

キス魚肉の貯蔵に伴うたたきだんごの特性変化

大羽 和子・中垣孝子・早川裕美子・石田 亜里・小野真知子

Changes in Properties of the Boiled Minced Meat Ball (Tatakidango) of *Sillago japonica* during Storage of Fish or Minced Fish (Surimi)

Kazuko ÔBA, Takako NAKAGAKI, Yumiko HAYAKAWA, Ari ISHIDA and Machiko ONO

Abstract

In order to obtain a knowledge on storage condition of fish or minced fish (surimi) for keeping the properties of the boiled minced meat ball (Tatakidango) of fresh fish, we determined the contents of proteins and free amino acids as well as the physical properties of Tatakidango of stored fish or surimi in different conditions. Contents of proteins and free amino acids of fresh meat of *Sillago japonica* were 17.1% and 1.02%, respectively, and both decreased gradually during one-week storage. Changes in the physical properties such as the breakness and hardness of Tatakidango were the most drastic in the case of fish as a whole stored in ice water, and were much less in the case of surimi stored in a refrigerator (+5°C) or in a freezer (-25°C). When NaCl was added to the surimi before boiling, the physical properties and sensory evaluation of Tatakidango were improved. In this study, it was found that the best storage condition for keeping the properties of Tatakidango of *Sillago japonica* was a frozen storage of surimi at -25°C after adding NaCl.

緒 言

魚肉たたきだんごは、漁村地域では販売されない雑魚の利用法として、古くから伝えられている主な伝承料理の一つである。しかし、漁村以外の地域では広く普及されているとはいえない。新鮮な小魚を入手しがたいことの他に、これら小魚肉の貯蔵に伴うたたきだんごの化学的・物理的特性や食味特性の変化に関する基礎的研究がほとんどないことも、広く普及されない理由の一つと考えられる。現在の食生活において、魚肉の摂取が推奨されており、魚肉たたきだんごは単に漁村地域のみでなく、他の地域においても注目に値する料理の一つであると思われる。

本研究では、新鮮魚肉の特性を長期間持続できる貯蔵方法を見いだす目的で、魚肉を異なる方法で貯蔵し、貯蔵中の魚肉の含有タンパク質や遊離アミノ酸の変化を調べた。次に、魚肉の貯蔵に伴うたたきだんごの物理特性と食味特性の変化および食塩の添加効果を検討した。

実験方法

1. 実験材料および試薬

1) 実験材料

愛知県南知多町豊浜沖で捕獲されたキス (*Sillago japonica*) (15–25g) を捕獲後直ちに氷水につけ輸送し、その日のうちに実験に用いた。

2) 試薬

タンパク質量用試薬はバイオ・ラッド社の試薬を用いた。電気泳動用および他の一般試薬は和光純薬工業株式会社の特級試薬を用いた。

2. 魚肉の貯蔵方法

魚肉の貯蔵方法としては、(1)全魚をポリエチレンフィルムに包んで冷凍貯蔵 (-25°C) したもの、(2)毎日氷水を取りかえつつ全魚を氷水中に貯蔵 (0°C) したもの、(3)すり身にして25gずつポリエチレンフィルムで包み、さらに密閉容器に入れて冷凍貯蔵 (-25°C) したもの、(4)すり身を(3)と同様に冷却貯蔵 ($+5^{\circ}\text{C}$) したものの4種の方法を採用した。

3. すり身とたたきだんごの調製

捕獲当日の新鮮魚、氷水貯蔵魚や冷凍貯蔵し室温解凍した魚を三枚におろし、表皮を除き、魚肉のみをまな板の上で包丁を用いて数分間たたき細かく切った。さらに氷冷した乳鉢中で乳棒を用い2–3分間すり、すり身を調製した。食塩を添加したすり身の場合には、すり身の重量の3%の食塩を添加し、さらに1–2分間(ペースト状になるまで)すった。すり身を調製する間は、できる限り氷冷し、すり身の温度が上昇しないように努めた。食塩添加、無添加のすり身(25g)をそれぞれ円柱形(直径3cm×高さ4cm)にまとめ、400mlの沸騰水中で4分間加熱調理し、たたきだんごを調製した。

