

水晒魚肉の加塩ホモジネートのゾル粘度および ゲル強度とかまぼこ形成能との関係

御木英昌, 西元諄一, 太田冬雄

Relationship of Viscosity and Gel-Strength of Salted Homogenates of Rinsed Fish-Muscles to its Kamaboko Forming Capacity*¹

Hidemasa Miki*², Jun-ichi Nishimoto*², and Fuyuo Ohta*³

Keywords: Fish muscle, homogenate, viscosity, gel strength

Abstract

In order to simplify the measurement of Kamaboko forming capacity of fish muscle, the relationship of jelly strength (JS) of Kamaboko gel (KG) to viscosity of homogenate sol (HS) and to JS of heat induced homogenate-gel (HG) prepared from rinsed fish-muscle with the use of a blender was investigated.

The results may be summarized as follows: (1) Coefficients of correlation (r) between viscosities of HS and JS values of KG were very high ($r = 0.86 \sim 0.99$). Different regression equations were obtained for various fish species. (2) The coefficient of correlation between JS values of HG and KG was very high ($r = 0.97$) as a natural result. However, a single regression line was obtained through all fish species of samples. (3) Deviations in the viscosity values of HS and JS of HG were lower than that of KG. Accordingly, such properties of HS and HG will be useful to simplify the determination of Kamaboko forming capacity of rinsed fish-muscles.

魚肉のかまぼこ形成能を調べる場合、かまぼこまたはそれに準ずる加熱ゲルを調製し、そのゼリー強度から直接評価する方法が一般的である¹⁾。しかし、この方法では試料調製にかなりの量の魚肉を要し、操作も煩雑で、測定値もばらつく。そこで、著者らは泡立防止ブレンダーを用いて、少量の水晒魚肉から加塩ホモジネートとその加熱ゲルを調製した。そして、

*¹ 本論文の一部は、昭和54年度日本水産学会春季大会（東京）で口頭発表した。

*² 鹿児島大学水産学部食糧保蔵学講座（Laboratory of Food Preservation Science, Faculty of Fisheries, Kagoshima University, 50-20 Shimoarata 4, Kagoshima, 890 Japan）

*³ 鹿児島大学名誉教授（Professor Emeritus of Kagoshima University, 18-15 Nishisakamoto, Kagoshima, 892 Japan）

播潰して調製したかまぼこゲルのゼリー強度と加塩ホモジネートの粘度および加熱ホモジネートゲルのゼリー強度を測定し、これらホモジネート試料の物性値からかまぼこ形成能を検討した。

実験方法

試料

種子島沖で漁獲されたホソトビ (*Cypselurus opisthopus*) の鮮魚およびアヤトビウオ (*Cypselurus poecilopterus*) の凍結魚、鹿児島中央市場より購入したマサバ (*Scomber japonicus*) とバショウカジキ (*Istiopporus platypterus*) の鮮魚、さらに南大東島付近で漁獲されたヨシキリザメ (*Prionace glauca*) と、さらに沖縄近海の中層 (水深 200-400m) で漁獲されたホシザメ (*Musterus manazo*)、ツマリツノザメ (*Squalus brevirostris*)、およびナヌカザメ (*Cephaloscyllium umbratile*) 等の鮮度良好な凍結魚を試料魚とした。対照試料としてスケトウダラ (*Theragra chalcogrammus*) の冷凍すり身 (SA 級) の市販品を用いた。

