

凍結 surimi의 品質과 어묵 젤리 強度의 關係

金六龍·趙永濟

釜山水產大學校 食品工學科

Relationship between Quality of Frozen Surimi and Jelly Strength of Kamaboko

Yuck-Yong KIM and Young-Je CHO

Department of Food Science and Technology, National Fisheries University of Pusan, Pusan 608-737, Korea

To investigate the desirable index for evaluation of frozen surimi's grades, the relationship between indices for grading of surimi, such as ATPase activity (Ca^{2+} -, Mg^{2+} - and EDTA-), solubility, viscosity and K-value of frozen surimi and jelly strength of kamaboko was studied. The myofibrillar Ca^{2+} -ATPase activity and solubility from frozen surimi of grades SA, FA, A, RA and B gave values of 1.184 ± 0.2 , 0.956 ± 0.14 , 0.766 ± 0.07 , 0.453 ± 0.07 and 0.227 ± 0.08 ($\mu\text{moles Pi/min/mg}$) for Ca^{2+} -ATPase activity and 93.19 ± 5 , 84.62 ± 4 , 70.63 ± 5 , 41.21 ± 4 and 32.82 ± 4 (%) for solubility, respectively. Therefore, the myofibrillar Ca^{2+} -ATPase activity and solubility of surimi were closely related to the jelly strength of kamaboko from same material, as the correlation coefficient were 0.9584 and 0.9849, respectively.

K-value, the index of freshness, was related to the jelly strength of frozen surimi as the correlation coefficient 0.9053 and shown as SA 15.67 ± 1.4 , FA 14.94 ± 3 , A 28.00 ± 5 , RA 32.16 ± 3 and B 48.68 ± 5 (%).

Mg^{2+} - and EDTA-ATPase activity and viscosity were not related to the jelly strength.

The Ca^{2+} -ATPase activity and solubility were found to be useful index for evaluating the quality of frozen surimi.

緒 論

凍結 surimi의 等級은 Table 1과 같이 SA, FA, A, RA 및 B 等級으로 分類되고 있으며, 이들 等級 分類의 指標로는 水分 含量, 白度, 挾雜物 및 젤리 強度 등이 使用되고 있다. 그러나, 이들 指標中에서 水分 含量, 白度 및 挾雜物 등은 等級別에 따른 區分의 領域이 상당히 좁으며, 檢査員의 主觀이 介入될 餘려가 있을 뿐만 아니라, 젤리 強度는 고기 같이, 加鹽, 加熱 등의 加工 工程을 거친 加工品의 品質을 나타내는 값이므로 이 값이 煉製品의 原料

인 凍結 surimi의 品質 判定의 指標로 使用되는 것은 問題點이 있는 것으로 생각된다. 따라서, 煉製品의 生命인 結着力에 直接的인 影響을 미치는 凍結 surimi 蛋白質의 良否의 程度를 精確하게 判定할 수 있는 科學的인 指標가 必要한 實情으로, 從來에는 巖田 등(1971)과 川島 등(1973)이 筋原纖維 蛋白質量 및 鹽溶性 蛋白質量의 測定에 의한 判定法 및 凍結 surimi actomyosin의 Ca^{2+} -ATPase 全活性 測定에 의한 判定法이 提案되어 있다. 또 加藤 등(1979)도 凍結 surimi의 筋原纖維 ATPase 活性이 凍結 surimi의 精確한 品質 判定의 指標로

Table 1. Standard quality grade of frozen surimi

grade	jelly strength (g, cm)	moisture content (%)	number of impurities*1 (pieces/40g)	Hunter-white (%)
SA	1,200 ~ 1,400	74.0 ~ 75.5	4	45
FA	1,000 ~ 1,200	75.5 ~ 76.0	5	35 ~ 40
A	900 ~ 1,000	76.0 ~ 76.5	7	30 ~ 35
RA	600 ~ 900	76.5 ~ 77.5	11	25 ~ 35
B	300 ~ 400	above 78	19	20 ~ 25

*1 RA and B grade is pieces/10g.

