HOKKAIDO UNIVERSITY

| | |
|---|---|
| Title | カマボコの足とその品質管理ーⅣ．：らい潰条件の検討 |
| Author(s) | 橋本，昭彦; HASHIMOTO, Akihiko; 加藤，登 他 |
| Citation | 北海道大學水産學部研究彙報，37(2)，157-163 |
| Issue Date | 1986-05 |
| Doc URL | https://hdl.handle.net/2115/23917 |
| Type | departmental bulletin paper |
| File Information | 37(2)_P157-163.pdf |

Hokkaido University Collection of Scholarly and Academic Papers : HUSCAP

北 大 水 産 彙 報
37(2), 157-163. 1986.

# カマボコの足とその品質管理—IV. らい潰条件の検討

橋 本 昭 彦*・加 藤 登**

# Quality Contorol of Gel-forming Ability in the Manufacturing of "Kamaboko"—IV, Changes in gel-forming ability during the grinding process

Akihiko HASHIMOTO*, and Noboru KATOH**

## Abstract

Changes in temperature, viscosity, solubility in KCl, ATPase activity, and gel-forming ability for comminuted mixtures of fish muscle (surimi***) and 3% NaCl were measured during the grinding process.

With prolonged procedure time, the gel-forming ability gradually increased, attained its maximum and then decreased. This change corresponded to that of viscosity and solubility, whereas ATPase activity changed little during grinding and only about 10% was lost at the end of the grinding process.

The comminution of surimi was also carried out using different types of grinders. Changes of various properties for salted meat paste ground in all grinders were similar except that the changes occurred at different times during the process.

When gel-forming ability attained its maxmum, the salted meat paste had a temperature of 5-13°C and a solubility of >65%.

These results showed that in order to extract the myofibrillar protein well from surimi during the grinding process by comminuting with salt, and, to insure excellent quality of kamaboko****, strict temperature control and checks on various properties of salted meat paste are needed during grinding.

塩摺り工程は，ねり製品を製造する上で，長年の経験と知識が要求されるもっとも重要なプロセスの一つであるが，この工程に関する充分な基礎的研究はこれまであまり見られない[1-3]。この原因としては，魚肉タンパク質に特有のきわめて迅速な変化に起因しているものと思われる。すなわち，魚類の筋原繊維は，塩[4-6]，温度[7-9]，リン酸塩[10]，および酸性 pH[11,12] などの影響を受けて簡単に構造変化を起こしてしまうため，ゲル形成能の結果も含め，一定のデーターを蓄積することが難しかったと考えられる。

* 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 the comminuted mixtures of salt and surimi.*

そこで，本研究では，すり身を塩摺りする時のゲル形成能および筋原繊維の性質の変化について検討し，品質管理上有用なデーターを得ることを目的とした。

## 実 験 方 法

**試料** スケトウダラ *Theragra chalcogramma* の冷凍すり身は特級のものを用いた。水分量は76%, pH は 7.2, また，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。

**各種らい潰機による塩摺り** サイレントカッターは Hobart 社製の小型フードカッター (2 kg 用) を用いた。うす型のらい潰機は柳屋鉄工製のステンレスバチ (5 kg 用) を用いた。高速カッターは，ステファン社製のカッター (5 kg 用) を用いた。それぞれに所用量の 8 割の解凍したすり身を入れ，−1°C まで空摺り後，3% 食塩を加えてらい潰した。

**カマボコの調製とゲル物性の測定** らい潰中の肉糊より，50 g をサンプリングし，折径 48 mm のケーシングに詰め，90°C で 20 分間加熱しカマボコを得た。次に，その試料を 13 mm の厚さに切り，飯尾電機社製レオロメーターRMT-1300 を用いて，以前に示したように，物性の測定を行なった[13]。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)，その時のプランジャーの進入距離を凹み (cm) とし，また，ゼリー強度×凹み÷2 (g・cm) をゲル強度として算出した。

**肉糊の付着性の測定** らい潰中の肉糊の一部を取り出し，直径 6 cm, 高さ 2 cm の円筒容器に詰めた後，先に示したレオロメーターを用いて，付着性の測定を行なった。すなわち，その値は，円柱プランジャー (直径 3 cm, 高さ 0.8 cm) を試料の表面より 3 mm 進入させた後，引き上げる時にかかる荷重 (g) の値として算出される。本実験では，塩摺り開始直後の値を 1 として，相対値で表した。