4. タンパク質および遊離アミノ酸の抽出と定量

三枚におろした魚肉、すり身、加熱調理したたたきだんごに5倍量(v/w)の10%トリクロロ酢酸(TCA)を加え、ガラスホモジナイザーで磨砕し、10%TCA溶液が試料の15倍量になるまで残渣や器具を洗い、遠心分離により、TCA可溶画分と不溶画分に分けた。不溶画分は十分量のアセトンで2回洗浄し、アセトンをまず遠心分離で除去し、さらに、 N_2 ガスで完全に除去した。得られた乾燥粉末の重量を測定し、その中の一定量を1N NaOHに溶かし、タンパク質量の測定に用いた。この1N NaOH溶液20 μl に、蒸留水で5倍希釈したバイオ・ラッド社のタンパク質量用試薬を3ml加え、10–20分後に日立124型分光光度計で595nmの吸光度を測定した¹⁾。牛血清アルブミンを標準タンパク質として用い、タンパク質量を測定した。TCA可溶画分を水で16倍に希釈し、その中から0.5mlを試験管に取り、ニンヒドリン溶液(和光純薬工業株式会社、アミノ酸自動分析用ニンヒドリン試薬)を1.25ml加え、 100°C で20分間加熱した。冷却後、*n*-プロパノール50%溶液(*n*-プロパノール：水=1：1)で全量を5mlに希釈し、570nmの吸光度を測定した。グリシンを標準アミノ酸として用い、アミノ酸量を測定した。

5. 脂質の抽出と定量

魚肉(5g)を30mlのクロロホルム：メタノール(1：1)溶液とともにガラスホモジナイザーで磨砕し、ガラスフィルターを用いてろ過し、残渣を再度30mlのクロロホルム：メタノール溶液中で磨砕し、ろ過してろ液を第一回のろ液に加えた。ろ液の全量が75mlになるまで、残渣を同溶媒で洗浄した。蒸留水を30ml加えてよく懸濁した後に遠心によりクロロホルム層と水

：メタノール層を分離した。水：メタノール層に30mlのクロロホルムを加え、よく懸濁した後、クロロホルム層を分離し第一回目に得られたクロロホルム層に加えた。秤量したナス型フラスコを用いて、減圧でクロロホルムを除去した。さらに、一定重量になるまで、N₂ ガスで溶媒を完全に除去し、秤量することにより、脂質量を測定した。

6. ポリアクリルアミドゲル電気泳動

TCA 不溶画分のアセトン洗浄乾燥粉末をタンパク質可溶化液 [0.125M トリス-HCl緩衝液 (pH 6.8), 4% ラウリル硫酸ナトリウム (SDS), 10% 2-メルカプトエタノール] に溶かし、100℃で3分間加熱し、泳動用タンパク質試料 (1~3 mg/ml) を調製した。SDS を含む10% ポリアクリルアミドゲルを支持体とするスラブゲル電気泳動²⁾を行った。タンパク質バンドの染色には0.25%のクマシーブリリアントブルー-R-250 (メルク社) を用いた。分子量マーカーとしては 'Electran' の分子量マーカーキット (チトクロム C, 12,300; ミオグロビン, 17,200; キモトリプシノーゲン A, 25,700; オボアルブミン, 45,000; 牛血清アルブミン, 66,250; オボトランスフェリン, 76-78,000) を用いた。

7. たたきだんごの破断力, 硬さの測定

加熱調理直後のたたきだんごを小型ビーカーに入れカードメーター (飯尾電機株式会社) で破断力と硬さ³⁾を5回測定し平均値を出した。

8. たたきだんごの官能検査

たたきだんごの食味特性を、加熱調理直後にうま味とテクスチャを中心に、5段階評点法で総合評価を行った。すなわち評点5：非常においしい, 4：おいしい, 3：ふつう, 2：まずい, 1：非常にまずいと決めた。よく訓練された5名のパネルによって実施した。