서 유용하고多數의 試料를 迅速히 判定할 수 있는 方法이라고 報告하였다. 그러나, 國內에는 여기에 대한 研究가 전무한 狀態이므로 本 研究에서는 보다 科學的인 凍結 surimi 等級 分類 方法의 새로운 指標를 모색하기 위하여 몇개사에서 等級別로 分類되어 있는 凍結 surimi를 試料로 하여 蛋白質 變性 程度를 나타내는 ATPase 活性(Ca²⁺, Mg²⁺, EDTA-), 溶解度, 粘度 및 魚肉의 新鮮度의 判定 指標로 使用되고 있는 K-value와 現在 等級別 分類 指標로서 使用되고 있는 젤리 強度와의 關係를 比較 檢討하였다.

材料 및 方法

1. 材 料

煉製品 製造 會社에서 Table 1의 項目에 基準하여 分類된 SA, FA, A, RA 그리고 B 等級의 凍結 surimi를 實驗室로 運搬하여 凍結庫(-25℃)에 貯藏하면서 試料로 使用하였다.

2. 實驗 方法

1) 筋原纖維 蛋白質의 調製

凍結 surimi 一定量을 취하여 0~4℃ 低溫室에서 Perry(1952)의 方法에 의해 筋原纖維 蛋白質을 調製하였다.

2) 蛋白質과 無機 磷酸의 定量

蛋白質의 定量은 Biure法(1958)으로, 無機 磷酸의 定量은 新井(1974)의 方法으로 比色 定量하였다.

3) ATPase 活性의 測定

新井 등(1974)의 方法으로 25℃에서 生成 無機 磷酸을 比色 定量하여 比活性值를 計算하였다.

4) 溶解度의 測定

筋原纖維 蛋白質 浮遊液에 3M KCl-20mM tris-maleate buffer(pH 7.0)를 最終 濃도가 0.6M이 되

도록 가하여(蛋白質 濃도는 2~3mg/ml) 잘 攪拌하여 4겹의 거즈로 濾過한 후에 20,000×g, 20分間 遠心 分離하여 얻은 上層液의 蛋白質量을 구하여 筋原纖維 蛋白質量에 대한 百分率로 나타내었다.

5) 粘度의 測定

筋原纖維 蛋白質을 0.6M KCl 20mM tris-maleate (pH 7.0)로 稀釋하여 蛋白質 濃도를 2~3mg/ml로 調整後, hand homogenizer로 均質化한 다음 0℃에서 20時間 放置後 20,000×g, 20分 遠心 分離하고 그 上層液을 Ostwald viscometer를 使用하여 25℃에서 相對 粘度를 測定하였다.

6) K-value의 測定

Kobayashi와 Uchiyama(1970)의 方法에 따라서 ATP 關聯 化合物을 抽出한 다음 抽出液은 Dowex 1×4, Cl⁻(200~400mesh)의 樹脂를 使用하여 分離한 後, 250nm에서 吸光度를 測定하여 K-value를 計算하였다.

7) 어묵의 製造

凍結 surimi를 品溫이 -4~-5℃가 되도록 解凍한 後에, 解凍 練肉 2kg을 고기 갈이(5分, -1℃)하면서 肉의 엉김 現象이 생기면 소금 60g을 3회에 걸쳐서 添加하면서 소금 갈이(15分, 0℃)하여 直徑 48mm PVDC film tube에 충전한다. 1段 加熱(30℃ 熱湯속에서 40分) 및 2段 加熱(90℃ 熱湯속에서 40分)하고 5℃ 冷水에 약 60分間 冷却하여 冷藏庫에서 1日間 放置한 後에 試料로 使用하였다.

