潰するとゲル形成能に悪影響を及ぼすことが認められた。なお，8 h保管した肉糊を再らい潰後加熱する時，35℃で60分間の坐りを行ってからカマボコを作ると，そのゲル形成能は坐りを行なわない時よりも上昇した(点線)。このことは，8 h後でも，Mfタンパク質中には未変性の部分がまだかなり残存していることを示唆するものである。

保管中における肉糊中のミオシン重鎖の量的変化　肉糊が坐りを起こす時，そのMfタンパク質中のミオシン重鎖が減少することは，よく知られている事実であるが[10]，Fig. 4に示した保管中の肉糊について，その一部をSDS-尿素液中に可溶化し，Mfタンパク質のサブユニット組成をしらべ，Fig. 5とした。また，同時に，その泳動ゲルをデンシトメーターで解析した結果も図示した。これによると，肉糊の保管が進むにつれて，Mfタンパク質中のミオシン重鎖(HC/A比)が減少し，それに伴って，ゲル中に浸入しない高分子量成分が生成することが示された。また，保管8 h後にらい潰したサンプルを，さらに35℃で60分間坐らせた場合は，最初の保管中と，後の坐りの2段階の過程においてミオシン重鎖の減少が観察された。以上の結果から，スケトウダラの肉糊は，15℃で保管中に，かなりの量のミオシン重鎖の重合が進行しているが，再らい潰を行うと，この重合反応に伴って形成された網目構造(ネットワーク)が破壊されるため，全体として肉糊のゲル形成能が劣化したものと思われる。また，このような肉糊では，初めの保管(坐り)後も，まだ，未反応のミオシンが残っているので，これが，後段の坐りにおけるミオシン重鎖の重合にかかわり，ゲル形成能を向上させたものと推定される。

保管中に坐った肉糊をらい潰して調製したカマボコの切片の写真像　Fig. 4に示した，8 h貯蔵した後の肉糊を再らい潰して調製したカマボコの切片写真を，Fig. 6 (B)に示した。また，図中(D)は，その肉糊の加熱に先立ち，坐りを行ったものである。また，比較として，保管することなく，ただちに肉糊より加熱して作ったカマボコ(A)，および坐りを行い加熱して作ったカマボコ(C)の切片の写真像も示した。この結果によると，保管しない肉糊から作ったカマゴコの表面はなめらかな状態であるが(A, C)，保管した後，再らい潰してから作ったカマボコは，いずれもたくさんの亀裂が生じ表面はなめらかさを失なっていた(B, D)。ただし，カマボコを作る際に，坐りを行っ

