

調整味噌床を用いた味噌漬けサワラ肉とメロ肉の味とテクスチャーの変化

Effects of the Taste and Texture of Fish Cured with Miso Paste

宮内(古根)康衣* 藤浪典子** 市川朝子*§ 下村道子*

Yasue Miyauchi(Furune) Noriko Fujinami Tomoko Ichikawa Michiko Shimomura

Misozuke of fish is a traditional processing and cooking method whereby fish meat is cured in miso (fermented soybean paste) to preserve and improve its eating quality. The effects on the taste and texture of fish meat cured in low (I) and high (II) contents of prepared miso paste were evaluated. Filleted steak samples of frozen Spanish mackerel and Magellan greenling were cured in each prepared miso paste. A sensory test indicated that the Spanish mackerel meat cured in both miso paste I and II for 5 days was liked, but that only the Magellan greenling meat preserved in miso paste II for 5 and 7 days was liked. The samples liked by the sensory test had high Rheometer values. Preservation of the fish meat in miso paste II resulted in the myomere becoming hard, while the connective tissue (myocommata) was easily eluted into hot water. SDS-PAGE patterns of the connective tissue of Spanish mackerel revealed the decomposition of collagen during preservation in the crude miso enzyme solution.

キーワード: サワラ Spanish mackerel; メロ(マジェランアイナメ) Magellan greenling; 味噌漬け cured in miso; 官能検査 sensory test; テクスチャー texture; コラーゲン collagen

緒言

魚肉の味噌漬け処理は、古くは魚肉の保存性を目的にしたものであったが、現代では嗜好性の向上のために行われている。著者らは、これまでにサワラ、サケ、カジキマグロ、カマスサワラの肉を味噌漬け処理し、その保存中に起こる肉の硬さなどの物性の変化とその原因となるタンパク質の変化を調べ、味噌の中の酵素がサワラ肉タンパク質を分解することを報告した¹⁻³⁾。また、新井・伊東らは、味噌漬け中に味噌の遊離アミノ酸が魚肉に移行して魚肉のうま味に関与していることを述べている^{4,5)}。さらに、山崎らは、魚肉の味噌漬け処理中に味噌のトコフェノールやレシチンなどの脂溶性成分が魚肉に移行しており、味噌や魚肉のペプチドが魚肉脂質の酸化を防止する効果があることを報告した。また、カツオの味噌漬け実験を行って保存性が向上すること、長期保存による軟化が起こる原因はタンパク質の低分子化によることを報告している⁶⁻⁸⁾。

本実験では、これまでに報告したサワラなどの味噌漬け実験よりも実際の調理に近い条件を設定した。そこで、現在流通している冷凍魚や深海魚などで嗜好性が低い魚の肉を味噌漬けにしておいしく食べる方法を探ろうとした。経済的には味噌の量が少ない方が価格は安くできることもあり、味噌床の違いが食味に対してどのように影響するのか、

また、脂肪含量が異なるサワラとメロを用い、魚種の違いによる影響についても知ろうとした。さらに、これまで、研究されることが少なかった魚コラーゲンに対する味噌の影響についても調べようとした。

実験方法

1 試料

1) 魚肉

試料に用いた魚肉はサワラ *Scomberomorus niphonius* (Spanish mackerel)、およびメロ (マジェランアイナメ *Dissostichus eleginoides* (magellan greenling) (マジェランアイナメが和名になっているが、一般的にメロで流通しているので本論文ではメロとする。))の背肉冷凍品を用いた。魚は水産加工業者が味噌漬けとして製造に使用している魚肉冷凍品のフィレを用いた(サワラは中国、メロはオーストラリアからの輸入品)。保存は、-40℃の冷凍庫に保存した。後述する方法で実験室において測定した試料肉の成分は、サワラは水分73.9%、タンパク質20.6%、脂質7.4%で、pHは5.91であった。メロは水分62.8%、タンパク質15.1%、脂質22.9%で、pHは6.47であった。

2) 味噌

味噌は、白甘味噌((株)西京味噌 西京)を用いた。味噌の成分は、タンパク質7.3%、脂質4.0%、糖質43.9%、食塩4.9%(製造元分析値)であり、実験室での分析で水分は42.0%(常圧乾燥法)、pHは5.6であった。味噌は-40℃の冷凍庫に保存し、実験のつど解凍し使用した。

3) 砂糖、食塩、清酒

砂糖はグラニュー糖(新三井製糖(株))を、食塩は特級塩化ナトリウム(富田製薬(株))を、酒は清酒(大関(株))

* 大妻女子大学
(Otsuma Women's University)

** 株式会社 グレープ ストーン
(Ltd. Grape stone)

§ 連絡先 大妻女子大学 家政学部
〒102-8357 東京都千代田区三番町12
TEL 03(5275)6062 FAX 03(5275)9172

上撰金冠)を用いた。酒の pH は 4.2 であった。

2 実験試料の調製

1) 魚肉の解凍方法及び切り方

魚肉は、冷凍魚肉フィレをラップフィルムに包み、実験のつど 4℃ の冷蔵庫内で約 16 時間解凍して、牛刀で切れる硬さにまで解凍した。魚の筋線維と直角になるよう体長方向に 1.5 cm 厚さの切り身にした。サワラ 1 切れの重量は 21~30 g, メロは 24~50 g であった。

2) 味噌漬け方法

味噌床は、味噌の割合が少ない味噌床 I と味噌の割合が多い味噌床 II の 2 種類を調製した。その材料配合割合は表 1 の通りである。これは、以前から行っていた味噌漬け実験の結果を参考にして、また、魚肉味噌漬けを製造している京都の業者が行っている割合を参考にして決めた。味噌床の水分、調味料、pH は、味噌床 I では、水分 54.3% (アルコール分を含む)、食塩 2.5%, 砂糖 15% で、pH 5.4 であり、味噌床 II では、水分 46.2% (アルコール分を含む)、食塩 4.3%, 砂糖 8.0% で、pH 5.5 であった。魚肉の漬け込み方法は、1 回の漬け込みに用いる試料の量は、サワラでは 100~150 切れを、メロでは 70~120 切れをランダムに組み合わせて使用した。魚肉をガーゼに包み、魚肉重量の 60% の味噌床に漬け、密閉容器に入れて 4℃ の冷蔵庫に 1~7 日間保存した。対照として無処理の魚肉もラップフィルムに包んで同様に保存し実験に供した。

3) 加熱方法

魚肉は 1 切れずつアルミ箔で包み、上部を少し開け、魚肉の中心部が 75℃ になるまでオーブントースター (ナショナル製 NT-T 13, HIGH POWER 1,000 w) で加熱した。適した加熱時間はサワラが約 6 分、メロが約 7 分 30 秒であった。