結果および考察

1. 魚肉貯蔵中のタンパク質, 遊離アミノ酸の変化

本実験に用いたキスのタンパク質, 遊離アミノ酸, 脂質量を Table 1 に示した。タンパク質含量は魚肉の17.1%, 遊離アミノ酸含量は1.02%であった。これらの値は〈四訂〉日本食品成分表に示されている値に近い。しかし、脂質含量は1.01%であり約50%低い値であった。一般に魚の脂質含量は捕獲時により異なり、年間の季節変動が大きいとされている⁴⁾。

Table 1 Contents of protein, free amino acids and lipid of the meat of *Sillago japonica*

	Content* (g/100g tissue)	(n)
Protein	17.1 ± 1.06	(7)
Free amino acids	1.02 ± 0.09	(6)
Lipid	1.01 ± 0.03	(3)

* Mean values ± S.D. (n): Sample number

捕獲当日から約一週間、前述のようにキスの魚肉を4種の異なる方法で貯蔵し、タンパク質含量の変動を調べ、その結果を Fig. 1 に示した。タンパク質含量の減少は全魚を冷凍貯蔵した場合 [WF(-25°)] に最も小さく、氷水貯蔵した場合 [WF(0°)] に最も大であった。魚の内臓に存在するプロテアーゼ作用を少なくする目的で、魚の内臓を切除して氷水貯蔵した場合、データは示さなかったが、タンパク質の減少は更に大きかった。すり身にした後、冷凍や冷却貯蔵した場合 [MF(-25°), MF(+5°)], タンパク質量の変化は全魚を冷凍貯蔵した場合の値と氷水貯蔵した値の間であった。すり身の冷却貯蔵中のタンパク質の減少が小さいのは、魚肉だけを取り出しているためプロテアーゼ活性が少ないためであると思われる。

キスの鮮魚（捕獲当日）では遊離アミノ酸含量は魚肉重量の約1%に当たり、タンパク質量の約6%であった。Fig. 2に示すように、魚肉の貯蔵に伴って遊離アミノ酸は徐々に減少した。全魚の冷凍貯蔵やすり身の冷凍、冷却貯蔵では、一週間後に魚肉の0.6%に減少したが、全魚の氷水貯蔵では0.2%にまで減少した。

牧之段等⁵⁾やSakaguchi等⁶⁾はコイやサバの筋肉を冷却貯蔵するとTCA可溶性のペプチドやアミノ酸が増加することを報告している。また、Jiang & Lee⁷⁾は数種の魚肉の冷凍貯蔵中にも遊離アミノ酸含量が増大することを報告している。しかし、本実験においては、4種の方法で魚肉を約一週間貯蔵したが、遊離アミノ酸の増加は全くみられなかった。キスは魚体が小さいため死後早い時期に自己消化がおこることが考えられるので、捕獲当日にすり身を0℃と40℃に放置し、2時間後までTCA可溶性アミノ酸の経時変化を調べたが、アミノ酸量の増加は全くみられなかった。40℃に放置したものでは30分後にすでにアミノ酸量が減少していた。

魚肉貯蔵中のタンパク質組成の変化をSDSポリアクリルアミドゲル電気泳動で調べた結果

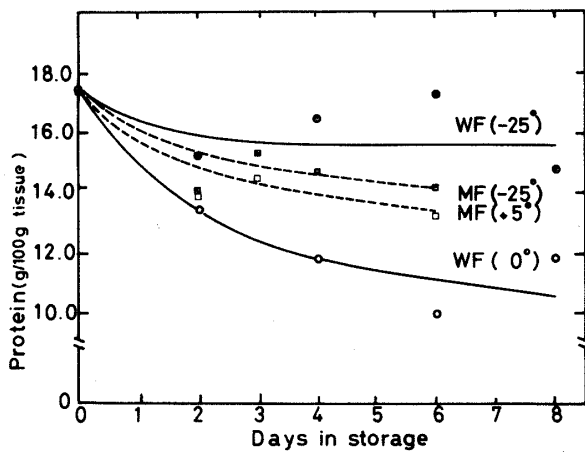


Fig. 1 Changes in protein contents of the meat of *Sillago japonica* during storage in four different conditions

●WF(-25°) and ○WF(0°): Whole fish stored at -25°C and 0°C, respectively. ■MF(-25°) and □MF(+5°): Minced fish (surimi) stored at -25°C and +5°C, respectively.