8) Jelly 強度 測定

製造된 어묵의 試驗片(높이 25mm, 지름 30mm)을 直徑 5mm plunger(RHEO TEX SD-305) 밑에 놓고 밀어 넣는 強度를 W로 하고 오목한 곳의 크기를 L로 하여 W×L의 수치로 jelly 強度를 나타내었으며, 試驗片 3개 以上 測定值의 平均값으로 나타내었다.

結果 및 考察

各社에서 分類된 等級別 凍結 surimi의 ATPase 活性, 溶解度, 粘度 및 K-value와 凍結 surimi를 原料로 하여 만든 어묵의 젤리 強度와의 相關關係를 檢討한 結果는 다음과 같다.

Ca²⁺-ATPase 活性과 凍結 surimi를 原料로 한 어묵의 젤리 強度와의 相關關係를 Fig. 1에 나타내었다. 各等級의 活性값은 SA grade 1.184±0.12, FA grade 0.956±0.14, A grade 0.766±0.07, RA grade 0.453±0.07, B grade 0.227±0.08(μmoles Pi/min/mg)로 相關係數(r)는 0.9584로 깊은 相關關係를 나타내었으며, 加藤 등(1979)이 凍結 surimi의 筋原纖維 蛋白質의 ATPase 活性과 gel 形成能의 關係에서 Mg²⁺-ATPase 活性이 凍結 surimi의 各等級間의 蛋白質 變性的 程度를 銳敏하게 나타내는 酵素 活性이라고 報告했지만, 本 實驗의 結果에서는 Mg²⁺-ATPase 活性보다도 Ca²⁺-ATPase 活性이 各等級間의 筋原纖維 蛋白質의 變性 程度를 잘 나타내었으며, 川島 등(1973)도 凍結 surimi의 actomyosin量을 Ca²⁺-ATPase 活性값으로 表示하면 어묵의 젤리 強度와의 一定의 相關性이 있다고 報告하였다. 本 實驗에서 檢討한 凍結 surimi의 筋原纖維 Ca²⁺-ATPase 活性값은 actomyosin의 Ca²⁺-ATP 活性값과 거의 같은 傾向을 나타내고 있다고 생각된다. 즉, 凍結 surimi의 筋原纖維 Ca²⁺-ATPase 全活性은 surimi의 各等級에서 製造한 어묵의 젤리 強度사이에 一定의 相關을 나타낸다는 報告와 유사하였다.

凍結 surimi의 Mg²⁺- 및 EDTA-ATPase 活性과

어묵의 젤리 強度와의 相關關係를 Fig. 2와 3에 나타내었다. Mg²⁺-ATPase 活性값은 加藤 등(1974)의 報告와 同 -하게 Ca²⁺-, EDTA-ATPase 活性보다도 높은 活性값을 나타내었으며, 凍結 surimi의 Mg²⁺-ATPase 活性 및 EDTA-ATPase 活性과 젤리 強度 相關關係는 相關係數(r)가 각각 0.8532, 0.7625로 Ca²⁺-ATPase 活性과 젤리 強度와의 相關係數(r) 0.9584에 비하여 낮은 값을 나타내었고 凍結 surimi의 各等級別 蛋白質 變性 程度를 뚜렷하

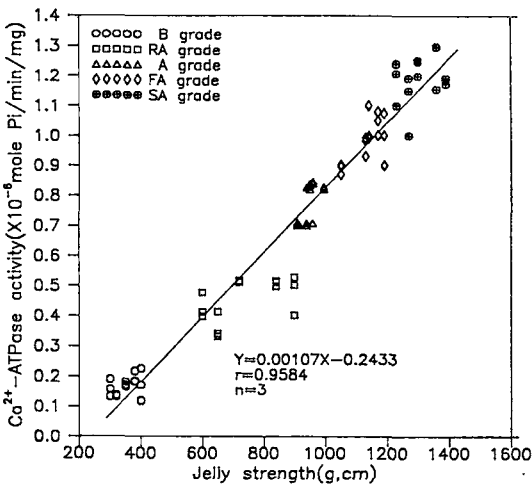


Fig. 1. Relationship between the myofibrillar Ca²⁺-ATPase activity of surimi and the jelly strength of kamaboko.