3 分析・測定方法

1) 魚肉の一般成分, pH, 塩分, 糖分の測定

魚肉の水分は 105℃ 常圧乾燥法で、タンパク質はケルダール法で、脂質はクロロホルム-メタノール混液法で測定した。pH および塩分測定には、生魚肉、味噌漬け肉とも一切れを細断してその中から約 10 g を乳鉢に採取し、脱イオン水 2 倍 (約 20 g) を加えてすり潰して肉粥状にした後、pH はガラス電極 pH メーター ((株)堀場製作所 LAB F-22) で、塩分は食塩濃度計 ((株)全研 NA-07 EX 型)を用いた。糖分は、肉粥をろ過したろ液を糖度計 ((株)

アタゴ 手持屈折計)で測定した読みの値をとった。

2) 遊離アミノ酸の定量

無処理肉及び 1, 3, 5, 7 日間の味噌漬け処理肉 2 g に冷 10% トリクロロ酢酸を加えて摩砕し、4℃, 6,000 rpm で 30 分間遠心分離して上澄液をアミノ酸分析 (日立高速アミノ酸分析計 L-8800 型) の試料とし、ニンヒドリン法で分析した。

3) コラーゲンの測定

味噌漬け魚肉 10 g に予備実験を行って決めた 60℃ の脱イオン水 100 ml を加えてホモジナイズ後、遠心分離し、上澄液中に溶出していると考えたコラーゲンを、加水分解してヒドロキシプロリンを J. F. Woessner の方法⁹⁾ で定量した。その値に銭谷と山北が報告¹⁰⁾ した魚コラーゲンのヒドロキシプロリン 10.25% から算出した係数 9.75 を乗じて、コラーゲン量とした。生肉の全コラーゲンを測定し、それに対する溶出率で示した。

4) SDS-PAGE 分析

サワラ筋隔膜を機械的にはぎ取り、付着している肉を水洗して除去後、細断したものを結合組織試料とした。味噌粗酵素液は、味噌に同量の水を加えてよく攪拌し、10,000 rpm で 30 分間遠心分離して中層の透明な液を用いた。また、加熱粗酵素液は味噌をピーカーに入れ 100℃ の水中で 30 分間加熱後、同様に採取した液を用いた。サワラ結合組織試料を試験管に 0.05 g 採取し、味噌粗酵素液を 1.6 ml 加え、35℃ の温浴中で 1, 3, 5 時間反応させた後、トラッキングダイを加えて (タンパク質終濃度 2~3 mg/μl) 泳動試料とした。分析は、スラブ型電気泳動装置 (アトー(株) AE-6530 M) を用い、5~20% グラジェントゲルで、Laemmli¹¹⁾, 鈴木¹²⁾, Hayashi と Nagai¹³⁾ の方法を参考にして行った。

5) 加熱魚肉の物性測定

加熱した魚肉を密閉容器に入れ約 30 分間室温に放置し、魚肉が室温になってから、物性試験機 ((株)山電, レオメータ RE-33005) により、荷重 2 kg, プランジャー円柱型直径 3 mm で破断強度測定を行った。切り身の測定は、圧縮率 60% で、切断面にプランジャーを当て、魚の体長方向と平行 (筋線維と同方向) にプランジャーを押し入れて最大荷重値を測定した。また、筋節は加熱魚肉からそとはがしてねかせ、筋線維に直角にプランジャーを当て、圧縮率 80% で最大荷重値を測定した。

6) 官能検査法

加熱した魚肉の塩味、甘味、うま味および硬さについての識別試験と、塩味、甘味、硬さ、総合的な好みについての嗜好試験を行った。方法は、評点尺度を用いた採点法 (1~5 の尺度) で、基準の試料 (3 日後の試料を 3 点とする) に対し、漬け込み 1, 2 日、及び 5, 7 日の魚肉を評価してもらい、有意差検定は分散分析によった。また、味噌床の違いを同様の方法で 5 日間漬けた魚肉を用いて評価してもら

表 1. 味噌床の配合割合 (%)

	味噌床 I	味噌床 II
味噌	50	80
清酒	10	2
砂糖	15	8
水	25	10

調整味噌床を用いた味噌漬けサワラ肉とメロ肉の味とテクスチャーの変化

った。結果を標準偏差を付けた評点平均値で示した。パネルは大妻女子大学の学生および教職員 18~20 名とした。

結果及び考察

1 味噌漬けによる味と硬さの変化

サワラやサケの味噌漬け肉は、味噌に漬けなかった塩味の魚肉と比べて焼くと、色が濃く、においは香ばしく、甘味が強く、硬く、うま味が強く、筋節がはがれやすいと

評価され、総合的に好まれていたことを予備実験で確かめた。そこで、脂質が少ないサワラと多いメロを用いて、漬け込む味噌床の違い、保存期間の違いが味噌漬け肉の味や硬さ、嗜好性におよぼす影響を検討することにした。

1) サワラ味噌漬け肉の食味に対する保存期間の影響

サワラ肉を、味噌床ⅠとⅡにそれぞれ漬け、所定の期間後に取り出して焼き、官能検査を行った結果が表2と3である。

表2. サワラ味噌漬け肉の味の強さと硬さの評価

(評定平均値±標準偏差)

	保存期間	1日後	2日後	3日後	5日後	7日後
味噌床Ⅰ n=20	塩味の強さ 判定	2.35±0.65 a	2.45±0.69 a	3.00 b	2.85±0.63 b	2.95±0.22 b
	甘味の強さ 判定	1.70±0.45 a	2.40±0.80 b	3.00 c	3.90±0.99 d	3.55±1.28 d
	うま味の強さ 判定	1.65±0.48 a	2.45±0.67 b	3.00 c	3.50±0.81 d	2.5±1.22 be
	硬さ 判定	1.90±0.44 a	2.95±0.74 bc	3.00 c	3.00±1.14 c	2.45±1.16 d
味噌床Ⅱ n=20	塩味の強さ 判定	2.85±1.15	3.00±0.84	3.00	2.90±1.08	2.40±0.67
	甘味の強さ 判定	2.10±0.83 a	2.85±0.91 b	3.00 b	3.40±0.92 b	3.10±1.26 b
	うま味の強さ 判定	2.25±0.88 a	2.95±0.86 bc	3.00 bc	3.20±0.98 b	2.55±1.16 ac
	硬さ 判定	2.45±1.07 a	2.80±0.93 ab	3.00 b	3.25±0.54 b	1.95±0.92 c