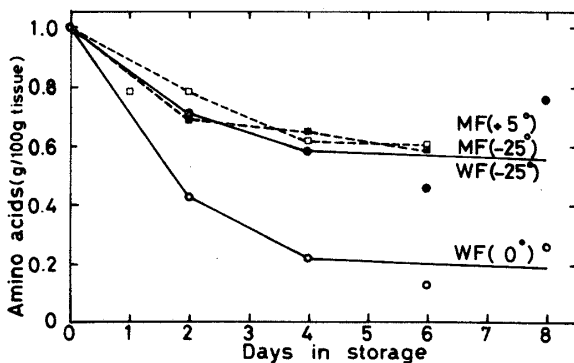


Fig. 2 Changes in contents of free amino acids of the meat of *Sillago japonica* during storage in four different conditions

Symbols are the same as in Fig. 1.

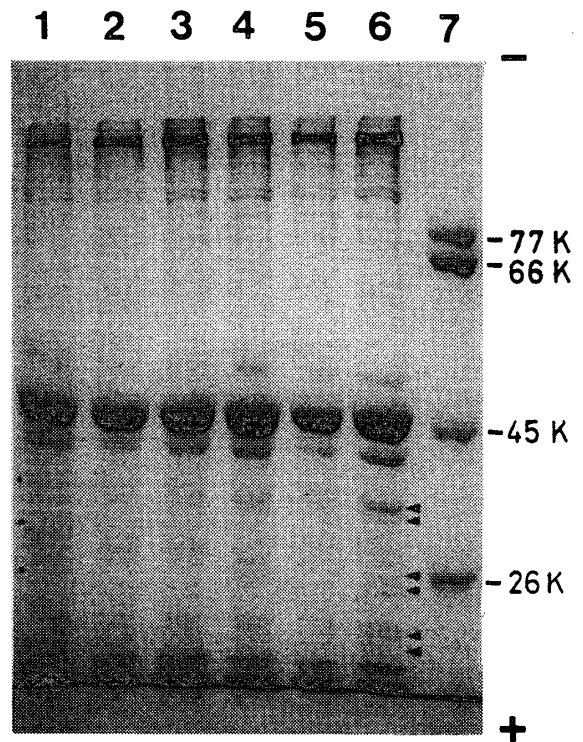


Fig. 3 SDS-Polyacrylamide gel electrophoresis of TCA-insoluble fractions of the meat of fresh and stored minced fish of *Sillago japonica*

Lines 1, 2 and 3: TCA-insoluble fractions of fresh fish, fish stored in ice water and stored at -25°C for 6 days, respectively. Lines 4, 5 and 6: TCA-insoluble fractions of minced fish freshly prepared, stored at +5°C and stored at -25°C for 6 days, respectively. ● and ◀: Disappearing and appearing bands, respectively.

を Fig. 3 に示した。魚肉貯蔵中に消失するタンパク質バンドと出現するバンドがみられた。分子量 4 万～3 万の 3 本のバンドが消失したが、全魚で貯蔵した場合 (Fig. 3, lane 2 と 3) にバンドの消失が顕著であった。一方、分子量 4 万以下の数本のバンドが出現したり、染色の度合いが濃くなった。この傾向はすり身の冷凍貯蔵の場合 (Fig. 3, lane 6) に顕著であった。

以上の結果は、すり身で貯蔵する場合には、タンパク質内部に幾つかの切断部位ができるが、TCA 可溶性の低分子にまでは分解されにくいことを示唆した。タンパク質やアミノ酸の分解に関与する酵素に関しては今後解明されるべき課題である。

2. たたきだんごの物理特性に及ぼす魚肉貯蔵の影響

カードメーターでの測定値は値が変動するが、田端と金津⁸⁾が報告しているように、測定回数を増やし、平均値をとれば信頼性が高まるので、各試料ごとに 5 回測定し、その平均値を採った。魚肉の貯蔵に伴うたたきだんごの破断力の変化を Fig. 4 に、硬さの変化を Fig. 5 に示した。新鮮魚のたたきだんごの破断力は約 16×10^5 dyne/cm² であったが、貯蔵魚のたたきだん

