味噌漬け, 酒粕漬けが魚肉のたんぱく質, 遊離アミノ酸 およびテクスチャーに与える影響

海老塚広子*・青木麻実*・塩谷一紗**

(*東京家政大学, **防衛医科大学校 抗加齢血管内科)

(平成28年2月22日受付, 平成28年5月20日受理)

Alterations in the texture and protein; the free amino acid contents of fish meat with miso and sake lees

Hiroko Ebizuka*, Mami Aoki*, Kazusa Shiotani**

*Tokyo Kasei University, 1-18-1, Kaga, Itabashi-ku, Tokyo, 173-8602

**Division of Anti-aging and Vascular Medicine, National Defense Medical College,
3-2, Namiki, Tokorozawa-shi, Saitama, 359-8513

*〒173-8602 東京都板橋区加賀 1-18-1

**〒359-8513 埼玉県所沢市並木 3-2

We investigated alterations in the quality of misozuke and sakekasuzuke prepared with sablefish, traditional processing and cooking methods whereby fish meat is cured in miso or sakekasu (sake lees), respectively. SDS-PAGE patterns of the fish meat revealed protein decomposition during preservation by the enzymes present in miso or sakekasu. We analyzed the levels of free amino acids in sablefish misozuke and sakekasuzuke using an amino acid analyzer. The amino acids found in miso and sakekasu permeated the fish meat and altered the amino acid composition, significantly increasing the umami amino acid content. Further, the meat texture was measured using a creep meter. While the texture of cooked misozuke fish was very firm; less firm than that observed in heated sakekasuzuke. It is proposed that the fish flavor and palatability can be explained by the synergistic effects between miso or sakekasuzuke and the unique fish flavors.

1. 緒 言

日本人は, 1人1日当たり約80gの魚介類を摂取しており¹⁾, その量は食事から摂取するたんぱく質の約2割, 動物性たんぱく質の約4割を占めている。日本の国民1人1年当たり供給食料(2011年)(試算)をみると, 魚介類は48.8kgであり, 諸外国と比較して顕著に高い数値を示していることから, 世界有数の魚介類消費国であることが明らかである²⁾。しかし, 近年の魚介類と肉類の国民1人1日当たり摂取量をみると, 魚介類は長期的に減少しているのに対し, 肉類の摂取量は変化が小さい。平成18年には肉類の摂取量が魚介類を上回り, 平成25年には肉類と魚介類の摂取量の差が拡大している¹⁾。特に若い世代において, 魚の消費量が低下して魚離れが

進んでいる。また, 摂取する魚の種類にも変化がみられている。消費量の高い魚を比較すると, 昭和40年代はイカ, アジ, サバなどであったが, 平成22年にはイカ, サケ, マグロなどになり³⁾, 「下ごしらえが必要ではない切り身, 刺身あるいは干物などが増加している」「鮮魚店ではなく, スーパーマーケットからの購入が増加している」などが理由としてあげられる。

日本人の食生活は第2次世界大戦以降に, 動物性たんぱく質と脂質の供給熱量が増加し, 炭水化物の供給熱量においては減少している。これに伴い, 日本人の死因も感染症や脳血管疾患などから悪性新生物などの生活習慣病へと変化してきた。魚介類の栄養学的特徴としては, IPAやDHAなどの高度不飽和脂肪酸を含有していることである。これらは, 心血管系疾患やがんの予防, 脳神

経系組織の機能発現、血中コレステロールや血中脂質の上昇を抑制するという報告がある⁴⁾。タウリンには血中コレステロール低下作用など、魚肉たんぱく質を酵素処理して得られるペプチドにはACE阻害活性を有するものが見出されている。

日本には、刺身や寿司などに代表される生食嗜好の魚食文化がある一方、魚介類を漬けて保存性を高めるといった加工もなされてきた。味噌漬けや酒粕漬けなどの魚介類の漬物は保存性と嗜好性の向上を目的とした伝統的な加工法である。味噌漬けに関する研究では、下村らは魚肉の味噌漬けによるテクスチャーやたんぱく質分解への影響を報告しており^{5, 6)}、山崎らは魚肉の味噌漬け処理中に味噌や魚肉のペプチドが魚肉脂質の酸化を防止することなどを報告している^{7, 8)}。酒粕漬けに関しては、魚肉のたんぱく質の変化⁹⁾や鶏肝臓を酒粕に漬け込んだときに食味、性状の変化や保存性に与える影響¹⁰⁾あるいは、酒粕に含まれているペプチドによる血圧上昇抑制効果などが報告されている¹¹⁾。