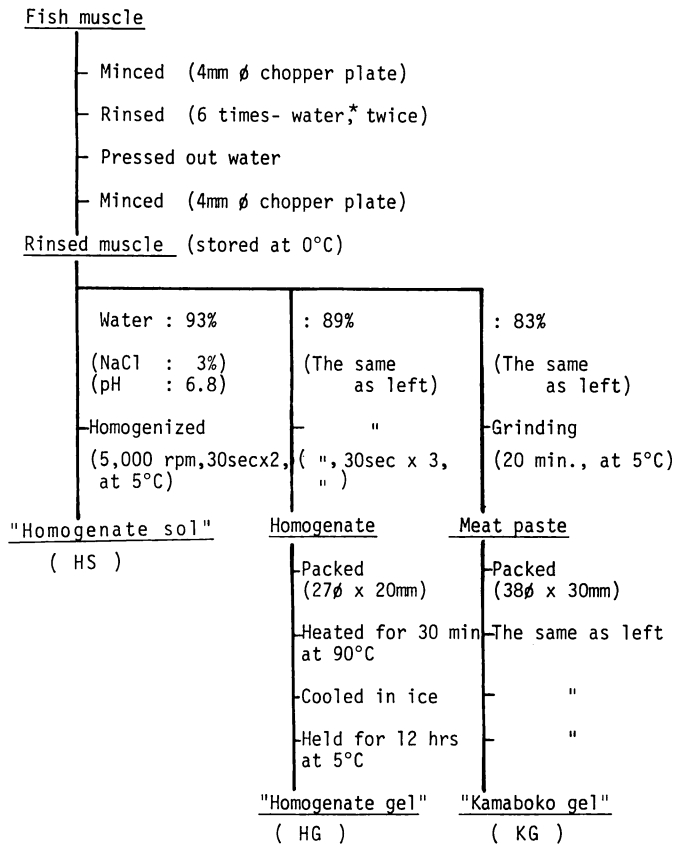


Fig. 1 Preparation of homogenate sol, homogenate gel and Kamaboko gel.

* Adjusted at pH 6.8 and 0.05 ionic strength.

試料調製

凍結魚は約3℃の冷蔵庫中で解凍を行い、鮮魚と同様に三枚に卸し、骨、表皮、血合肉を除いた普通肉から、Fig. 1に示すように水晒しの後、ホモジネートゾル (HS)、ホモジネートゲル (HG) およびかまぼこゲル (KG) を調製した。魚肉の水晒しは、岡田¹⁾および志水²⁾の方法に準じた。冷凍すり身は水晒しにより添加物を除き、Fig. 1のとおり各試料の調製を行った。

HS: 水晒魚肉約40 g に NaCl と脱イオン水を加え、pH 調整に 2N NaHCO₃ を加え、最終的に水分93%、NaCl 3%、pH 6.8 に調整後、Fig. 2 に示す泡立防止ブレンダーでホモジナイズして HS 試料を調製した。魚肉をホモジナイズする場合、発泡を伴うために筋原繊維タンパク質 (ミオシン B) が変性して本来の粘度が得られないため、泡止めをする必要があった。また、発泡と共に回転刃と試料との間の摩擦熱もタンパク質変性の要因になるため、ホモジナイズは 5000 rpm (回転刃) × 30 秒間を 2 回繰り返し間欠的に行った。

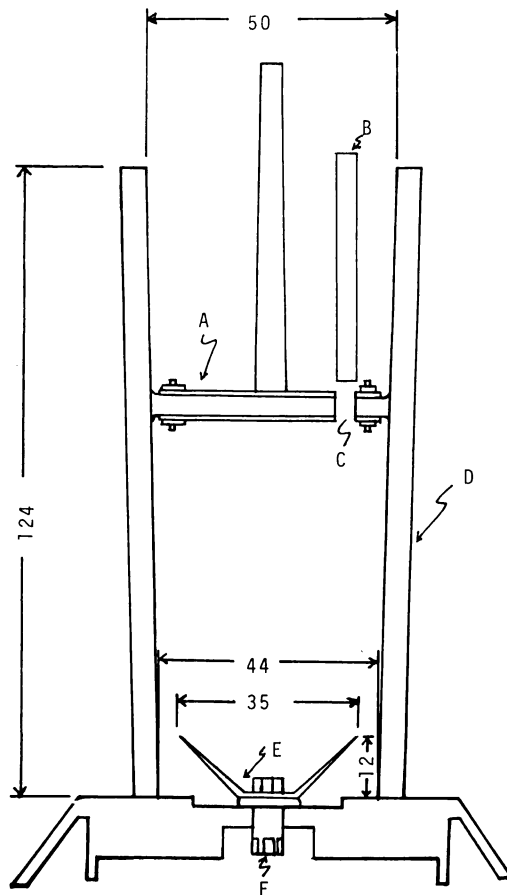


Fig. 2 The blender used to improve the prevention of bubbles (cross section, units in mm).