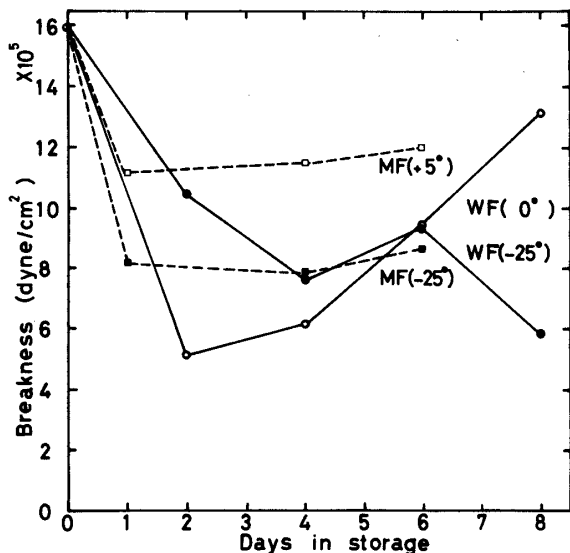


Fig. 4 Effects of storage conditions of fish and minced fish on breakness of the boiled minced meat ball (Tatakidango) of *Sillago japonica*

Symbols are the as in Fig. 1.

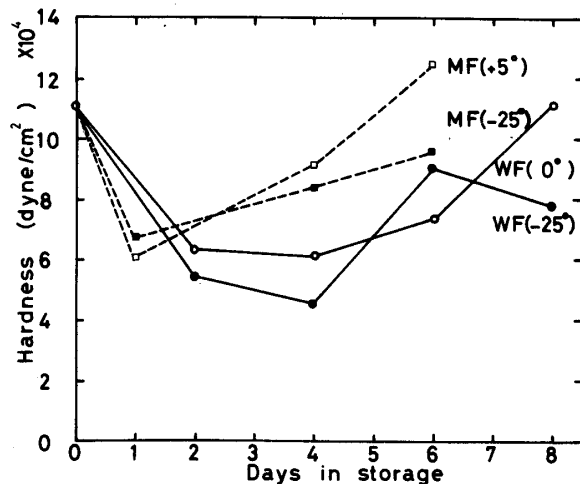


Fig. 5 Effects of storage conditions of fish and minced fish on hardness of the Tatakidango of *Sillago japonica*

Symbols are the same as in Fig. 1.

ごの破断力は鮮魚の値に比べて低かった。すり身で冷凍、冷却貯蔵した場合には貯蔵 1 日間で減少が著しく、以後一定値を示したが、冷凍貯蔵の方が減少が大であった。また、全魚の貯蔵では氷水貯蔵の方が減少が大であり、貯蔵 2 日間以後増大する傾向を示した。

新鮮魚のたたきだんごの硬さは 11×10^4 dyne/cm² であったが、すり身で冷凍、冷却貯蔵した場合は 1 日後に $6 \sim 7 \times 10^4$ dyne/cm² に減少し、以後徐々に増大する傾向を示した。また、全魚の冷凍、冷却貯蔵では 4 日間値が減少し、以後増大した。すなわち、すり身貯蔵の方が全魚の貯蔵より短時間に魚肉の変化が終わることが示唆された。魚肉の貯蔵に伴うだんごの破断力、硬さの変化はすり身の冷凍、冷却貯蔵の方が小であった。