本研究では、たんぱく質よりも脂質が多いという特徴を有するギンダラ肉を味噌漬けおよび酒粕漬けにした場合のたんぱく質、遊離アミノ酸組成、テクスチャーへ与える影響について検討した。

2. 実験方法

(1) 実験材料

魚肉は、ギンダラ（カサゴ目ギンダラ科ギンダラ属ギンダラ *Anoplopoma fimbria*）の冷凍品を使用した。使用時まで、 -40°C の冷凍庫内にて保存した。味噌は、ひかり味噌株式会社HG製味噌を用いた。味噌の成分は有機大豆（遺伝子組み換えでない）、米（国産）、食塩である。酒粕は、山田酒造食品株式会社製を用いた。酒粕の成分は、米、米麴、アルコール、水あめである。

(2) SDS-PAGE および遊離アミノ酸の定量に用いる試料の調製

ギンダラ肉は冷蔵庫内で解凍した後、筋線維と直角になるように切断し、各試料の厚さ1.5 cm、重量 30 ± 1 gに揃えて切り身にした。これを未処理ギンダラ肉とした。味噌漬け処理は、未処理ギンダラ肉と同重量の味噌で周囲を覆い、味噌漬けギンダラ肉とした。酒粕漬け処理は、未処理ギンダラ肉と同重量の酒粕で周囲を覆い、酒粕漬けギンダラ肉とした。それぞれの試料（ $n = 5$ ）を食品包装用ラップフィルムに一切れずつ包み、 4°C の冷蔵庫にて1, 3, 5日間保存した。

味噌漬けギンダラ肉は、冷蔵庫で1, 3, 5日間保存後、ギンダラ肉周囲の余分な味噌を葉さじで丁寧に除き、キムワイプで軽く押さえる程度に拭き取り、漬味噌および味噌漬けギンダラ肉を実験に用いた。また、酒粕漬けギンダラ肉も同様に、冷蔵庫で1, 3, 5日間保存後、余分な酒粕を葉さじで丁寧に除き、キムワイプで軽く押

さえる程度に拭き取り、漬酒粕および酒粕漬けギンダラ肉を実験に用いた。対照として未処理ギンダラ肉も用意した。

(3) SDS-PAGE による分析

未処理ギンダラ肉と味噌漬けギンダラ肉および漬味噌、酒粕漬けギンダラ肉および漬酒粕について、SDS-PAGE分析を行った。

泳動試料の調製は次のように行った。未処理ギンダラ肉、味噌漬けギンダラ肉（1, 3, 5日間漬けた肉）、酒粕漬けギンダラ肉（1, 3, 5日間漬けた肉）をミンサーでミンチにした後、 0.01 mol/L リン酸緩衝液（ $\text{pH } 7.7$ ）を加えて摩砕した。漬味噌と漬酒粕についても、同様に処理を行った。遠心分離を行い、試料液を希釈した後、SDS変性緩衝液を混和し、加熱処理後に泳動試料とした。分析は、スラブ型電気泳動装置（アトー株）を用い、ゲル濃度は5～20%、染色液はクマシーブリリアントブルーを用いた。

(4) 遊離アミノ酸の定量

未処理ギンダラ肉、味噌漬けギンダラ肉（3, 5日間漬けた肉）、酒粕漬けギンダラ肉（3, 5日間漬けた肉）をミンチ状にしてから水を加えて摩砕・抽出し、遠心分離した。試料溶液に2%スルホサリチル酸溶液を加えて攪拌した後、遠心分離した。上澄み液をフィルター処理し、遊離アミノ酸の定量に用いる試料とした。漬味噌と漬酒粕も同様に処理を行った。ニンヒドリン試薬を用いて、アミノ酸分析計（機種：日立高速液体クロマトグラフ LaChrom Elite 株日立製作所、カラム：#2622PF イオン交換樹脂 $4.6 \text{ mm I.D.} \times 60 \text{ mmL}$ 株日立ハイテクノロジー、移動相：L-8500PF 緩衝液、反応液：ニンヒドリン試薬）で測定した。アミノ酸混合標準液はAN-II型、B型（和光純薬工業株）を用いた。