A: Movable rubber cap, B: Port stopper, C: Port for taking out air, D: Acrylic cup, E: Blades (4nives). F: Shaft driven with a motor.

HG：水晒魚肉を約40 gを採り、上記のHSより5%ほど水分を少なくしてブレンダーで同様に調製した。加塩HS（肉糊）をガラス管（内径27mmφ×長さ20mm×厚さ2mm）に詰め、その両側をセロハン紙で密封後加熱しゲル化してHG試料とした。加熱条件は、次に述べるKG試料の調製の場合と同様に行った。また、ホモジナイズはHSの場合より30秒間だけ長く行った。なお、加熱前HSのpH調整には、1N NaOHを用いた。

KG：水晒魚肉を約150 g採り、岡田の方法¹⁾に準じてFig. 1に示すとおりKGを調製した。肉糊（meat paste）はステンレス管（内径38mmφ×長さ30mm×厚さ2mm）に詰め、その両側をセロハンで密封後、90℃ 30分間湯浴中で加熱しゲル化した。加熱ゲルは氷水中で急冷し、約5℃の冷蔵庫に12時間放置後のものをKG試料とした。

粘度測定

HSの粘度測定は、Brookfield型回転粘度計（東京計器K.K.、BL型）を使用し、ローターはBLアダプタを用いた。試料温度は、恒温槽内で $5 \pm 1^\circ\text{C}$ に温度調節した。

ゼリー強度（JS）測定

HGおよびKGのゲル試料のJS測定は岡田式ゼリー強度試験機（中央理研K.K.）を使用した。KGの測定には、球径8mmφのプランジャー用い、荷重（v）は300ml/minの水量で試料を押圧して行った。また、キモグラフのドラム回転速度（s）を10cm/minとした。JS $[\text{g} \cdot \text{cm}] = (\frac{1}{2}) \times (\text{g/s}) \times l \times h$ として算出した。l [cm]、h [cm]は、それぞれキモグラムに記録された測定曲線の破断点までの基線の長さ（cm）と基線から破断点までの距離（歪、または凹み）である。測定温度は、試料の中心温度が5~7℃のときに行った。

pH測定

水晒魚肉2gに再蒸留水10mlを加えてホモジナイズし、そのHSをpHメーター（日立一堀場、M-5型）で測定した。

結果と考察

0℃貯蔵中の各試料の物性変化

水溶性タンパク質はかまぼこ形成能には阻害的に働くと言われている⁴⁾⁻⁷⁾。そこで、一定の水晒条件でも、水晒し毎にタンパク質組成に違いが起こるため、予め水晒した水晒肉を0℃に所定時間貯蔵した後、水晒肉の鮮度低下に従ってHS、HGおよびKGを経日的に調製した。なお、マサバの場合はFig. 1に示した各試料の中では水分量が多いため、HSは91%、HGは86%、KGは81%の水分にそれぞれ調製した。これら調製試料の粘度またはJS変化を全供試魚について調べた。その一例として、バショウカジキの場合についてFig. 3に示した。全供試魚を通して、Fig. 3に示した様にHSの粘度と、HGおよびKGのJS値は三者共に関連して低下しているが、途中の5、6日目一時上昇している。このことから鮮度とゲル形成能とは完全な比例関係にないと言えそうである。なお、これら物性値が貯蔵中に一時上昇する原因は水晒肉のpHの影響ではないかと考え、水晒肉のpH値を調べたが本