以上の結果は、すり身にして貯蔵した方が全魚で貯蔵するよりも調理後のたたきだんごの物理特性の変化が小さいことを示している。

3. たたきだんごの物理特性と食味特性に及ぼす食塩の添加効果

魚を捕獲した当日に、食塩無添加すり身と食塩添加すり身の2種をつくり、それぞれ冷凍、冷却貯蔵した。食塩無添加すり身はそのまま加熱調理し、たたきだんごにしたものと、加熱前に食塩を添加して加塩すり身とし、たたきだんごにしたものの2種をつくった。たたきだんごの物理特性と食味特性を調べ、すり身貯蔵中の食塩添加効果と、加熱調理直前の食塩添加効果を検討し、結果をTable 2に示した。捕獲当日に新鮮魚肉でつくったたたきだんごの破断力及び硬さは 9.9×10^5 、 10.4×10^4 dyne/cm²であったが、3%食塩を添加してつくったたたきだんごでは、各々 15.8×10^5 、 13.1×10^4 dyne/cm²となり、破断力も硬さも増大し、弾力のあるきめの細かいものとなった。また、官能検査の結果、食塩を添加したすり身でつくったたたきだんごはうま味もテクスチャも向上し、総合評価で食塩無添加のものがおいしい(4)に対し、食塩添加のものは非常においしい(5)と評価された。

Table 2 Effect of salt addition to the minced fish of *Sillago japonica* on breakness, hardness and sensory evaluation of the Tatakidango

Days in storage	Storage conditions	NaCl*	Breakness (dyne/cm ²)	Hardness (dyne/cm ²)	Sensory evaluation
0		-	9.9×10^5	10.4×10^4	4
		+	15.8	13.1	5
3	Refrigerator (+5°C)	-	9.1	9.6	2
		-/+	9.1	8.3	3
		+	17.7	13.1	4
	Freezer (-25°C)	-	8.3	10.0	2
		-/+	10.4	11.1	3
		+	17.6	12.6	4
7	Refrigerator (+5°C)	-	11.6	9.6	1
		-/+	11.0	10.3	2
		+	23.4	13.1	2
	Freezer (-25°C)	-	7.7	7.8	1
		-/+	9.5	8.3	2
		+	15.1	11.1	4

* -: NaCl was not added, -/+ : NaCl was added after storage and before boiling, + : NaCl was added before storage.

すり身を冷却貯蔵する場合、食塩無添加で貯蔵すると、破断力が一度減少しその後増大する傾向を示したが、官能検査の結果、貯蔵0日：おいしい(4)、3日：まずい(2)、7日：非常にまずい(1)と貯蔵時間が長くなるにつれてまずくなっていくことが示された。加熱調理直前に食塩を添加した場合は、たたきだんごの物理特性に対する顕著な影響はなかったが、官能検査の結果、どの試料の場合にも食塩添加による呈味効果があり、無添加のものよりおいしいと評価された。一方、食塩をすり身調製時に加えて冷却貯蔵した場合には、貯蔵時間が長くなるにつれて破断力が著しく増大し、硬いかまぼこ状になり、官能検査の結果も、貯蔵3日後にはおいしい(4)が7日後にはまずい(2)となった。本実験で長時間冷却貯蔵したすり身のたたきだんごは非常に硬くなったが、これは座り⁹⁾が起ったためであると考えられる。

すり身を冷凍貯蔵した場合、食塩無添加すり身ではたたきだんごの破断力も硬さも減少し、官能検査の結果もパサパサして味も悪く、3日後はまずい(2)、7日後には非常にまずい(1)となった。加熱直前に食塩を添加すると、たたきだんごの破断力が増大し、官能検査結果も向上した。〔3日：ふつう(3)、7日：まずい(2)〕

一方、捕獲当日に食塩を添加してすり身をつくり冷凍貯蔵した場合には、新鮮魚でつくったたたきだんごの破断力や硬さと同程度の値が保たれた。官能検査の結果も、新鮮魚のたたきだんごに比べて幾分評価が下がったが、7日後でもおいしい(4)と評価され、他の貯蔵方法に比べてよい結果が得られた。

本実験のすべての試料において、すり身に食塩を添加した場合、たたきだんごのきめが細かく、うま味が増大した。佐藤等¹⁰⁾は冷凍すり身の中でアクトミオシンフィラメントがよく発達していることを電顕的に示している。そこで、食塩添加により形成されたアクトミオシンのゲル内にうま味成分（遊離アミノ酸やヌクレオチド）が保持された可能性を検討する目的で、加熱調理前（すり身）、後（たたきだんご）の遊離アミノ酸量を測定した。その結果、Table 3に示すように3日間冷却貯蔵した場合には、食塩無添加すり身と食塩添加すり身でつくったたたきだんごの遊離アミノ酸保持率に差はなく、冷凍貯蔵では食塩添加の方がむしろ保持率が低い傾向にあった。したがって官能検査結果に表われた食塩添加の呈味効果は、アクトミオシンフィラメントのゲルによるうま味成分の保持の結果ではなく、人間の味覚に何らかの影響が与えられたためであろうと推察される。