**肉糊の粘度の測定** らい潰中の肉糊 10 g を精秤し，40 ml の 40 mM Borate buffer (pH 7.0) を加えて，1 分間ホモジナイズした。続いて，全容量を測定し，結晶の NaCl を 0.5 M となるように加えて 60 分間氷蔵後，回転粘度計 (東京計器社製，BL 型粘度計) を用い，2-3°C で粘度 $\eta$ app (cp) を測定した[14]。

**肉糊からの筋原繊維 (Mf) 懸濁液の調製と ATPase 全活性および溶解性の測定** 既に報じた方法に従って[15]，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[16]，肉糊 5 g 中の Mf 全タンパク質量として表した。Ca-ATPase 活性 (EC 3, 6, 1, 3) は，5 mM $CaCl_2$, 50 mM KCl, 25 mM Tris-maleate (pH 7.0), 1 mM ATP, また，Mg-ATPase 活性は，1 mM $MgCl_2$, 0.25 mM $CaCl_2$, 50 mM KCl, 25 mM Tris-maleate (pH 7.0), 1 mM ATP の反応混液下で，25°C 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 ($\mu$mol Pi/min•5 g of paste) として表した。溶解性は，6 mg/ml の Mf 懸濁液へ等量の 1 M KCl, 40 mM Borate buffer (pH 7.0) を加え，60 分間氷蔵後，7000 rpm で 15 分間遠心分離して測定した。すなわち，上清に得られたタンパク質量を遠心前の全タンパク質量で割って溶解性 (%) とした。

## 結 果 と 考 察

**各種らい潰機で塩摺りした時のゲル形成能の変化** Fig. 1 には，現在広く利用されているらい潰機の代表的なものを選んで，それらで塩摺りを行なった時の結果が示してある。それによると，高速カッターを用いた場合にはごく短時間 (5 分以内) のうちに品温が 20°C を越え，それに伴って，ゲル形成能は急激に上昇していたが，さらに操作を続けると肉糊はらい潰中に坐りを起こし

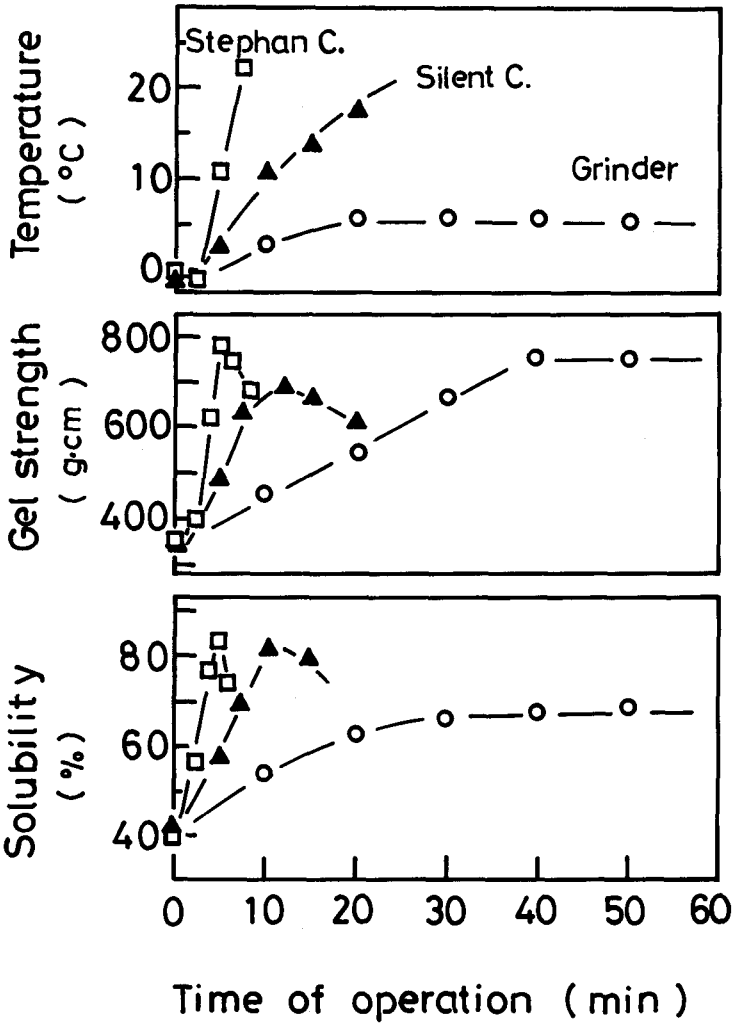


Fig. 1. Comminution of surimi with salt by using 3 different meat grinders. Frozen surimi of Alaska pollack was thawed and ground until a temperature of −1°C was attained, using a silent cutter, Stephan cutter, and a grinder; 3% salt was then added and comminuted for 0-60 min. During the procedure, 50 g of salted meat paste were taken out, and their temperature, gel-forming ability, and solubility in 0.5 M KCl were meatured (Refs. 13 and 14).