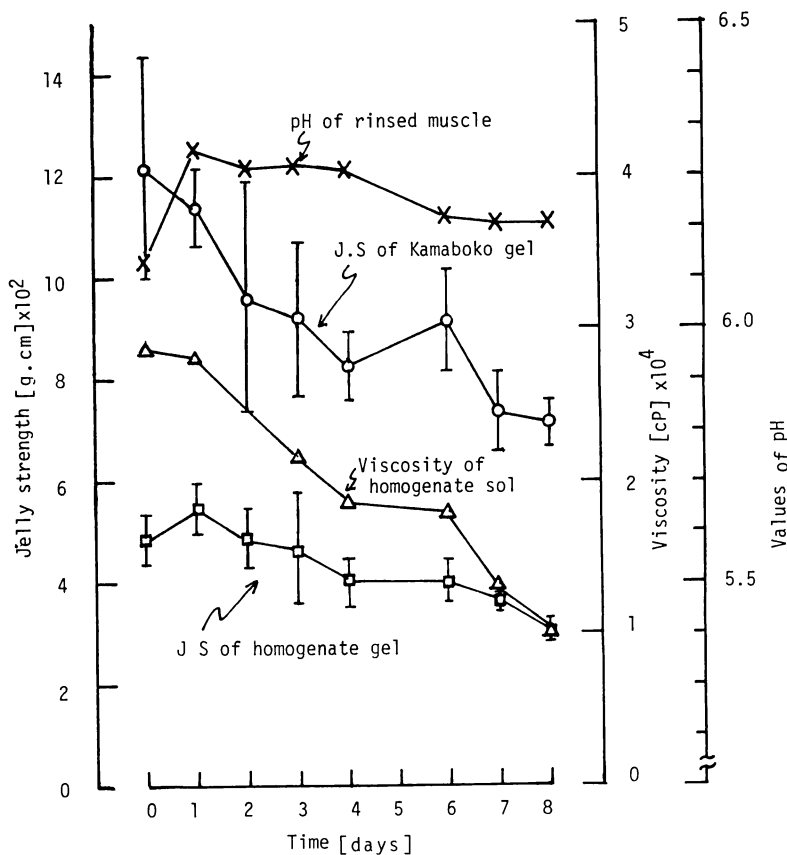


Fig. 3 Changes in the values of pH, viscosity, and jelly strength of the samples prepared from rinsed muscle of Basyokajiki during 0°C storage.

実験では明らかにできなかった。しかし、Nishimoto⁸⁾ら解凍タラ筋肉の65%ショ糖液ホモジネート粘度が、解凍および煮熟後の texture 評価に寄与することを報告している。その結果、同一魚種であっても漁獲海域の栄養環境の差による pH 変動がホモジネート粘度に影響する可能性を示唆している。

HS の粘度と KG の JS との関係

Fig. 3 に示した 0°C に貯蔵中の水晒肉から調製した HS の粘度と KG の JS との関係のプロットした結果、Fig. 4 に示すとおり各魚種毎に固有の回帰直線が得られた。Table 1 にこれらの回帰直線の相関係数 (r) および回帰式を示した。各魚種共に、KG の JS (Y) $\times 10^4$ g.cm と HS の粘度 (X) $\times 10^4$ cP の間には高い相関 ($r = 0.86 \sim 0.99$, $p < 0.05$) があつた。しかし、個体の異なるマサバについて同様な追試を行なった結果、Fig. 4 に示す直線とは同一ではなく、それにほぼ平行な回帰直線 $Y = 4.15X + 194.38$ ($r = 0.96$, $p < 0.05$) が得られ