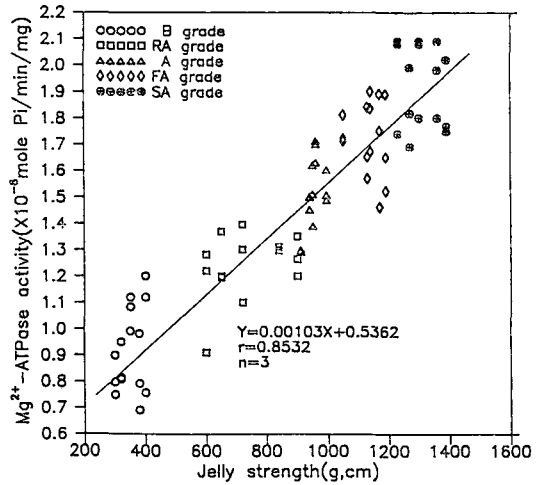


Fig. 2. Relationship between the myofibrillar Mg²⁺-ATPase activity of surimi and the jelly strength of kamaboko.

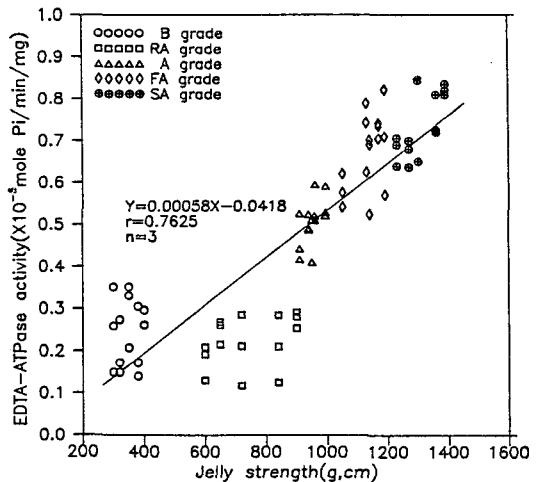


Fig. 3. Relationship between the myofibrillar EDTA-ATPase activity of surimi and the jelly strength of kamaboko.

게 나타나지 못했다. 加藤 등(1979)은 凍結 surimi의 筋原纖維 蛋白質의 Mg^{2+} -ATPase 活性과 젤리 強度의 相關 係數(r)은 0.95 程度로 Ca^{2+} -ATPase 活性보다 높은 값을 나타내었으며, Ca^{2+} -ATPase 全活性으로 判定하기 곤란한 品質上의 작은 差異도 예민하게 判定할 수 있다고 報告하였으나, 本實驗의 結果에서는 Ca^{2+} -ATPase 活性 및 溶解度보다 相關 係數가 작았다.

阪本 등(1979)은 凍結 surimi를 試料로 筋原纖維를 調製하여 Mg^{2+} , Ca^{2+} 이온에 의한 蛋白質 收縮의 程度를 알아보기 위해 EDTA(ethylene diamine tetra acetic acid)를 添加한 後, 收縮率을 調査했으며 筋原纖維 蛋白質中의 actin 分子의 含量과 Ca^{2+} 이온의 量에 따라서 EDTA-ATPase 活性은 달라진다고 報告하였으나, 本實驗에서는 EDTA 共存下에서 筋原纖維 蛋白質의 收縮能과 젤리 強度와의 相關 關係(r)는 0.7625로 各等級間의 뚜렷한 筋原纖維 收縮率의 差는 나타나지 않았다.