(5) テクスチャー解析

1) 漬け込み方法

ギンダラ肉は、皮と骨を取り除き、筋線維と直角になるように、 $3 \text{ cm} \times 3 \text{ cm}$ 、厚さ1.5 cm、重量約14～18 gの切り身にした。切り身の50%重量の酒粕と味噌を切り身の周囲に付着させ、その後ラップフィルムに一切れずつ包み、 4°C の冷蔵庫に3, 5日間保存した。対照として未処理ギンダラ肉を準備した。味噌漬けギンダラ肉、酒粕漬けギンダラ肉は、3日間および5日間保存した後、各々の漬床を葉さじで丁寧に除き、キムワイプで軽く押さえる程度に拭き取り加熱試料とした。各試料3切れずつ、合計15切れを準備した。

2) 加熱

クッキングシートを敷いた円型天板にギンダラ肉をのせ、予熱しておいたコンベックオープン（RMC-S12E リンナイ株）で 200°C 、9分間加熱した。中心温度計

図1 味噌漬けギンダラ肉および味噌の電気泳動図

A: 味噌 B: 味噌漬けギンダラ肉 1 日目
C: 味噌漬けギンダラ肉 3 日目
D: 味噌漬けギンダラ肉 5 日目
E: 未処理ギンダラ肉 M: 分子量マーカー

図2 酒粕漬けギンダラ肉および酒粕の電気泳動図

A: 酒粕 B: 酒粕漬けギンダラ肉 1 日目
C: 酒粕漬けギンダラ肉 3 日目
D: 酒粕漬けギンダラ肉 5 日目
E: 未処理ギンダラ肉 M: 分子量マーカー

(MF1000 (株チノー) を用い、中心温度が75℃以上になったことを確認し、水分蒸発を防ぐためプラスチック製の容器に移し蓋をずらして置き、中心温度が約50℃になるまで10分間、室温に放置した。

3) 測定

未処理ギンダラ肉と味噌漬け、酒粕漬けギンダラ肉(漬け込み3日目と5日目)についてテクスチャーの測定をした。測定は、クリープメータ (TPU-2S (株山電) を用いて室温で行った。測定条件は、円柱状プランジャー径8mm、試料の高さ15mm、クリアランス5mm、試料台速度2.5mm/sec、運動回数2回とした。測定項目は、硬さ、もろさとした。加熱したギンダラ肉は、筋線維と同方向にプランジャーを当てるように置いた。物性値は、各試料3切れの測定平均値で示した。テクスチャー曲線の記録および解析は、ソフトウェア 山電 破断強度解析・テクスチャー解析・クリープ解析 (株山電) を用いた。

(6) 統計処理

統計解析には、ソフトウェア「Excel 統計2012」を用い、有意水準は5%未満とした。分散分析で有意差検定を行い、有意差が確認された場合にはさらに多重比較 (Tukey) を行った。

3. 結果および考察

(1) 味噌漬けと酒粕漬けによるギンダラ肉および漬味噌と漬酒粕の SDS-PAGE

未処理ギンダラ肉、味噌漬けギンダラ肉、酒粕漬けギンダラ肉、漬味噌および漬酒粕を SDS-PAGE 分析した結果を図1、図2に示した。

味噌漬けギンダラ肉、酒粕漬けギンダラ肉は未処理ギンダラ肉と比較して、漬け込み1、3、5日目において泳動パターンに変化が認められた。1日目、3日目に対

して5日目では顕著な差異はみられなかった。未処理ギンダラ肉に検出された分子量約40,000の画分 (X) が味噌漬けの期間を追うごとに分解され、約30,000~40,000のバンド (Y) や約17,000~18,000のバンド (Z) が検出された (図1)。これは味噌由来のたんぱく質では存在していないバンドであるため、未処理ギンダラ肉のたんぱく質が味噌漬け処理をしたことにより低分子化して分解されたことが示された。また、未処理ギンダラ肉では認められない約30,000~40,000のバンド (Y) が酒粕漬けギンダラ肉で検出された (図2)。酒粕漬けギンダラ肉3日目、5日目においては、約17,000~18,000のバンド (Z) が検出された。一方、未処理ギンダラ肉に存在する約20,000のバンド (W) は、酒粕漬け3日目、5日目においては消失した。以上の結果より、味噌漬けギンダラ肉、酒粕漬けギンダラ肉ともにたんぱく質が分解されていることが明らかになった。また、味噌漬けと酒粕漬けとの比較をすると味噌漬けのほうがたんぱく質の低分子化に与える影響が強いことが判明した。