判定欄の異なる英字の間に5%の危険率で有意差があることを示す。

表3. サワラ味噌漬け肉の嗜好における評価

(評点平均値±標準偏差)

	保存期間	1日後	2日後	3日後	5日後	7日後
味噌床Ⅰ n=20	塩味の好み 判定	2.55±0.86 a	2.8±0.40 a	3.00 b	3.45±0.80 c	2.55±0.86 a
	甘味の好み 判定	2.90±0.83	2.55±1.28	3.00	3.00±1.22	2.65±0.85
	硬さの好み 判定	2.00±0.44 a	2.50±0.74 b	3.00 c	3.00±1.00 c	2.65±1.10 bc
	総合的好み 判定	2.30±0.46 a	3.00±0.54 b	3.00 c	3.35±0.48 d	2.45±0.50 a
味噌床Ⅱ n=20	塩味の好み 判定	2.65±1.10 ab	3.10±0.83 a	3.00 a	2.50±0.92 b	2.40±0.97 b
	甘味の好み 判定	2.90±0.83	2.55±1.28	3.00	3.00±1.22	2.65±0.85
	硬さの好み 判定	2.00±0.31 a	2.85±0.96 b	3.00 b	3.00±0.77 b	2.65±1.10 b
	総合的好み 判定	2.05±0.33 a	2.55±0.50 b	3.00 c	3.75±0.70 d	2.55±0.67 b

判定欄の異なる英字の間に5%危険率で有意差があることを示す

味噌床Ⅰでは、漬け込み期間が長くなるにつれて、塩味、甘味、うま味の強さ、硬さの値が上昇したが、漬け込み7日後には塩味を除いて値が低下していた。味噌床Ⅱでは、塩味については有意差がなく、甘味とうま味の強さ、硬さは5日後まで上昇したが、7日後には低下しているのがみられた(表2)。漬け込み期間が長い方が味噌からの塩味は魚肉に浸透しているであろうことは当然考えられるが、同時に味噌の甘味、うま味成分も浸透していると推定され、塩味の感じられ方が弱められるのではないかと考えられた。また、味として7日後の魚肉に苦味を感じるという意見があったことから、肉タンパク質に分解が起こり²⁾、うま味以外の異味が生じていたことが考えられる。

サワラの嗜好試験では(表3)、味噌床Ⅰの肉の塩味は5日後が好まれ、甘味には差がなく、硬さは3、5日後が、総合的好みでは5日後が好まれた。味噌床Ⅱでは、塩味は薄い方が好まれ、甘味には差が無く、硬さは2日以後変わらず、総合的な好みとしては5日後が好まれた。味噌床Ⅰ、Ⅱともに、硬さは硬い方が好まれる傾向であり、また、うま味が強いと感じられるものが総合的に好まれる傾向であった。それぞれの味についての検査では、好まれるものははっきりしなくても、総合的評価では5日漬けのものが好まれたといえる。

2) メロ味噌漬け肉の食味に対する保存期間の影響

メロ味噌漬け肉における味噌床Ⅰの評点平均値では(表4)、硬さは5日以後高くなっていたが、味の強さに漬け込み期間による違いは見られなかった。味噌床Ⅱでは、塩味は7日後が高く、甘味、うま味、硬さも保存期間が長い方が高いといえる。

嗜好検査の結果(表5)は、味噌床Ⅰでは、味、硬さ、総合的好みのいずれにも差がなかった。味噌床Ⅱでは、塩味と甘味ではほとんど差がなく、硬さと総合的好みで5・7日後が好まれた。メロ肉の味噌漬けの場合は、漬け込み期間の長い方が好まれた。

3) 魚種の違いと味噌床の違いによる食味への影響

魚種の違いによる食味の違いを見ると、サワラ肉では5日間漬けた評価が高く、7日漬けは好まれなかった。メロ肉では味噌床Ⅱにおいて5日と7日漬けでは差がほとんどなく好まれた。嗜好に影響する要因としては、サワラ、メロともに呈味の強さと硬さが影響するものと考えられた。メロ肉で漬け込み期間が長い方が好まれたのは、メロ肉はサワラ肉よりも、脂質が多く、水分が少ないので、味噌床の呈味成分の浸透が遅れるためと考えられる。

さらに、味噌床による影響をみようとしてサワラとメロをそれぞれ5日間味噌床ⅠとⅡに漬けた肉の比較を行った。その結果を表6に示す。サワラ、メロともに味噌床Ⅱに漬けた方が多くの項目で評点平均値が高く、とくにうま味の強さ、総合的な好みで味噌床Ⅱに漬けた方が有意に高かった。メロでは、味噌床Ⅱの方が硬く、好まれていた。サワラで硬さに差が見られなかったのは、味噌床Ⅰ・Ⅱともに肉の硬さが漬け込み初期から硬くなっていたと考えられる。

4) 魚肉の味噌漬け処理による重量、水分、pH、食塩、糖分、遊離アミノ酸の変化

味噌漬け肉の食味には官能検査により、漬け込み期間の違い、味噌床による違いがみられ、これには味噌床の呈味成分の浸透が影響していると考えられる。そこで、魚肉の重量、水分および味に関係する成分の変化を調べた。

表4. メロ味噌漬け肉の味の強さと硬さの評価

(評点平均値±標準偏差)

	保存期間	1日後	2日後	3日後	5日後	7日後
味噌床Ⅰ n=18	塩味の強さ 判定	2.77±0.76	3.38±0.89	3.00	3.05±0.62	3.11±0.81
	甘味の強さ 判定	2.94±1.12	3.00±0.88	3.00	3.44±1.11	3.50±1.01
	うま味の強さ 判定	2.72±1.04	2.72±0.83	3.00	3.22±0.85	2.83±0.89
	硬さ 判定	2.22±1.08 a	2.72±0.44 a	3.00 a	3.11±0.83 b	3.11±0.87 b
味噌床Ⅱ n=20	塩味の強さ 判定	2.75±0.70 a	2.85±0.85 a	3.00 a	2.85±0.73 a	3.55±0.67 b
	甘味の強さ 判定	3.20±1.12 ab	2.85±1.19 a	3.00 a	3.70±1.10 bc	3.95±0.86 c
	うま味の強さ 判定	2.30±0.95 a	2.85±1.06 ab	3.00 bc	3.35±0.96 bc	3.55±0.97 c
	硬さ 判定	2.35±1.38 a	2.45±1.07 a	3.00 ab	3.15±1.25 b	3.55±1.11 b