初め，ゲル形成能は大きく低下した。また，サイレントカッターを用いた場合には，現象的には高速カッターの時と似た傾向が得られたが，その変化は，0-20 分にわたって観察され全体に遅くなった。一方，バチを用いた場合にはその変化はさらに遅くなり，ゲル強度の最大値は 40-70 分後にならないと得られなかった。次に，らい潰中の肉糊の性質を調べるため，溶解性の変化をそれぞれの機種ごとに検討したところ，その結果はゲル形成能の変化とよく対応していることがわかった。なお，図には示さないが，溶出した画分の SDS ポリアクリルアミドゲル電気泳動図[18] はスケトウダラ筋原繊維のタンパク質組成に一致していた。また，この結果は，小型らい潰機 (2-5

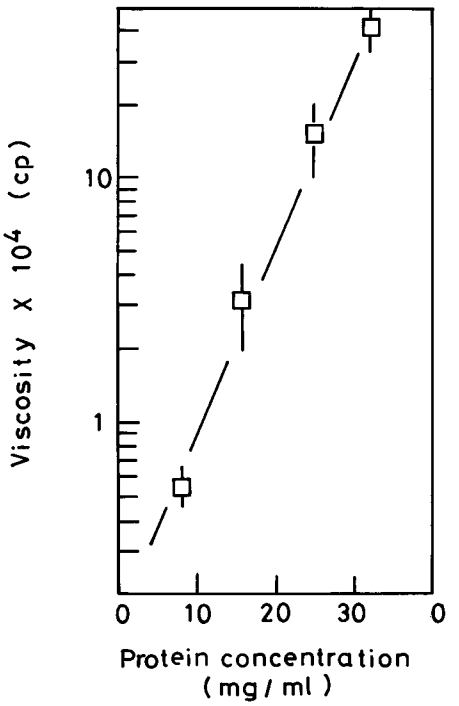


Fig. 2. Effect of protein concentration of myofibrils on viscosity. Meat paste comminuted for 10 min by the silent cutter (see Fig. 1) was homogenized for 1 min with 40 mM Borate buffer (pH 7.0). To the myofibrillar suspension (0-40 mg/ml), 0.5 M NaCl was added. After 60 min at 2°C, viscosity was measured using a rotational viscometer at 1 (/s) of share rate.

kg 用) を用いて 23°C の室で行なったものであり，らい潰機の大きさや気温が変化すれば当然各種性質の変化は異なってくるものと推定されるが，肉糊の品温が 5-12°C 付近および溶解性が 65% 以上に達した時に高いゲル強度のカマボコが得られる点では共通しているように思われた。

**らい潰中の肉糊の粘度測定** 塩摺り工程の管理指標として溶解性が有効であることをすでに示したが，現場的に使用できる方法として，肉糊の粘度の測定を試みた。Fig. 2 には，肉糊のタンパク濃度と粘度の関係が示してあるが，その結果によると，粘度の対数値とタンパク濃度 (10-35 mg/ml) の間には直線関係が得られることがわかった。ただし，本研究に用いた粘度計では 10 mg/ml 以下および 35 mg/ml 以上のタンパク濃度については正確が得られなかったため，以後の実験では，20-25 mg/ml の範囲で粘度測定を行なった。

次に，らい潰中に得られた肉糊の粘度を測定し，その結果を，Fig. 3 (左図) に示した。肉糊試料は，Fig. 1 に示したサイレントカッターで，0 分 (塩添加前)，3 分 (塩摺り初期)，7 分 (塩摺り中期)，および，22 分 (塩摺り後期) らい潰したものを用いた。まず，全ての試料について，みかけの粘度 ($\eta_{app}$) の対数値とずり速度 (D) の対数値との間には直線関係が認められたため，ニュートン指数 (n) およびニュートン係数 ($\mu$) を算出し Table 1 に

Table 1. Viscosity of salted meat paste.
Newton's index number (n) and coefficient ($\mu$) were calculated from the following equation:

$$\log \eta = \log \mu + (n-1) \cdot \log D$$

where $\eta$ was apparent viscosity and D was share rate; values which were obtained from plots in Fig. 3.

| Time of grinding (min) | Newton's index number (n) | Newton's coefficient ($\mu$) |
|---|---|---|
| 0 | 0.578 | 23200 |
| 3 | 0.328 | 37000 |
| 7 | 0.326 | 53000 |
| 18 | 0.317 | 31000 |
| 24 | 0.509 | 2700 |
| 75% sucrose | 1.000 | 2800 |
| 5% starch | 0.387 | 2200 |