酒粕は清酒を製造するときのできる副産物であり、清酒の原料は米、水、種麹 (*Aspergillus oryzae*)、清酒酵母 (*Saccharomyces cerevisiae*) である。一方、味噌は大豆、米、種麹 (*Aspergillus oryzae*)、食塩である。清酒の種麹は主に米のでんぷん糖化に利用され、味噌の種麹は大豆や米に含まれるたんぱく質の分解とでんぷん糖化の役割を果たしている。そのため、味噌に使われる *Aspergillus oryzae* はアミラーゼとプロテアーゼ活性がより強いものが用いられており、酒粕に比べてギンダラ肉のたんぱく質をより低分子化したのではないかと推察された。植物由来のプロテアーゼであるプロメラインやパパインなどは、食肉の触感を軟らかくするために食肉軟化剤として利用されることがある。これらは食肉の筋線維を構成するアクチンやミオシン、結合組織であるコラーゲンなど

表1 ギンダラ肉の味噌漬け期間による遊離アミノ酸量の変化 (mg/100 g)

		ギンダラ肉の味噌漬け期間 (日数)					
		0		3		5	
Asp	*	1.3	± 0.0	42.6	± 2.2	53.7	± 0.3
Glu	*	2.8	± 0.2	55.5	± 3.0	69.5	± 0.4
Ala	**	6.0	± 0.2	30.2	± 1.7	36.6	± 0.4
Gly	**	2.1	± 0.1	13.2	± 0.7	15.9	± 0.2
Ser	**	2.1	± 0.0	26.4	± 1.4	32.5	± 0.2
Thr	**	1.9	± 0.0	16.1	± 0.9	19.7	± 0.2
Arg	***	1.6	± 0.3	46.9	± 2.6	60.0	± 1.3
His	***	0.8	± 0.1	4.7	± 0.5	6.2	± 0.6
Ile	***	0.9	± 0.1	21.0	± 1.1	27.2	± 0.9
Leu	***	1.4	± 0.1	42.4	± 2.3	53.8	± 1.1
Val	***	0.9	± 0.1	5.7	± 0.4	9.1	± 0.9
Cys		3.1	± 0.1	44.4	± 2.4	56.5	± 1.1
Lys		10.5	± 0.2	37.4	± 2.1	47.4	± 0.4
Tyr		0.9	± 0.1	17.7	± 0.9	24.4	± 1.1
umami	*	4.1	± 0.2	98.1	± 5.2	123.3	± 0.6
sweetness	**	12.2	± 0.3	85.9	± 4.6	104.7	± 0.9
bitterness	***	5.6	± 0.4	120.7	± 6.5	156.2	± 2.9
Total		36.6	± 0.5	404.1	± 21.6	512.4	± 6.1

5回の平均値±標準偏差を示す。

注) Tukey の検定により0日目と3日目、0日目と5日目、3日目と5日目の間に5%の危険率ですべてにおいて有意な差異があった。

表2 ギンダラ肉の味噌漬け期間による漬味噌に含まれる遊離アミノ酸量の変化 (mg/100 g)

		ギンダラ肉の味噌漬け期間 (日数)					
		0		3		5	
Asp	*	154.4	± 2.2 a	109.1	± 0.9 a	95.3	± 2.2 a
Glu	*	198.0	± 2.8 a	133.8	± 7.4 a	115.5	± 5.1 a
Ala	**	88.6	± 1.2 a	59.6	± 2.2 a	50.6	± 2.8 a
Gly	**	40.6	± 0.5 a	27.8	± 0.7 a	23.8	± 0.6 a
Ser	**	86.1	± 1.2 ab	50.3	± 9.3 a	44.2	± 8.2 b
Thr	**	51.3	± 0.7 a	33.5	± 2.9 a	29.2	± 2.3 a
Arg	***	169.3	± 3.9 a	108.5	± 12.4 a	86.8	± 3.7 a
His	***	15.6	± 1.5 ab	9.4	± 1.2 a	7.6	± 1.0 b
Ile	***	72.6	± 1.1 a	47.5	± 0.7 a	41.7	± 0.5 a
Leu	***	146.0	± 2.1 a	96.1	± 1.3 a	84.3	± 1.0 a
Val	***	25.2	± 0.3 a	12.4	± 0.7 a	11.3	± 0.4 a
Cys		146.1	± 2.2 a	94.0	± 1.9 a	83.3	± 0.6 a
Lys		119.5	± 2.0 a	84.3	± 2.4 a	75.5	± 2.5 a
Tyr		77.1	± 1.1 ab	49.6	± 6.1 a	43.2	± 6.1 b
umami	*	352.4	± 5.0 a	242.9	± 3.7 a	210.8	± 7.5 a
sweetness	**	266.6	± 7.9 a	171.1	± 13.2 a	147.9	± 13.4 a
bitterness	***	428.7	± 5.9 a	273.9	± 9.4 a	231.6	± 4.2 a
Total		1390.3	± 20.8 a	915.8	± 17.2 a	792.3	± 8.2 a