溶解度도 Fig. 4와 같이 凍結 surimi 各等級間의 젤리 強度와의 相關 係數(r)은 0.9849로 밀접한 相關 關係를 나타내었다. 각각의 等級에서의 溶解度는 SA grade에 $93.19 \pm 5\%$ 로 가장 높았고 FA grade $84.62 \pm 4\%$, A grade $70.63 \pm 5\%$, RA grade $41.21 \pm 4\%$ 이었고 B grade $32.82 \pm 4\%$ 로 各等級別의 差異를 잘 나타내었다. 巖田 등(1971)은 凍結 surimi의 젤리 強度의 低下와 筋原纖維 蛋白質의 不溶化 進行은 반드시 一致하지는 않는다고 報告하였고, 川島 등(1973)도 凍結 surimi中의 actomyosin 變性은 주로 Ca^{2+} -ATPase 活性의 測定으로 質의 變化를 예

민하게 判定할 수 있고 鹽溶性 蛋白質量은 거의 變化가 없었다고 報告하고 있으나, 梅本 등(1971)의 筋原纖維 蛋白質의 溶解性은 凍結 貯藏中 鹽溶性 蛋白質보다 水溶性 蛋白質의 不溶化가 심하며 筋原纖維 蛋白質의 ATPase 活性 및 젤리 強度와 깊은 相關 關係를 가진다는 報告와 一致하였다.

粘度와 凍結 surimi의 各等級間 젤리 強度와의 關係를 Fig. 5에 나타내었다. 高橋 등(1970)은 筋原纖維 蛋白質中의 myosin과 actomyosin의 相對 粘度를 測定하여 젤리 強度와 比較한 結果, 相對 粘度의 代數值는 젤리 強度와 밀접한 相關性을 가지며 比例 關係가 있다고 報告하였으나, 本實驗의 相對 粘度와 凍結 surimi 各等級間의 젤리 強度는 미세한 差異를 나타내었으며, 그 相關 係數(r)는 0.7621이었다.

K값은 死後 筋肉中의 核酸 關聯 物質의 分解 程度를 나타내는 指標로 煉製品의 結着性과 直接的인 關係는 없으나, Fig. 6에서와 같이 相關 係數(r)는 0.9053으로 밀접한 相關性을 나타내었으며, SA grade $15.67 \pm 1.4\%$, FA grade $14.94 \pm 3\%$, A grade $28.00 \pm 5\%$, RA grade $32.16 \pm 3\%$, B grade $48.78 \pm 5\%$ 로 等級이 낮을수록 K값은 높은 값을 나타내었다. Saito 등(1959)은 凍結 surimi를 製造할 때 使用 가능한 魚類의 K값은 60% 前後라고 報告하였고, 61% 以上일 때 初期 腐敗 段階로 食用이 不可能하다고 報告하였다. 本實驗에 使用한 凍結 surimi의 各等級間의 K값은 50% 미만이었다.

以上の 結果에서 凍結 surimi의 젤리 強度와 各實驗에서의 結果를 檢討하여 그들의 相關 係數(r)

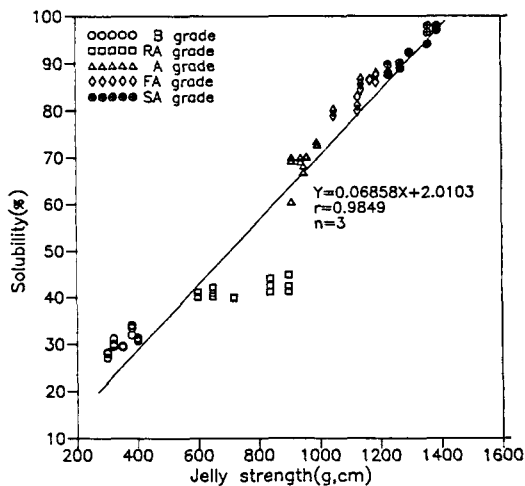


Fig. 4. Relationship between the myofibrillar solubility of surimi and the jelly strength of kamaboko.