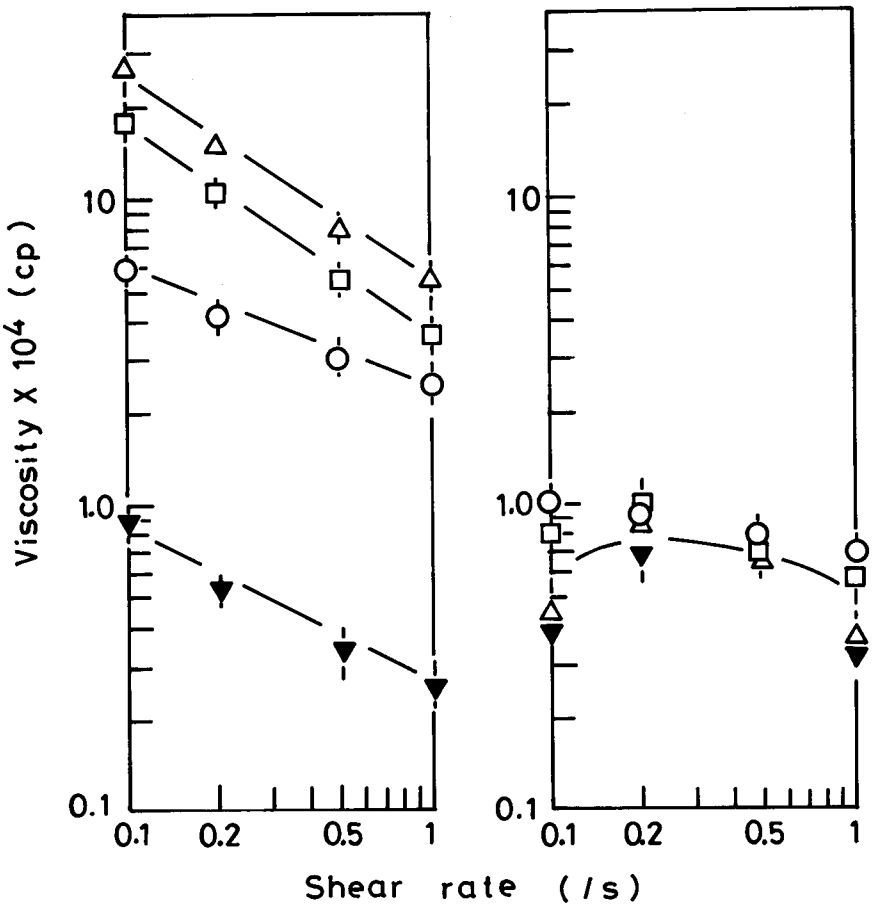


Fig. 3. Measurement of viscosity for salted meat paste during grinding. The comminuted meat paste at 0 min (○), 3 min (□), 7 min (△) and 24 min (▼) by silent cutter were used in this study. Viscosity was measured by the same method as shown in Fig. 2 except that protein concentration was 20 mg/ml and share rate was 0.1-1.0 (/s).

比較した[19]。その結果によると，らい潰中に，n の値は 0.32-0.57 と比較的一定であったが，$\mu$ の値は徐々に増加し，塩摺り中期で最大に達していた。一方，塩摺りが後期になると，$\mu$ の値は急激に低下し塩添加前の約 1/10 となってしまった。なお，比較として行なったショ糖およびデンプン糊のニュートン指数は，それぞれ，1.00 および 0.387 で，前者はニュートン性，後者は非ニュートン性を示していたが[20]，肉糊の場合は明らかに後者の性質を示すことがわかった。一般には，n が 1 より小さいものほど物質の凝集構造は弱く，ずり速度の上昇に伴い，みかけの粘度の上昇幅は大きいことが知られている[19]。続いて，同じ肉糊試料の粘度を ATP 共存下で測定し，結果を Fig. 3 (右図) に示した。この場合はいずれも不規則な曲線を示していたが，$\eta_{app}$ の値は ATP を加えない場合よりも全体に大きく低下しており，その減少度合は塩摺り中期の試料で最も大きかった。

以上の結果と Fig. 1 で得られた溶解性の結果を合わせて考えると，らい潰工程中では，すり身からミオシン B が徐々に溶出し，続いて最大に達した後，それらは何らかの変化を受けて粘度や

Table 2. Changes in properties of comminuted pastes during grinding by silent cutter.