5回の平均値±標準偏差を示す。

注) 同一記号間で、Tukey の検定により0日目と3日目、0日目と5日目、3日目と5日目の間に5%の危険率で有意な差異があった。

を分解し、食肉表面の軟化を起こす^{12,13)}。味噌や酒粕に漬けることにより、ギンダラ肉のたんぱく質は低分子化していることが判明した。

(2) 味噌漬けと酒粕漬けによるギンダラ肉および漬味噌と漬酒粕に含まれる遊離アミノ酸の変化

遊離アミノ酸、イノシン酸、有機酸、ペプチドなどは

呈味成分として、おいしさの発現に寄与している。未処理ギンダラ肉と比べて、味噌漬けギンダラ肉や酒粕漬けギンダラ肉の遊離アミノ酸量に変化が認められるか、また漬味噌や漬酒粕に含まれる遊離アミノ酸の変動について検討した結果を表1～4に示した。数値は5回の平均値を示した。

100 g 中の遊離アミノ酸含量の合計値の平均は、未処

表3 ギンダラ肉の酒粕漬け期間による遊離アミノ酸量の変化 (mg/100 g)

		ギンダラ肉の酒粕漬け期間 (日数)					
		0		3		5	
Asp	*	1.3	± 0.0	62.0	± 0.9	69.7	± 0.8
Glu	*	2.8	± 0.2	68.2	± 1.4	76.2	± 0.9
Ala	**	6.0	± 0.2	78.4	± 1.1	85.6	± 1.0
Gly	**	2.1	± 0.1	34.0	± 0.5	37.0	± 0.4
Ser	**	2.1	± 0.0	35.8	± 0.5	40.3	± 0.5
Thr	**	1.9	± 0.0	29.8	± 0.6	33.6	± 0.4
Arg	***	1.6	± 0.3	43.5	± 1.7	54.1	± 0.8
His	***	0.8	± 0.1	15.2	± 0.4	18.0	± 0.7
Ile	***	0.9	± 0.1	33.4	± 0.5	37.8	± 0.4
Leu	***	1.4	± 0.1	51.2	± 0.5	59.1	± 0.6
Val	***	0.9	± 0.1	10.4	± 0.1	12.5	± 0.2
Cys		3.1	± 0.1	87.2	± 1.5	98.6	± 0.9
Lys		10.5	± 0.2	53.7	± 0.7	61.9	± 0.8
Tyr		0.9	± 0.1	20.7	± 1.1	25.2	± 1.5
umami	*	4.1	± 0.2	130.2	± 2.3	145.9	± 1.7
sweetness	**	12.2	± 0.3	178.0	± 2.6	196.5	± 2.2
bitterness	***	5.6	± 0.4	153.7	± 3.0	181.6	± 2.4
Total		36.6	± 0.5	623.5	± 9.3	709.5	± 7.9

5回の平均値±標準偏差を示す。

注) Tukeyの検定により0日目と3日目、0日目と5日目、3日目と5日目の間に5%の危険率ですべてにおいて有意な差異があった。

表4 ギンダラ肉の酒粕漬け期間による漬酒粕に含まれる遊離アミノ酸量の変化 (mg/100 g)