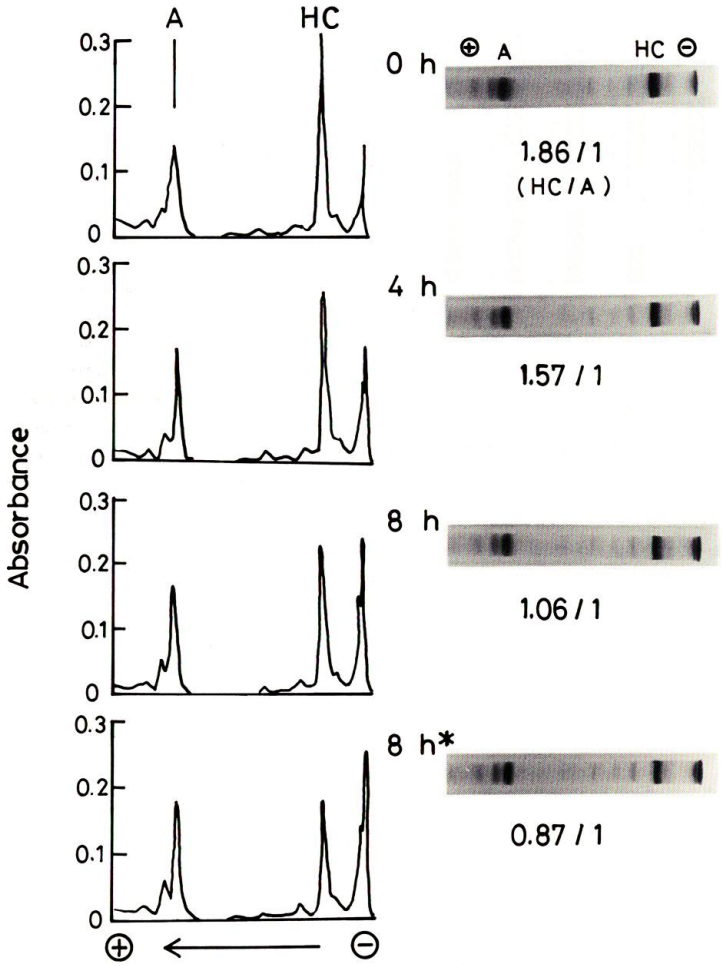

Fig. 5. SDS-polyacrylamide gel electrophoretograms of the salted meat paste during preservation and its densitograms.
A portion of the preserved salted meat paste of Alaska pollack, obtained in the experiment shown in Fig. 4, was dissolved in 1% SDS, 8M urea, 1% 2-mercapto-ethanol, and 10 mM phosphate buffer (pH 7.2). 15-20 μg protein was applied to SDS-polyacrylamide gel (5%) according to the method of Weber and Osborne (Ref. 10). Preservation time of salted meat paste at 15°C is entered on this figure. 8 h* is the sample that the preserved meat paste at 15°C for 8 h was comminuted and then preserved at 35°C for 1 h. Abbreviations used are ; HC = myosin heavy chain, A = actin, SDS = sodium dodecyl sulfate. Numerals below polyacrylamide gels in figure express the ratio of area under the peak of densitogram, corresponding to HC and A (HC/A).

た方は(D), いくぶんその表面はなめらかさを獲得していることを示した。

以上の実験結果から，塩摺りが終了した肉糊は，ねり製品の成型が完了するまでの間に，その肉糊の摺り上り温度が高かったり，保管温度が高い場合には，たとえそれが短時間であっても品

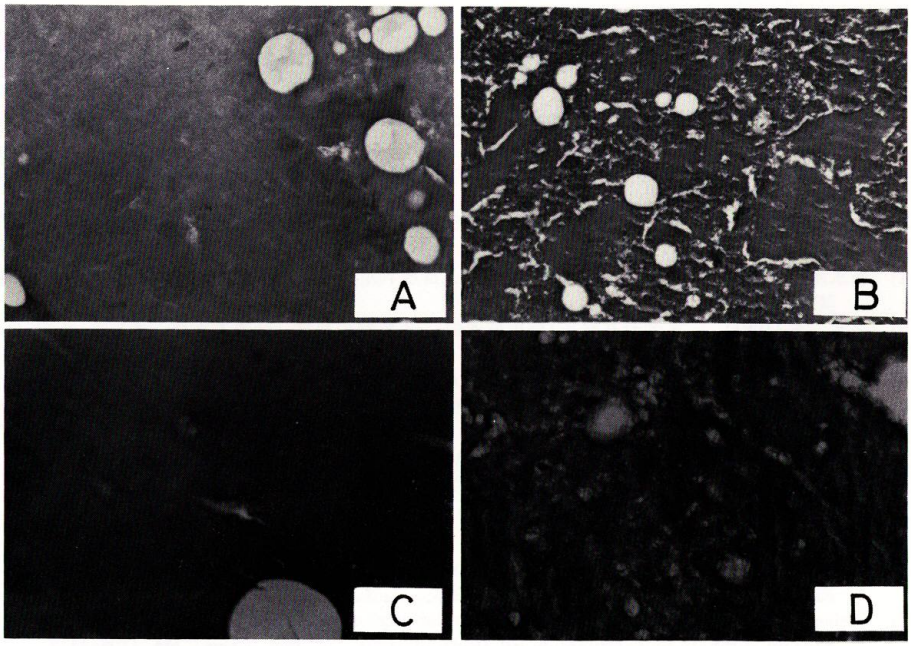

Fig. 6. Micrographs of tissue slice of kamaboko prepared from the re-comminuted salted meat paste after preservation.
Kamaboko samples obtained in the experiment shown in Fig. 4 were used in this study. Bar＝0.1 mm
(A) fresh meat paste was cooked at 90°C for 20 min.
(B) preserved meat paste at 15°C for 8 h was comminuted again and cooked same as A
(C) fresh meat paste was cooked at 35°C for 1 h, followed by 90°C for 20 min
(D) preserved meat paste at 15°C for 8 h was comminuted again and cooked same as C