判定欄の異なる英字の間に5%の危険率で有意差があることを示す。

調整味噌床を用いた味噌漬けサワラ肉とメロ肉の味とテクスチャーの変化

表 5. メロの味噌漬け肉の嗜好における評価

(評点平均値±標準偏差)

	保存期間	1 日後	2 日後	3 日後	5 日後	7 日後
味噌床 I n=18	塩味の好み 判定	2.77±1.08	2.94±0.86	3.00	2.88±0.98	3.00±0.88
	甘味の好み 判定	2.61±0.89	3.11±1.04	3.00	3.00±0.94	2.80±0.95
	硬さの好み 判定	2.55±1.06	3.11±0.8	3.00	2.88±1.04	3.11±0.93
	総合的好み 判定	2.61±1.06	3.22±1.18	3.00	2.90±1.13	2.72±1.09
味噌床 II n=20	塩味の好み 判定	3.00±0.77	2.90±0.88	3.00	2.90±0.70	3.00±0.54
	甘味の好み 判定	2.10±0.44 a	2.95±0.74 b	3.00 b	3.20±0.74 b	3.30±0.74 b
	硬さの好み 判定	2.75±1.26 a	2.95±0.92 a	3.00 a	3.50±0.67 b	3.60±0.73 b
	総合的好み 判定	2.25±0.62 a	2.86±0.96 b	3.00 b	3.60±0.92 c	3.80±0.75 c

判定欄の異なる英字の間に 5% 危険率で有意差があることを示す

表 6. 味噌漬け魚肉の味噌床の違いによる差

(評点平均値±標準偏差)

試験法	魚 肉	サワラ肉			メロ肉		
	比較項目と検定	味噌床 I	味噌床 II	検定	味噌床 I	味噌床 II	検定
識別試験 n=20	塩味の強さ	3.00	3.35±0.96		3.00	4.10±0.7	**
	甘味の強さ	3.00	4.00±0.95	**	3.00	2.55±1.02	
	うま味の強さ	3.00	3.90±0.77	**	3.00	3.75±1.09	**
	硬さ	3.00	3.35±1.38		3.00	4.01±1.77	**
嗜好試験 n=20	塩味の好み	3.00	3.70±0.84	**	3.00	3.40±0.92	
	甘味の好み	3.00	3.90±0.94	**	3.00	3.65±0.65	**
	硬さの好み	3.00	3.45±1.16		3.00	3.55±1.11	*
	総合的な好み	3.00	4.05±1.02	**	3.00	4.00±1.09	**

試料は 5 日漬け、味噌床 I を基準 (評点 3) にして味噌床 II を評価。検定欄の * は 5% 危険率で、

** は 1% 危険率で有意差があることを示す。

表 7. 魚肉の味噌漬け処理による水分の変化 (%)

保存日数	サワラ肉		メロ肉	
	味噌床 I	味噌床 II	味噌床 I	味噌床 II
0	72.2±3.1	—	62.4±1.7	—
1	67.8±1.2	65.8±1.8	61.9±1.7	57.7±1.1
2	63.9±1.9	60.7±1.7	58.1±1.6	55.4±1.0
3	64.7±2.5	64.2±1.4	64.1±0.6	56.7±1.0
5	64.6±1.7	61.6±0.9	56.1±1.2	53.7±1.3
7	65.1±1.1	64.2±0.4	57.0±1.4	54.7±2.1

保存 0 日は無処理肉。数字は平均値±標準偏差

表 8. 魚肉の味噌漬け処理による重量の変化

保存日数	サワラ肉		メロ肉	
	味噌床 I	味噌床 II	味噌床 I	味噌床 II
0	100	100	100	100
1	100.3±1.2	96.1±1.6	97.5±1.0	93.9±1.8
2	102.5±1.9	97.7±1.8	98.0±1.4	93.7±2.0
3	104.2±2.1	97.1±1.4	99.6±1.6	91.9±2.1
5	106.6±2.2	100.4±1.9	102.8±2.1	94.1±2.5
7	110.0±1.9	102.6±1.5	102.4±1.6	98.9±2.5

無処理肉を 100 として。数字は平均値±標準偏差

i) 味噌漬け処理中の水分と重量の変化

食品の呈味成分の移動には水分が影響しているため、味噌漬け処理中の水分の変動とそれに関連している重量の測定をした結果を表 7 と表 8 に示す。味噌床の水分は前述のように味噌床 I は 54.3%、味噌床 II は 46.2% なので、魚

肉よりもかなり少なく、漬け込み初期には魚肉からの脱水が起こり、魚肉の水分は低下する。そして、2~3 日以後はほぼ一定に向かい、魚肉から浸出した水分は味噌床の成分と混合し、平衡状態に近くなってくると考えられる。

一方、重量をみると、サワラ味噌床 I では、保存期間と

ともに増加しているが、サワラ味噌床Ⅱとメロでは一度減少してその後次第に増加し、元の重量を超えるようになる。これは、味噌の食塩が魚肉に浸透して魚肉タンパク質の保水性が高まると、水分と味噌の成分と一緒に魚肉に吸着されていく現象が起これと考えられる。これはすでに報告した粕漬け魚肉においても見られた現象¹⁴⁾である。味噌床や粕床の重量は測定すると減少しているのが観察されている。従って、このように味噌漬け処理中には、魚肉の水分が一度浸出し、再吸収されている。肉の水溶性成分も水とともに浸出し、水が再吸収されるときには味噌の成分も一緒に侵入していくと考えられる。重量の変化はこのことを示している。

ii) 味噌漬け肉の pH の変化

魚肉の pH は、無処理肉のサワラでは 5.91、メロでは 6.47 であった。味噌漬け処理により、サワラの保存期間中 pH はほとんど変化が見られず、7 日後には 5.91~6.02 であった。メロは 1 日後に 5.96~5.86 になり、その後徐々に上昇して 7 日後には 6.12~6.32 になった。味噌床Ⅰ、Ⅱにおいては、味噌床ⅠよりもⅡの方が pH の値は 0.01~0.25 くらい低い差は小さく、また、加熱した肉では、サワラ肉は 6.4 以下、メロは 6.7 以下であった。

iii) 味噌漬け処理による食塩濃度、糖度、遊離アミノ酸の変化

サワラ肉とメロ肉の味噌漬け処理中の食塩濃度、糖度を表 9 に示した。

2 種類の味噌床においては、味噌床Ⅰよりも味噌床Ⅱの方が、また保存期間が長くなるにつれて食塩濃度、糖分の値が高くなっていった。この糖分の値は糖度計による測定であり、屈折率に影響する糖分のみならず食塩、その他の成分も含まれていると考えられ、大まかな目安である。なお、加熱はアルミ箔に包んで焼いているので、乾燥度合いは低い、肉タンパク質の変性により肉の保水性が低下するので、水分とともに塩分が溶出して、食べたときの加熱肉の塩分濃度は生肉よりも低いものと考えられる。官能検査の総合的好みで評価が高かった魚肉には表中で細かい網目を付け、次に好まれたものは粗い網目を付けて示した。苦味