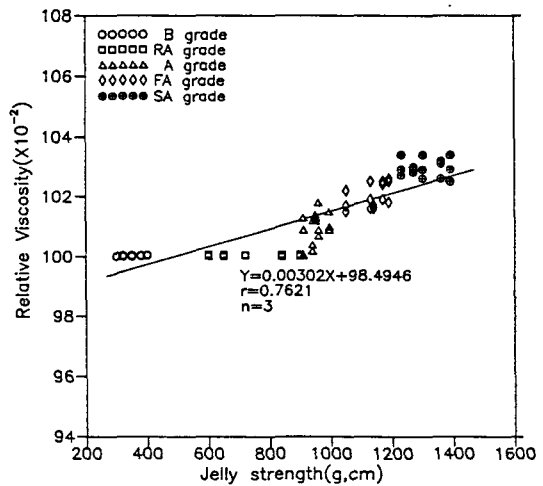


Fig. 5. Relationship between the myofibrillar viscosity of surimi and the jelly strength of kamaboko.

를 Table 2에 나타내었으며 相關係數(r)가 0.95 이상의 밀접한 相關係를 나타내는 實驗 項目으로서 Ca²⁺-ATPase 活性 및 溶解度로 지금까지의 凍結 surimi 品質 評價 方法을 대신할 科學的인 새로운 指標가 될 것으로 사료된다.

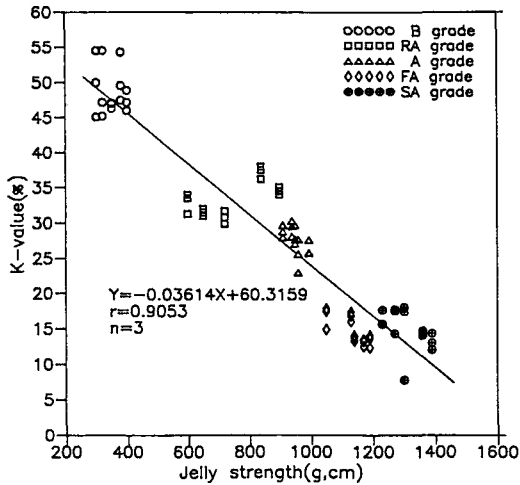


Fig. 6. Relationship between the K-value of surimi and the jelly strength of kamaboko.

Table 2. The correlation coefficient of the relationship between various indices and jelly strength of kamaboko

Index	Correlation coefficient(r)
Ca ²⁺ -ATPase activity	0.9584
Mg ²⁺ -ATPase activity	0.8532
EDTA-ATPase activity	0.7625
Solubility	0.9849
Viscosity	0.7621
K-value	0.9053

定할 수 있는 科學的인 指標를 모색하기 위하여, 等級別로 分類되어 있는 凍結 surimi를 試料로 하여 蛋白質의 變性 程度를 나타내는 Ca²⁺, Mg²⁺, EDTA-ATPase 活性, 溶解度 및 粘度 그리고 新鮮度의 指標로 使用되고 있는 K값과 現在 凍結 surimi의 等級別 分類 指標로서 使用되고 있는 젤리 強度를 比較 檢討하여 다음과 같은 結果를 얻었다.

Ca²⁺-ATPase 活性과 凍結 surimi의 젤리 強度는 깊은 相關係數를 나타내었으며, 相關係數(r)는 0.9584였다. 各等級의 活性값은 SA grade 1.184±0.12, FA grade 0.956±0.14, A grade 0.766±0.07, RA grade 0.453±0.07 및 B grade 0.227±0.08 (μmoles Pi/min/mg)이었다.

Mg²⁺- 및 EDTA-ATPase 活性과 젤리 強度와의 相關係는 相關係數(r)가 각각 0.8532, 0.7625로 Ca²⁺-ATPase 活性과 젤리 強度와의 相關係數에 비하여 낮은 相關係를 나타내었다.

溶解度는 凍結 surimi 各等級間의 젤리 強度와 밀접한 相關係를 나타내었으며 相關係數(r)는 0.9849였다. SA grade에 93.19±5%로 가장 높았고 FA grade 84.62±4%, A grade 70.63±5%, RA grade 41.21±4% 이었고 B grade 32.82±4%로 各等級別 品質의 差異를 잘 나타내었다.