		ギンダラ肉の酒粕漬け期間 (日数)					
		0		3		5	
Asp	*	110.6	± 2.6 a	69.6	± 1.0 a	64.6	± 1.2 a
Glu	*	116.4	± 2.1 a	72.1	± 0.7 a	66.5	± 2.2 a
Ala	**	123.4	± 3.3 a	72.9	± 1.2 a	69.4	± 1.0 a
Gly	**	53.0	± 1.6 a	32.1	± 0.3 a	30.1	± 0.4 a
Ser	**	55.9	± 1.3 a	35.4	± 0.4 a	32.8	± 0.8 a
Thr	**	46.9	± 1.1 a	29.8	± 0.2 a	28.2	± 0.4 a
Arg	***	74.3	± 9.1 ab	43.2	± 5.2 a	40.0	± 4.5 b
His	***	18.8	± 2.9 ab	12.9	± 1.4 a	10.8	± 1.5 b
Ile	***	53.2	± 1.2 a	34.2	± 1.8 a	31.0	± 0.8 a
Leu	***	82.5	± 2.5 a	52.7	± 1.8 a	47.6	± 1.9 a
Val	***	14.7	± 1.0 ab	9.6	± 1.5 a	8.3	± 0.8 b
Cys		139.8	± 3.8 ab	91.7	± 7.4 a	90.0	± 6.4 b
Lys		81.6	± 2.8 ab	52.0	± 2.3 a	48.7	± 1.7 b
Tyr		30.6	± 1.0 a	25.9	± 3.4 a	20.2	± 3.1 a
umami	*	227.0	± 4.4 a	141.8	± 1.5 a	131.1	± 2.8 a
sweetness	**	279.2	± 7.1 a	170.1	± 1.3 a	160.5	± 2.3 a
bitterness	***	243.5	± 13.6 ab	152.5	± 5.9 a	137.7	± 5.1 b
Total		1001.7	± 30.5 a	634.0	± 15.8 a	588.1	± 15.9 a

5回の平均値±標準偏差を示す。

注) 同一記号間で、Tukeyの検定により0日目と3日目、0日目と5日目、3日目と5日目の間に5%の危険率で有意な差異があった。

理ギンダラ肉で36.6 mg、味噌漬けギンダラ肉3日目404.1 mg、5日目512.4 mgであり、酒粕漬けギンダラ肉3日目623.5 mg、5日目709.5 mgであった。味噌漬けギンダラ肉と漬味噌のアミノ酸量には、強い関連性が認められた。味噌漬けギンダラ肉は日数を経るごとに遊離アミノ酸が増加したことが確認され、漬味噌は3日目、5日目では低下を示した。味噌に含まれている遊離アミ

ノ酸は急激にギンダラ肉へ移行していることが推測された。また、酒粕漬けギンダラ肉と漬酒粕にも同様に、酒粕に含まれている遊離アミノ酸がギンダラ肉へと移行していた。3日目と5日目ではわずかな増加であった。

旨味を呈する遊離アミノ酸については、未処理ギンダラ肉と比較して、味噌漬けギンダラ肉3日目では23.9倍、5日目では30.1倍に増加していた。甘味アミノ酸は3日

図3 漬け込み期間による硬さの変化
3回の平均値±標準偏差を示す。

図4 漬け込み期間によるもろさの変化
3回の平均値±標準偏差を示す。
*Tukeyの検定により0日目と3日目、0日目と5日目の間に5%の危険率で有意な差があることを示す。

目7.0倍、5日目8.6倍、苦味アミノ酸は3日目21.6倍、5日目27.9倍に増加していた。旨味を呈するアミノ酸の増加が最も顕著である傾向は、酒粕漬けにおいても同様であった。酒粕漬けギンダラ肉では、各遊離アミノ酸量は未処理ギンダラ肉と比較して、旨味3日目31.8倍、5日目35.6倍、甘味3日目14.6倍、5日目16.1倍、苦味3日目27.4倍、5日目32.4倍に増加していた。なお、赤身魚に多く分布するヒスチジンは、苦味アミノ酸であり、ヒスタミンデカルボキシラーゼによりヒスタミンへ変換されるが、味噌漬けや酒粕漬けをすることにより増加率は低いアミノ酸であり、白身魚のギンダラ肉においては低値を示していた。

旨味を呈する遊離アミノ酸であるグルタミン酸やアスパラギン酸は味噌や酒粕に多く含まれている。そのため、味噌や酒粕に漬けることにより、ギンダラ肉へ移行したことが推測され、これらの伝統的な調理法は保存性の向上だけではなく、ギンダラなどの魚介類の旨味の発現にも寄与していることが明らかとなった。味噌漬、酒粕漬けにより30倍以上に増加しているアルギニンは、苦味アミノ酸に分類されるが、味の複雑さやこくを高める効果もある。また、酒粕に多く含まれているアラニンやグリシンは、爽快な甘味をもつアミノ酸であり、甘味に寄与している。