が感じられるというコメントがあったサワラ肉 7 日漬けを除くと、概して、サワラ、メロの味噌漬け肉で嗜好性が高いと評価されたのは、塩分、糖分の濃度が高く、うま味が強いと評価されたものであった。味噌の塩分と糖分が浸透していたことは、当然遊離アミノ酸が浸透していることは考えられるので、加熱魚の遊離アミノ酸を測定した。

サワラとメロの味噌漬け肉の生肉、加熱肉の遊離アミノ酸を表 10 に示した。味噌床Ⅱに漬けたものである。漬け込みの期間を長くすると、サワラでは、タウリンとヒスチジンが減少し、味噌に多く含まれているグルタミン酸、アスパラギン酸、アラニン、バリン、リジン、アルギニンなどが増加した。その他いずれのアミノ酸も増加していた。メロでは、全体にサワラよりも遊離アミノ酸が少なく、とくにヒスチジンが少なかった。味噌漬け魚肉の遊離アミノ酸についてはこれまでの他の研究^{4,5,8)}においてもすでに報告されているが、漬け込みによっていずれの魚肉も味噌の遊離アミノ酸のパターンに似てきている。このようなことから、味噌漬け中に味噌床の成分が魚肉に浸透していることは明らかである。とくに、魚肉に遊離アミノ酸が少ないメロでは、保存期間を長くして味噌からのアミノ酸の浸透をさせることがおいしさを高めることになる。従って、味噌漬け魚の味には、魚のうま味成分と味噌床からの遊離アミノ酸、糖分、塩分が一緒になっておいしさを高めていると考えられる。また、味噌中のプロテアーゼが魚肉に侵入して肉タンパク質を分解していることもこれまでに示されており、タンパク質の分解による呈味成分の変化もあると推察する^{8,14)}。

2 味噌漬け肉の保存による硬さの変化

サワラとメロの切り身を所定の期間、味噌床Ⅰあるいは味噌床Ⅱに漬けて後、加熱し、破断強度解析を行い、その最大荷重値が図 1 である。

無処理のサワラ肉は、保存日数が増すにつれて硬さを示す最大荷重値が次第に低下しているのに対して、味噌漬け肉では保存日数が増すにつれて上昇していた。味噌床Ⅰよりも味噌床Ⅱに漬けた肉の方が高くなっており、味噌床Ⅰでは 3 日以後が高く、味噌床Ⅱでは 5・7 日後が高く、7

表 9. 魚肉の味噌漬け処理による食塩と糖分の濃度変化 (%)

試料	サワラ肉				メロ肉			
	味噌床Ⅰ		味噌床Ⅱ		味噌床Ⅰ		味噌床Ⅱ	
成分	食塩	糖分	食塩	糖分	食塩	糖分	食塩	糖分
保存時間(日) 0	0.3	1.8	0.3	1.8	0.5	2.0	0.5	2.0
1	1.0	4.9	1.6	5.1	1.1	4.5	1.3	5.1
2	1.1	4.8	1.8	5.7	1.2	4.7	1.3	6.1
3	1.2	5.9	2.0	6.4	1.0	5.7	1.4	6.5
5	1.3	6.1	2.1	7.2	1.0	6.2	1.5	7.6
7	1.3	5.5	2.2	7.5	1.1	6.5	1.6	7.8

数値は 2 回の平均値、味噌漬け 1~7 日の保存期間で、濃い網目の試料は官能評価の総合的好みで最も値が高い、薄い網目の試料は次に値が高いものである。

調整味噌床を用いた味噌漬けサワラ肉とメロ肉の味とテクスチャーの変化

表 10. 味噌漬け肉の遊離アミノ酸の変化																					
魚肉 保存(日)	サワラ味噌漬け生肉					サワラ味噌漬け加熱肉					メロ味噌漬け生肉					メロ味噌漬け加熱肉					味噌 (mg/100 g)
	0	1	3	5	7	0	1	3	5	7	0	1	3	5	7	0	1	3	5	7	
Tau	91.1	49.1	46.1	35.3	34.4	74.4	72.1	61.5	58.5	50.7	23.7	20.7	11.5	18.0	11.5	28.2	22.5	21.7	20.9	11.6	—
Glu	6.9	23.5	27.7	38.6	35.9	3.0	31.9	37.0	47.8	42.8	10.4	10.9	25.3	28.2	33.6	9.4	21.5	30.3	32.7	41.4	76.4
Asp	1.5	3.8	24.7	26.5	24.7	1.9	5.1	25.9	32.8	28.6	5.6	7.4	14.5	9.2	8.3	12.5	10.2	24.2	25.8	34.2	61.5
Gly	7.4	7.5	8.4	10.7	8.9	11.2	11.9	12.3	13.7	13.4	7.0	10.0	10.5	12.3	12.4	8.1	8.2	10.7	10.9	11.9	17.8
Ala	0.4	20.4	22.6	28.0	25.3	14.5	29.0	29.3	36.0	32.6	14.8	23.7	27.4	30.4	30.6	17.3	20.6	27.5	27.1	29.9	44.9
Val	5.1	14.8	17.4	17.8	19.0	6.3	17.4	19.3	22.8	24.4	4.3	15.9	19.2	20.5	24.3	4.4	11.7	17.7	18.5	23.7	46.6
Met	3.1	6.5	7.4	7.6	8.7	5.4	6.9	8.3	9.2	10.1	2.5	6.6	7.9	7.2	8.8	2.7	4.1	7.0	6.7	8.1	17.5
Ile	3.7	11.4	14.1	14.6	15.9	4.2	12.7	16.3	18.1	19.6	2.0	11.4	15.2	17.1	21.8	2.0	8.3	13.4	14.9	20.1	33.4
Leu	5.2	20.5	24.5	25.6	28.4	5.3	8.6	11.5	12.7	14.9	1.8	7.6	10.4	10.5	13.8	1.8	5.6	9.6	9.5	12.8	26.4
Tyr	2.8	11.2	13.6	14.3	15.9	4.1	15.2	21.8	23.5	27.8	2.3	13.9	18.2	19.2	24.3	2.0	10.2	16.7	17.2	23.4	50.0
Phe	3.1	12.9	15.6	16.9	18.9	2.6	30.4	36.8	40.5	36.4	3.6	12.6	14.2	13.6	18.6	3.1	15.1	14.2	17.1	28.2	75.7
Lys	15.1	41.9	45.2	49.8	51.1	15.3	35.0	37.6	37.6	43.1	18.5	32.4	33.9	39.3	42.0	23.5	26.2	36.7	36.0	39.2	66.9
His	100.7	84.5	84.6	83.8	80.6	117.9	95.0	95.8	90.9	88.6	9.0	11.2	10.3	12.7	12.9	10.4	9.4	11.9	11.4	12.0	16.5
Arg	1.8	22.0	27.2	29.6	32.2	3.6	25.2	36.6	38.2	45.3	4.2	27.7	34.3	36.8	46.7	4.5	20.2	33.1	33.1	44.0	102.3
その他のアミノ酸	70.0	72.6	94.7	100.5	115.9	82.5	89.2	104.4	118.9	121.2	19.8	29.9	28.7	37.1	31.8	23.8	33.7	32.2	33.6	34.1	59.9
アミノ酸合計	317.9	402.5	473.6	499.5	515.7	352	485.6	554.5	601.3	599.5	129.8	241.5	281.6	312.6	340.8	154.1	227.5	306.9	315.3	373.6	696