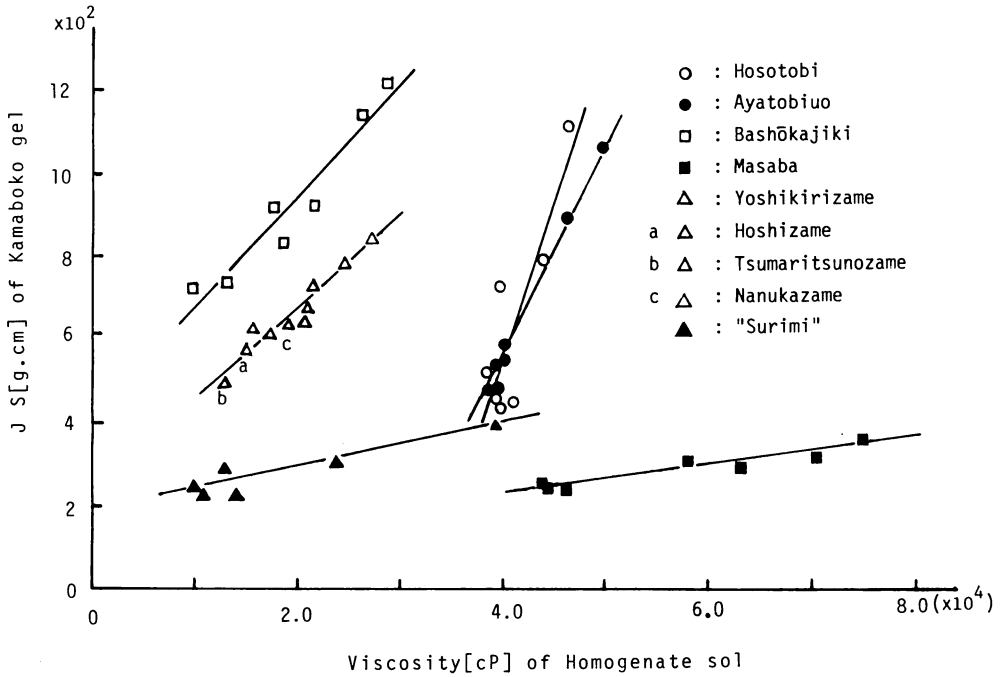


Fig. 4 Correlation between jelly strength of Kamaboko gel and viscosity of homogenate sol prepared from various fish species.

Table 1 Correlation coefficient (r) and regression equation between viscosity (X: $\times 10^4$ cp) of homogenate and jelly strength (Y: g.cm) of Kamaboko gel.

Species	r	Regression equation	n ^{*1}
Hosotobi	0.86	Y = 766.3X - 2527.06	7*
Ayatobpuo	0.99	Y = 512.5X - 1500.61	7*
Basyokajiki	0.96	Y = 273.5X + 387.65	7*
Same ^{*2}	0.92	Y = 218.9X + 235.23	7*
Masaba	0.94	Y = 3.42X + 87.34	7*
"Surimi" ^{*3}	0.94	Y = 5.47X + 181.74	6*

* 1 : The numbers of sample (* marks are $p < 0.05$)

* 2 : Yoshikirisame (4), Hoshizame (1), Tsumaritsunozame (1), Nanukazame (1)

* 3 : Suketoudara

た。これは同一魚種でも個体または鮮度の違いによって水晒効果に差が生じたためと考えられる。したがって、同一魚種から貯蔵中の魚肉を経日的に水晒してHSとKGを調製した場合、HSの粘度とKGのJS値の関係は、99%以内の信頼係数を持つ回帰直線になると思われる。これらの点については、試料肉のタンパク質の組成および変性度と粘度、およびJSの関係について今後さらに検討する必要があるだろう。

なお、Fig. 4の結果から、魚肉によってはHSの粘度変化に対してKGのJS変化が大きいトビウオ類と逆に、KGのJS変化が小さく、HGの粘度変化大きく現われるスケトウダラ、マサバ、さらには両者が同程度に変化するバショウカジキ、サメ類に分類されるようである。