K-value는 相關係數(r)가 0.9053으로 相關係性을 나타내었으며, SA grade 15.67±1.4%, FA grade 14.94±3%, A grade 28.00±5%, RA grade 32.16±3%, B grade 48.78±5%로 等級이 낮을수록 K-value는 높은 값을 나타내었다.

以上の 結果에서, 現在까지의 凍結 surimi의 等級別 分類 index로 使用되고 있는 jelly strength, 水分 含量, pH, 白度 및 挾雜物에 대신할 原料 surimi 自體의 良否를 決定할 科學的인 指標로서 蛋白質 變性 程度를 나타내는 Ca²⁺-ATPase 活性 및 溶解도가 有用할 것으로 생각된다.

要 約

現在, 凍結 surimi의 品質 判定의 基準으로 使用되고 있는 pH, 水分 含量, 白度, 挾雜物 및 젤리 強度를 煉製品의 原料 段階인 surimi의 品質 判定 指標로 使用하기에는 科學性이 결여되어 있을 뿐만 아니라 不適當한 것으로 생각된다. 따라서, 煉製品의 生命인 結着力에 直接的인 影響을 미치는 凍結 surimi 蛋白質의 良否의 程度를 精確하게 判

參 考 文 獻

Kobayashi, H. and H. Uchiyama. 1970. Simple and rapid method for estimating the freshness of fish. Bull. Tokai Reg. Fish. Res. Lab. 61, 21p.
 Perry, S. V. 1952. The bound nucleotide of the isolated myofibril. Biochem. J. 51, 465~499.
 Saito, T., K. Arai and M. Matsuyoshi. 1959. A new method for estimating the freshness of fish.

- Bull. Jap. Sci. Fish. 24, 749~750.
- 加藤 登・内山 均・塚本志朗・新井健一. 1977. 魚類筋原纖維ATPaseの生化學的研究. 日水誌, 43, 207~214.
- 加登 登・野崎 恒・小松一官・新井健一. 1979. スケトウダラ冷凍すり身の新品質判定法—冷凍すり身の筋原纖維ATPase活性とかまぼこ形成能の關係. 日水誌, 48, 1027~1032.
- 高橋英名・新井健一・齊藤恒行. 1970. 魚類筋肉たんぱく質に關する研究—III. ユイ筋肉アクトミオシンの凍結貯藏におけるSorbitolおよびSucrose變性防止のについて. 日水誌, 36, 232~240.
- 大城善太郎. 1958. ビューレット試薬による魚肉蛋白質の迅速定量—I. 呈色反應の促進と發色液の濁りの除去. 鹿兒島大水産紀要, 61, 119~124.
- 梅本 滋・神名孝一・巖田和土. 1971. スケトウダラ冷凍すり身の品質に關する研究—II. 凍結貯藏中における溶出性たん白質の消長. 日水誌, 37, 1100~1104.
- 新井健一. 1974. 魚類筋肉タンパク質の特性の測定. 水産生物化學・食品學實驗書. 恒星社厚生閣, 東京, 189~202.
- 川島孝省・新井健一・齊藤恒行. 1973. 魚類筋肉構成たんぱく質に關する研究—IX. スケトウダラ冷凍すり身中のアクトミオシン定量條件の檢討. 日水誌, 39, 207~214.
- 巖田和土・神名孝一・梅本 滋・岡田 稔. 1971. スケトウダラ冷凍すり身の品質に關する研究—I. 原料魚の鮮度とすり身貯藏溫度變化の影響. 日水誌, 37, 626~633.
- 阪本正博・新正健一. 1979. 魚類筋肉纖維の收縮性とATPase活性の關係に關する基礎的研究. 日水誌, 45, 1576~1578.

1992년 1월 6일 접수

1992년 3월 6일 수리