味噌床はⅡを使用

日後には、やや低下しているのがみられた。7日の低下はミオシン重鎖の分解が生じているのが原因と考えられた¹⁻³⁾。

メロの場合は、最大荷重値がサワラよりもかなり低く、全体としての肉質が粗く、加熱肉はもろいものであった。これは肉の組織の違いとともにタンパク質がサワラよりも約5%低いことも原因であろうと考えた。また、味噌漬け中の保存日数を長くするにつれ、最大荷重値が上昇しており、サワラでみられた7日後の硬さの低下はみられなかった。これは試料肉の冷凍変性が進んでいたものであったか、あるいは魚種の違いによるものと考ええる。標準偏差が大きいことは測定値にばらつきが大きいことを示しており、切り身では肉質が均一でなく、測定時に筋節のところでわれやすいことが理由であろうと考えた。

味噌漬け肉では、焼き加熱後に筋節が分離してはがれやすかったので、加熱後の魚肉から筋節をそとはがして筋節をねかして、図1で示した筋線維と並行にプランジャーを当てる測定ではなく、筋線維に直角方向からプランジャーを当て硬さを測定したのが図2である。サワラ・メロともに味噌床Ⅰでは保存中に徐々に高くなり、サワラの味噌床Ⅱ以外は7日が高かった。サワラⅡには味噌の酵素なども含めて味噌床成分の浸透が多いことが関係していると考え

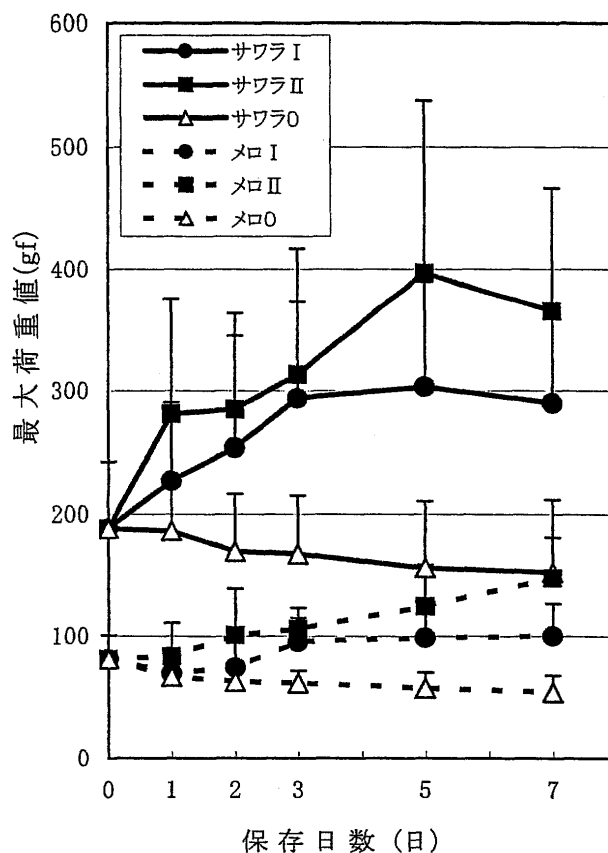


図1. 味噌漬けサワラ肉・メロ肉の硬さの変化

サワラ・メロ肉のⅠ、Ⅱはそれぞれ味噌床Ⅰ、Ⅱに漬けた肉、0は無処理肉を示す

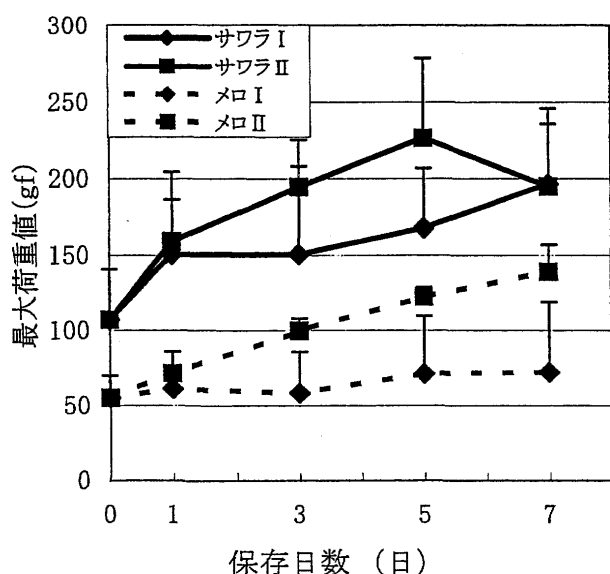


図2. 味噌漬けサワラ・メロの筋節肉の硬さの変化
サワラ・メロのI, IIはそれぞれ味噌床I, IIを示す

えた。味噌漬け肉で、保存時間が長い方が硬くなるのは、脱水と同時に筋肉タンパク質が食塩の存在で、アクチオシンが生成されて加熱によりゲル化が起こったことによると考えられる¹⁵⁾。7日後の硬さの低下については、肉タンパク質のミオシン重鎖など肉の構造に関係している成分が分解したことが影響していると推察した。図1では加熱肉の筋節と筋隔膜を一緒に押して測定しており、図2では主に筋節の筋線維の硬さを測定していると考えた。