したがって、HS粘度とJS値の変化特性を各魚種について明確に把握する必要がある。なお、志水⁹⁾らは冷凍すり身について肉ゾルの粘度とKGの関係を調べ、著者らと同様に高い相関を同時に得ており、肉ゾル粘度はねり製品原料向け魚肉の品質指標として充分実用に堪え得る信頼性を持つと述べている。しかし、志水らの実験では、19点の冷凍すり身中2点はスケトウダラ以外のホッケ (*Pleurogrammus azonus*) 2点を含めていることからゾル粘度と90℃ゲルのゼリー強度の相関が高い ($r=0.809$) としながらも著者らが調べた単一直線の場合 (Table 1) よりも相関がやや低いと思われる。したがって、魚肉のゾル粘度と加熱ゲルのゼリー強度との関係は単一魚種に限り相関性が存在するものと言えよう。ただしこの場合も、魚肉の水晒条件などもほぼ一定である必要がある。

HGとKGとのJSの関係

HGのJSを X' ($\times 10^2$ g.cm)とし、KGのJSを Y' ($\times 10^2$ g.cm)としてそれらの関係

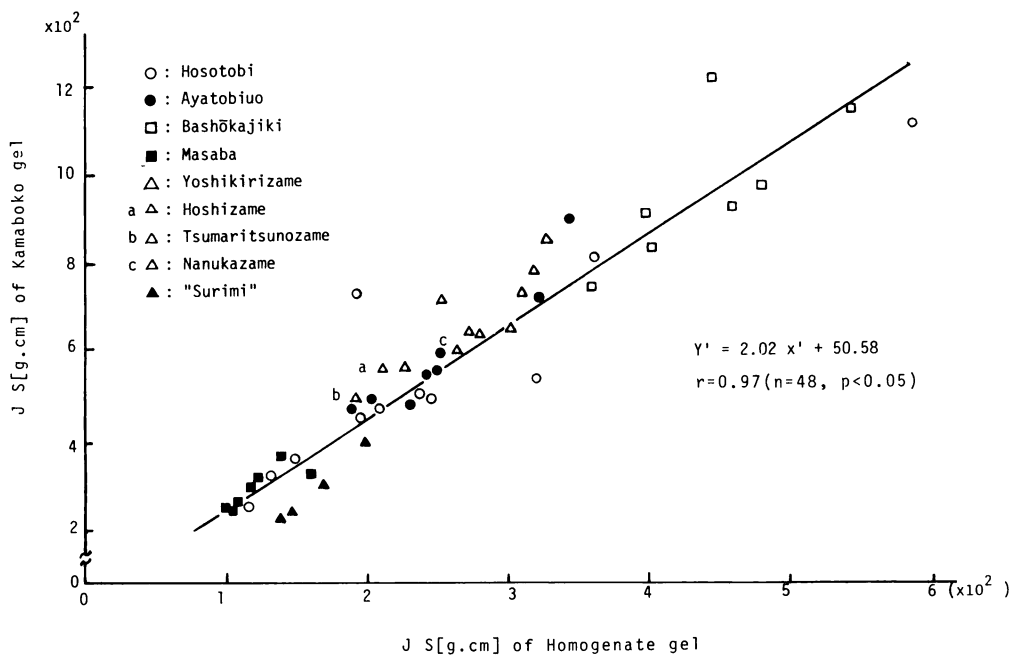


Fig. 5 Correlation of jelly strength between Kamaboko gel and homogenate gel prepared from various fish species.