以上の結果より、新鮮魚でつくったたたきだんごの物理特性と食味特性を持続させる貯蔵方法は、すり身に食塩を添加して冷凍貯蔵するのがよいことが示唆された。志水と藤田¹¹⁾も晒したすり身に食塩を添加することによって凍結時のカマボコ形成能の劣化を遅延させると報告している。したがって、漁村で食塩添加すり身をつくり、冷凍貯蔵・輸送する方法をとれば、漁村以外の地域においても魚肉たたきだんごを広く普及できると考える。

要 約

新鮮な小魚肉の特性を長期間保持できる貯蔵方法を見いだす目的で、魚肉を異なる方法で貯蔵し、貯蔵中の魚肉の含有タンパク質や遊離アミノ酸の変化および加熱調理後のたたきだんごの物理特性と食味特性を調べた。

新鮮キス肉のタンパク質と遊離アミノ酸含量は各々17.1%と1.02%であったが、一週間貯蔵する間に両値とも徐々に減少した。加熱調理後のたたきだんごの破断力や硬さの変化は、全魚を氷水貯蔵した場合に最も大であり、すり身にして冷凍・冷却貯蔵した場合には小であった。食塩を加熱前に加えてだんごをつくと、たたきだんごの物理特性および食味特性が向上した。新鮮なキス肉でつくったたたきだんごの特性を長く保持させる最もよい魚肉貯蔵方法は、食塩添加すり身をつくり冷凍貯蔵する方法であった。

終わりに本研究を行うに当たり御指導いただきました三重大学丹羽栄二教授、鮮魚を御提供下さいました南知多町豊浜・青山ひで子氏に感謝致します。また、本研究は本学生活科学研究所の研究助成費により行ったものであることを付記します。

Table 3 Contents of free amino acids of the minced fish of *Sillago japonica* before and after boiling

Samples	Storage conditions	NaCl *	Amino acid content (g/100g tissue)	
			Before boiling	After boiling
1	Refrigerator (+5°C)	—	0.886 (100)	0.813 (92)
2		—/+	0.845 (100)	0.813 (96)
3		+	0.793 (100)	0.712 (90)
4	Freezer (-25°C)	—	0.809 (100)	0.809 (100)
5		—/+	0.918 (100)	0.809 (88)
6		+	0.930 (100)	0.674 (74)

* The same as described in Table 2.
The values in parentheses indicate the relative percentage of the contents of free amino acids before and after boiling.

文 献

- 1) Bradford, M. M. : *Anal. Biochem.*, **72**, 248~254 (1976)
- 2) Laemmli, U. K. : *Nature*, **227**, 680~685 (1970)
- 3) 飯尾尚子 : 調理科学, **2**, 54~60 (1969)
- 4) 吉田静代 : 日本家政学会第37回大会研究発表要旨集 A81 (1985)
- 5) 牧之段保夫, 広塚元彦, 池田静徳 : 日水誌 **46**, 1507~1510 (1980)
- 6) Sakaguchi, M., M. Murata and A. Kawai : *Bull Japan Soc. Sci. Fish*, **50**, 323~329 (1984)
- 7) Jiang, S. and T. Lee : *J. Agric. Food Chem.*, **33**, 839~844 (1985)
- 8) 田端義明, 金津良一 : 日水誌, **41**, 233~241 (1975)
- 9) 丹羽栄二 : ジャパンフードサイエンス, **1982-12**, 41~48 (1982)
- 10) 佐藤繁雄, 土屋隆英, 松本重一郎 : 日水誌, **50**, 2117~2126 (1984)
- 11) 志水寛, 藤田照人 : 日水誌, **51**, 1187~1194 (1985)