3 味噌漬け処理による結合組織の変化

1) 味噌漬け処理によるコラーゲン溶出率の変化

サワラ肉、メロ肉ともに味噌漬け処理中に破断強度解析において筋節の最大荷重値が高くなっていたが、筋節が筋隔膜の部分ではがれやすかったので、筋隔膜が弱体化しているのではないかと考えた。そこで、味噌漬け肉の水抽出による結合組織（コラーゲン）の溶出率を測定した。その結果が図3である。なお、20℃の水抽出では、無処理と味噌漬け肉の抽出率に大きな差がみられなかったこと、また、焼き加熱後の魚肉温度が67℃～68℃であったことを考慮して、抽出水は高温の方が食味と関連付けができると考えて60℃にした。サワラ肉とメロ肉いずれにおいても、味噌漬け処理の保存期間が長くなるにつれて味噌漬け肉からコラーゲンが多く溶出しているのが見られた。無処理肉においても保存期間が長くなるとやや増加はしていたがその割合は低かった。

筋線維タンパク質のミオシン、アクチンが味噌漬け処理によって分解することはすでに報告した³⁾が、味噌漬け処理によって結合組織のコラーゲンの可溶化が起こり得ることが示された。前の実験で、サバ鮮魚の尾に近い部分から筋を取りだして、味噌粗酵素液あるいは酒粕粗酵素液に浸漬しておく、水浸漬よりも引っ張り強度が低下したこ

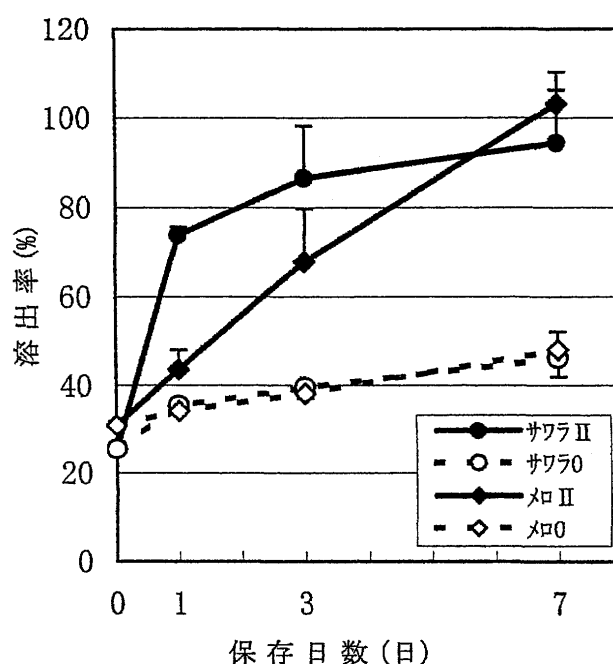


図3. 味噌漬けサワラ・メロ肉からのコラーゲンの溶出率の変化
サワラII, メロIIは味噌床IIに漬けた肉を, 0は無処理肉を示す

と¹⁷⁾を示した。これはおそらく味噌や酒粕の中のタンパク質分解酵素によるものと考えられる。このようなコラーゲンの可溶化が味噌漬け魚肉の中で起こり、筋節の間の筋隔膜が変化し、焼き加熱処理によりさらに弱化し、焼いた魚肉では筋節がはがれやすくなると考えられた。

2) 結合組織タンパク質の電気泳動分析

結合組織が味噌漬け処理によって、弱化することが考えられたので、サワラ肉から剥がした筋隔膜に味噌粗酵素液を加えて保存するモデル実験を行い、筋隔膜のタンパク質をSDS-PAGEにより分析し、その結果を(図4)示す。

筋隔膜に水を加えて5時間まで反応させた場合は、分子量10万及び20万付近のバンドがいずれの反応時間においても存在していた。一方、味噌の粗酵素液を加えた試料では、これらのバンドが3時間、5時間の反応で消失しており、分子量6万5千から1万附近の低分子量のバンドが現れていた。また、加熱味噌粗酵素液を添加した試料では、このような分解はみられなかった。コラーゲンの分子量は約30万とされており、 α 鎖と呼ばれる分子量約10万のサブユニットが3本集まり、らせん構造をとっている。分子量10万および20万の成分は、SDS処理によりサブユニットが解離したコラーゲン α 鎖および β 鎖(α 鎖が2本重合したもの)と考えられ、これらが味噌の粗酵素液によってさらに低分子量の成分に分解していると判断された^{18,19)}。SDS-PAGE分析で魚肉コラーゲンがpH4においてはpH6よりも分解がすすむことはすでに示した¹⁷⁾。このことから、味噌に清酒を加えた味噌床でpHを低下させたものには味噌の酵素が魚肉のコラーゲンを分解する可能性があるといえる。メロ肉は冷凍変性が進んだ試料のため

調整味噌床を用いた味噌漬けサワラ肉とメロ肉の味とテクスチャーの変化

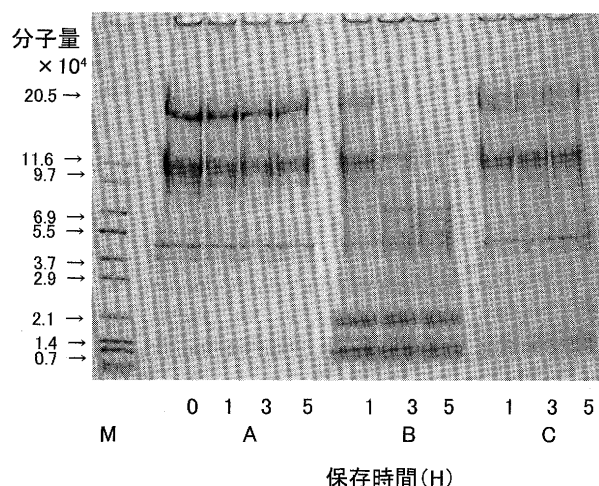


図4. SDS-PAGE 分析によるサワラ結合組織の味噌粗酵素液による変化

M は分子量マーカー, A は水, B は味噌粗酵素液, C は加熱味噌粗酵素液, 保存温度 35℃

か、きれいに肉と結合組織が分離できなかったので、今回は省いてある。

従って味噌漬け5日くらいまでの魚肉では、ミオシン、アクチンなどの肉構造タンパク質の多い部分では脱水と食塩の作用で硬くなり、一方、結合組織の部分ではそれが弱化して筋隔膜などが溶解しやすくなり、さらに結合組織の部分には脂質が存在するので、これらの影響で加熱した味噌漬け肉には、独特のテクスチャーが生じるものと考えられた。

魚種としては、サワラなど脂質の割合が低い魚肉では味噌成分の浸透が速く、かつ多く、肉は硬くなり、メロなど脂質の割合が高い魚肉では硬さの上昇度は低い、脂質の味に浸透した味噌のうま味、塩味、甘味が加わって、味噌漬け肉特有のおいしさが形成されると考えられる。