| Time of grinding (min) | Temperature (℃) | Gel-forming ability (g・cm) | Cohesiveness (%) | Viscosity (cp) | Solubility (%) | Ca-ATPase activity (μmol/min, 5g paste) | Mg-ATPase activity (μmol/min, 5g paste) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 0 | −1 | 80 | 100 | 22000 | 37 | 111 | 408 |
| 3 | −2 | 550 | 115 | 30000 | 54 | 120 | 432 |
| 7 | 6 | 660 | 155 | 52000 | 87 | 126 | 480 |
| 18 | 16 | 500 | 140 | 35000 | 63 | 117 | 430 |
| 24 | 21 | 340 | 121 | 2600 | 40 | 104 | 350 |

溶解性を失っていくものと推定された。Fig. 1 で，温度を 10°C 以下に保ったらい潰機ではそれら性質の消失が見られないことから，この変化はミオシン B の熱変性による可能性が大きいものと考えられた。

**総括** サイレントカッターを用いて再度塩摺りを行ない，その時の肉糊の示す各種性質の変化を測定し結果を Table 2 にまとめた。ここでは以前に示した性質以外に，肉糊の付着性および ATPase 全活性についても検討した。その結果によると，高いゲル強度が得られたときの肉糊の品温は 5-12°C を示し，付着性，粘度，および溶解性は最も高くなっており，ATPase の失活はまったく起こっていないことが認められた。品質の管理指標としては，現場的には，品温あるいは付着性が簡便的な方法で，より精度を高める場合には粘度測定が良いと思われた。今回使用した回転粘度計はトルクが弱いため約 40 mg/ml のタンパク質までしか測定できなかったが，より強いものを使用すれば迅速に測定できる可能性が考えられた。

以上の結果より，一定の優れた品質のカマボコを製造するには，各種らい潰機ごとに塩摺りの時間と肉糊の品温管理を充分に行なうことが必要で，塩摺り中には筋原繊維の粘度および溶解性が大きく変化するので，これらの性質が工程管理上の有効な指標として利用できる可能性が示唆された。

おわりに，論文の御校閲を賜った，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) 清水　亘 (1967). 水産ねり製品，魚肉蛋白の溶解性，第 2 章，p. 63-64. 光琳書院，東京.
2) 岡田　稔 (1981). 新版魚肉ねり製品 (岡田稔他編). 製造の理論と実際，第 3 章，p. 169-223,恒星社厚生閣，東京.
3) 志水　寛 (1985). 新水産ハンドブック，ねり製品，第 9 章，p. 552-554，講談社，東京.
4) 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，日水誌，**50**, 635-643.
5) 若目田篤・新井健一 (1985). 魚類ミオシン B より中性塩の存在下で解離するアクチンの定量. 日水誌，**51**, 497-502.
6) 橋本昭彦・西本真一郎・加藤　登 (1985). カマボコの足と品質管理-II　肉糊の品質変化に及ぼす保管条件の検討. 北大水産彙報，**36**, 258-266.
7) 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.
8) 橋本昭彦・加藤　登 (1985). カマボコの足と品質管理-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.
9) 橋本昭彦・西本真一郎・加藤　登 (1986). カマボコの足と品質管理-III　品質に及ぼす坐り加熱

の温度，時間，および方法の影響．同誌，**37**, 85-94.
10) 八木　浩・若目田篤・新井健一 (1985). 高イオン強度下におけるコイ筋原繊維たんぱく質の熱変性に及ぼす重合リン酸塩の影響．日水誌，**51**, 1899-1905.
11) 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.
12) 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．同誌，**51**, 425-432.
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．同誌，**49**, 1429-1436.
14) 加藤　登・橋本昭彦・野崎　恒・丸山　勉・新井健一 (1986). スケトウダラおよびティラピアの肉糊の坐り中に起こる筋原繊維タンパク質の変化．同誌，(印刷中).
15) 橋本昭彦・加藤　登・野崎　恒・新井健一 (1985). 塩摺りした魚肉の品質に及ぼす保管温度の影響．同誌，**51**, 847-853.
16) 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.
17) 高橋泰常 (1962). 生化学の領域における光電比色法．各論 2 (関根隆光他編) p. 13-14. 南江堂．東京．
18) Weber, K., and Osborn, M. (1969). The reliability of molcular weight determinations by dodecyl sulphate polyacrylamide gel electrophoresis. *J. biol. chem.*, **244**, 4406-4412.
19) 川崎種一 (1981). 流動食品の粘度データ．ニューフードインダストリー，**23**, 84-86.
20) 沖　増哲・金谷昭子 (1971). 食品高分子化学．高分子溶液の性質 (粘性)，第 4 章，p. 60-68, 医歯薬出版㈱，東京．