をプロットしたら、Fig. 5 に示す様に全供試魚を通して一つの回帰曲線 ($Y' = 2.0X' + 50.58$) が得られ、その相関は高かった ($r = 0.97$, $p < 0.05$)。これは HG と KG が同じ加熱ゲルであり、かまぼこ形成能に及ぼすタンパク質濃度と水分量が相対的關係にあるからと推察される。全魚種を対象として、ゲル形成能を判定する場合は、HG のゼリー強度測定の方が HS の粘度測定より簡便であると思われる。しかし、今回調製した HG は水分がやや少ないため、ブレンダーで肉糊を調製する場合、摩擦熱の発生、気泡の発生、さらに流動等が起こり易いと言う難点があった。

調製試料の均質性

各試料の粘度および JS の測定精度 (バラツキ) を変動係数 (C. V.)¹⁰⁾ で表わした場合、Fig. 2 の各測点の平均では、HS の粘度で C. V. = 0.00, HG の JS で C. V. = 0.11, KG の JS で C. V. = 0.13 であり、ブレンダーを用いて調製した HS と HG は播潰して調製した KG より全般的に均質な試料であった。

要 約

9 魚種の水晒肉から、泡立防止ブレンダーを用いて加塩ホモジネート (HS) とその加熱ゲル (HG) を調製し、HS の粘度および HG のゲル強度からかまぼこ形成能の推定を検討した。その結果、(1) 各魚種 HS の粘度とかまぼこゲル (KG) のゼリー強度 (JS) との間に高い相関 ($r = 0.86 \sim 0.99$, $p < 0.05$) があり、各魚種毎に勾配が異なる回帰直線が得られた。(2) HG と KG との JS の関係は、当然ながら高い相関 ($r = 0.97$, $p < 0.05$) が認められ、全魚種を通して一本の回帰直線が得られた。(3) 各調製試料の均質性は、HS が KG より JS や粘度などの測定値のバラツキが小さくて優れ、調製法も HS の方が簡便であった。

以上より、魚肉のかまぼこ形成能はかまぼこゲルを直接作ることなく、ブレンダーで調製した魚肉ゾルの粘度またはそれを加熱して得られるホモジネートゲルのゲル強度から推定可能と考えられた。

一方、魚肉ゾルの粘度から魚肉のゲル形成能や、鮮度などの品質判定を行なうには、水分や塩濃度の他に魚肉タンパク質の組成および変性度と粘度との関係を今後さらに詳しく検討する必要がある。

最後に、本実験に御協力下さった河野幸一氏 (当時 4 年生) はじめ、毎年サメ類の採取に協力下さった本学部練習船の教官、乗組員の方々へ深謝する。

文 献

- 1) 岡田 稔・横関源延・衣巻豊輔編 (1974) : 魚肉ねり製品理論と応用, 初版, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 57-58, 371-372.
- 2) 志水 寛 (1974) : 魚肉すり身ゲル形成能の魚種特異性, 日水誌, 40, 175~179.

- 3) 岩田和士 (1969): 水産ねり製品の品質判定機器について, *New Food Industry*, 11(3), 10~14.
- 4) 岡田 稔 (1964): かまぼこの足に対する水晒しの影響, 日水誌, 30, 225~261.
- 5) 志水 寛・西岡不二男 (1974): マアジ・アクトミオシンと筋形質たん白の熱凝固の際の相互作用, 日水誌, 40, 231~234.
- 6) 志水 寛・西岡不二男 (1974): 魚肉アクトミオシンと筋形質たん白混合系の熱凝固特性, 日水誌, 40, 267~270.
- 7) 田元 馨 (1971): ねり製品原料の変性防止機構, *New Food Industry*, 13, 61-69.
- 8) J. Nishimoto and R. M. Love (1974): A Study of the Viscosity of Homogenates of thawed cod muscle in 65% sucrose solution, *Nippon Suisan Gakkaishi*, 40, 1071-1076.
- 9) 志水 寛, 野田 明, 宮本 勉: 魚肉かまぼこ形成能力の迅速判定法, 昭和54年度日本水産学会春季大会講演要旨集 (昭和54年4月), p. 224.
- 10) 長谷部 清, 大関邦夫 (1977): 分析化学実験 (日本分析化学会北海道支部編), 第1版, 化学同人, 京都, p. 43.