質の劣化を受けることが明らかになった。言いかえると，肉糊は添加された塩の影響を受けそのMfタンパク質の変性が速まるが，それと同時に，坐りの進行も速まり，そのような肉糊を成型操作に移して再らい潰すると，加熱して得られるカマボコゲルは触感上なめらなさを失ない，特性的にはもろいゲルになってしまうことが予期される。

また，保管した(坐った)肉糊中のMfタンパク質は，熱変性を受け，MfのCa-ATPase活性や溶解性[3]はかなり減少し，特に，SDSゲル電気泳動図の観察で示されるミオシン重鎖の減少は顕著であった。したがって，このことから，塩摺りから成型が完了するまでの工程中においては，肉糊中のMfタンパク質の各種生化学的性質の変化をできる限りおさえるように管理し，次の坐り工程中で，例えば，ミオシン重鎖の重合反応[10]が充分に行われるようにすることが必要である。そのためには，肉糊の製造，保管，および成型に係わる全ての工程中において，肉糊中の品温と処理時間の管理を厳密に行うことが，一定の優れた品質のねり製品を供給する上で重要と思われる。

おわりに，論文の御校閲を賜わった，本学部の新井健一博士に対して深く感謝致します。

文　　献

1) 橋本昭彦・加藤　登 (1985). カマボコの足とその品質管理-1　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.
2) 橋本昭彦・加藤　登・野崎　恒・丸山　勉 (1983). 解凍したスケトウダラすり身の品質に及ぼす温度の影響. 日水誌, **49**, 1429-1436.
3) 橋本昭彦・加藤　登・野崎　恒・新井健一 (1985). 塩ずりした魚肉の品質に及ぼす保管温度の影響. 同誌, **51**, 847-853.
4) 新水産ハンドブック (1985). 魚肉の死後変化, 鮮度判定, 第6章(橋本周久他編), p. 487-490. 講談社, 東京.
5) 志水　寛 (1981). 水産ねり製品 (岡田稔他編), 主原料の科学, 冷凍すり身, 第1章, p. 66-80. 恒星社厚生閣, 東京.
6) Tanikawa, E. (1971). *Marine Products in Japan*. p. 340-372, Koseisha-Koseikaku, Tokyo.
7) 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一新品質判定法. 日水誌, **45**, 1027-1032.
8) Gornall, A.G., Bardawill, C.S., and David, M.M. (1949). Determination of serum proteins by means of the biuret reaction. *J. biol. Chem.*, **177**, 751-766.
9) 関　伸夫 (1976). 筋原繊維蛋白質のSDSポリアクリルアミドゲル電気泳動による魚種の判定について. 日水誌, **42**, 1169-1176.
10) 沼倉忠弘・関　伸夫・木村郁夫・豊田恭平・藤田孝夫・高間浩蔵・新井健一 (1985). 坐りによる肉糊のゲル形成能とミオシンの交差結合反応. 日水誌, **51**, 1559-1565.
11) Weber, K. and Osborn, M. (1969). The reliability of molecuar weight determinations by dodecyl sulphate-polyacrylamide gel electrophoresis. *J. biol. Chem.*, **244**, 4406-4412.
12) 田中克己・浜　清 (1977). 顕微鏡標本の作り方, p 47-91, p 135-161, 裳華房, 東京.
13) 市川　収 (1967). 食品組織学—組織化学的食品構造論—, p 131-158, 光生館, 東京.
14) 加藤　登・橋本昭彦・野崎　恒・新井健一 (1984). スケトウダラ, シログチおよびティラピアの肉糊の坐り速度に及ぼす温度の影響. 日水誌, **50**, 2103-2108.
15) 橋本昭彦・小林章良・新井健一 (1982). 魚類筋原繊維 Ca-ATPase 活性の温度安定性と環境適応. 同誌, **48**, 671-684.
16) Hashimoto, A. and Arai, K. (1984). Temperature dependence of Mg-ATPase activity and its Ca-sensitivity of fish myofibrils. *Bull. Japan. Soc. Sci. Fish.*, **50**, 853-864.
17) 若目田篤・野澤誠子・新井健一 (1983). 魚類筋原繊維 Ca-ATPase の加熱変性に及ぼす中性塩の影響. 日水誌, **49**, 237-243.
18) 若目田篤・新井健一 (1984). 高濃度の塩存在下におけるコイのミオシンBの変性機構, 同誌, **50**, 635-643.