要 約

サワラとメロの冷凍品を用いて、味噌の割合が低い味噌床Ⅰ（味噌50%）と味噌の割合が高い味噌床Ⅱ（味噌80%）の2種の異なる味噌床に、7日間保存し、その味とテクスチャーに関する官能検査を行い、物理的、化学的な測定を行った。その結果は次の通りである。

- 官能検査による評価で、サワラは味噌床Ⅰあるいは味噌床Ⅱに5日間漬けた肉が好まれ、これらは甘味、うま味が強く、硬いものであった。メロは、味噌床Ⅱに7日間漬けた肉が好まれ、塩味、甘味は強く、硬い肉であった。サワラもメロも5日間漬けた肉では味噌床Ⅰの肉よりも味噌床Ⅱに漬けた方が好まれた。とくにメロでは味噌床の呈味成分が多く浸透しているものが好まれた。
- 加熱魚肉の切り身の最大荷重値は、サワラでは味噌床Ⅰで3日以後、味噌床Ⅱでは5・7日漬けが高く、メロ

では7日間漬けたものであった。メロよりもサワラの方が最大荷重値は高い。また、加熱魚の筋節を剥がして最大荷重値を測定すると、サワラ肉は硬く、メロ肉の方が低い。メロに食塩が浸透しにくいこと、肉のタンパク質含量が低いことによると考えられた。

- 味噌漬け中の結合組織の変化については、サワラ肉、メロ肉ともに60℃の温水中に筋隔膜からコラーゲンが溶出することを認め、結合組織の弱化が推定された。また、SDS-PAGE分析で筋隔膜の結合組織は、味噌の酵素により分解することが確認された。これらのことも味噌漬け肉のテクスチャー変化に関連していると考えられる。

本実験を行うに当たり、試料の後提供を頂きました株式会社西京味噌本田茂俊様、株式会社秦商店秦健二様に厚くお礼申し上げます。また、実験にご協力頂きました武田史恵氏、横山恵理氏に感謝致します。

文 献

- 下村道子, 下坂智恵, 山崎清子 (1984), 魚肉の味噌漬けにおける硬さの変化, 家政誌, **35**, 611-619
- 下村道子・松本重一郎 (1985), 粕漬け処理におけるサワラ肉タンパク質の変化, 日本水産学会誌, **51**, 783-791
- 下村道子, 高橋ユリア, 吉松藤子, 松本重一郎 (1987b), カマスサワラ肉の味噌漬け処理におけるテクスチャーとタンパク質の変化, 家政誌, **38**, 13-21
- 新井映子, 伊東清枝 (1985), アカアマダイ味噌漬け中における遊離アミノ酸の動態について, 東京学芸大学紀要第6部門 産業技術・家政 第37集, 147-152
- 伊東清枝, 新井映子, 福家真也 (1987), サワラの味噌漬けに関する研究—漬け込み期間中の含窒素成分の動態について—, 家政誌, **38**, 267-273
- 山崎歌織, 河村フジ子 (1997), 味噌の種類が味噌漬け魚肉の品質に及ぼす影響, 日本調理科学会誌, **30**, 122-126
- 山崎歌織, 外西壽鶴子, 御木英昌 (2005), 味噌漬カツオ肉の保存の延長と美味しさの保持について, 日本調理科学会誌, **38**, 473-479
- 山崎歌織, 外西壽鶴子, 御木英昌 (2008), 味噌漬カツオ肉と漬味噌におけるタンパク質および遊離アミノ酸の変動とプロテアーゼ活性について, 日本調理科学会誌, **41**, 189-195
- Woessner, JR, J. F. (1961), The Determination of Hydroxyproline in Tissue and Protein Samples Containing Small Properties of this Acid, *ABB*, **93**, 440-447
- 銭谷武平, 山北 博 (1951), ハイドロオキシプロリンの定量法と魚皮・魚鱗中の含有量について, 長崎大学水産学部研究報告, 第4号, 73-76
- Laemmli, U. K. (1970), Cleavage of structural proteins during the assemble of the head of bacterio-phage T4, *Nature*, **227**, 680-685
- 鈴木勝彦 (1977), スラブ型 SDS ポリアクリルアミド電気泳動法, 遺伝 **31**(11), 43-49
- Hayashi, T. and Nagai, Y. (1979), Separation of the chains of type I and 3III collagens by SDS-poly acrylamide gel electrophoresis, *J. Bioch. Biochem.* **86**, 453-459.

- 14) 下村道子, 松本重一郎 (1987 a), サワラのみそ漬け処理によるタンパク質の変化, 日本水産学会誌, **53**, 622-632
 - 15) 野中順三九, 橋本芳郎, 高橋豊雄, 須山三千三 (1976), 「新版 水産食品化学」, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 121-125
 - 16) Shimomura, M. and Matsumoto J. J. (1987), Changes in Texture and Proteins During Acid-salt Curing, Sake Lee Curing and Miso Curing of Fish Meat, Proceedings of the 7th World Congress of Food Science and Technology, Singapore-October, Trends in Food Biotechnology p. 257-264
 - 17) 下村道子 (1985), 魚肉の調理に関するタンパク化学的研究 (学位論文)
 - 18) 木村茂 (1997), 魚類コラーゲンの分子種「魚介類の細胞外マトリックス」木村茂編, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 9-17
 - 19) 佐藤健司 (1997), 魚肉の冷蔵とV型コラーゲン「魚介類の細胞外マトリックス」木村茂編, 恒星社厚生閣, 東京, pp. 83-90
- (平成 21 年 1 月 28 日受付, 平成 21 年 6 月 19 日受理)

和文抄録

魚肉の味噌漬けは, 伝統的調理・加工食品であり, 保存と食味の向上を目的としている。実験では冷凍魚肉のサワラ肉とメロ肉をステーキ状にきり, 味噌の割合が低い味噌床Ⅰと味噌の割合が多い味噌床Ⅱの2種類を調整して漬け込んだ。官能検査では, サワラは味噌床Ⅰ又はⅡに浸けた肉で5日間味噌に漬けたものが好まれたが, メロ肉では味噌床Ⅱで, 5, 7日間漬けたものが好まれた。官能検査の結果好まれたものは, レオメーターで測定した硬さの値が高いものであった。魚を味噌床Ⅱに漬けると筋節の肉は硬くなり, 結合組織(筋隔膜)は, 温水に溶出しやすくなった。サワラの結合組織のSDS-PAGE分析でコラーゲンの分解が起こっていることが示された。