ギンダラ肉の旨味成分と味噌や酒粕からの遊離アミノ酸の移行により風味への影響が推察された。また味噌中のプロテアーゼがギンダラ肉に作用してたんぱく質分解を起こし、呈味成分の変化を生じていると考えられる。ギンダラ肉に含まれるイノシン酸と味噌や酒粕に含まれているグルタミン酸による旨味の相乗効果が示唆される。

(3) 味噌漬けと酒粕漬けによるギンダラ肉のテクスチャーへ与える影響

ギンダラ肉を味噌および酒粕につけた後、加熱してテクスチャーを測定した。漬け込み期間による硬さの変化、もろさについて図3、図4に示した。

硬さは、一定の変形をさせるのに必要な力であり、未処理ギンダラ肉と比較して、味噌漬けギンダラ肉では3日目、5日目で硬くなる傾向が認められた。一方、酒粕漬けギンダラ肉では、未処理ギンダラ肉と比較して3日目、5日目で硬さは低下した。SDS-PAGEの結果では、味噌漬け処理は、魚肉のたんぱく質を低分子化したことが確認されたため、味噌漬けによる硬さの低下を予測したが、結果は異なっていた。味噌に漬けることにより、食塩による浸透圧の影響でギンダラ肉中の水分が漬味噌に移行し、魚肉が硬く変化したことが推測された。なお、淡色辛味噌の食塩相当量は100g当たり12.4g、酒粕では100g当たり0gであるため味噌漬けは塩分の影響を強く受けていることが示唆された¹⁴⁾。

食品を破砕するときの力、すなわちぼろぼろするといった表現で表すもろさを比較すると、味噌漬けにおいて3日目で値がやや上昇し5日目で低下したと有意な差異は認められなかった。酒粕漬けでは、3日目、5日目において未処理ギンダラ肉の値よりも危険率5%で有意に低くなった。5日間の漬け込み期間では、酒粕漬けと比較して味噌漬け肉のもろさが高いことが判明した。

これらのことから、ギンダラ肉は味噌漬けにすることで、塩分による影響でギンダラ肉を硬化させ、酵素の作用でたんぱく質を低分子化することにより口に含むと崩れるようなぼろぼろとしたテクスチャーを生じることが示唆された。また、ギンダラ肉を酒粕漬けにすると硬さは低下するが、崩れるような食感ではなく歯ごたえを残すような食感になることが推察された。調味料に食材を漬け込むことは、それぞれ独特の風味やテクスチャーを味わうことができる。また、揮発性成分によるマスキング、アミノカルボニル反応生成物によるマスキングや抗酸化作用、たんぱく質による魚臭抑制効果もおおいさへ寄与していることが推測される。

白身魚であるギンダラ肉は、可食部100g当たりの脂質が17.5g、たんぱく質が13.0gであり、たんぱく質が少ないという特徴がある¹⁴⁾。近年の日本人は脂質を多く

含む魚を好む傾向がある。ギンダラ肉を味噌漬けや酒粕漬けにすることにより、日本型食生活の重要なたんぱく質源である魚の摂取量の向上につながることが期待される。また、味覚感受性が低下して味を感じにくくなる高齢者に対して、グルタミン酸の摂取を強化することは、摂食量の増加¹⁵⁾や唾液分泌促進¹⁶⁾などの効果が報告されている。このことから、日本型食生活の基本である「だし」や発酵食品である「味噌」「酒粕」などを食事に取り入れていくことは有意義であるといえる。

4. 要 約

ギンダラ肉を用いて、味噌漬けおよび酒粕漬けにして5日間保存した場合のたんぱく質、遊離アミノ酸、テクスチャーに与える影響について検討した。その結果は次の通りであった。

1. 味噌漬け、酒粕漬けともにギンダラ肉中たんぱく質の低分子化が認められ、味噌漬けのほうが強い傾向であった。
2. 味噌や、酒粕に含まれている遊離アミノ酸がギンダラ肉に移行し、遊離アミノ酸組成に変化を与えた。旨味に関与する遊離アミノ酸含量が最も顕著に増加した。
3. 味噌漬けギンダラ肉を加熱したものは、硬くなる傾向があり、ぼろぼろとした食感になった。それに対して、酒粕漬けギンダラ肉を加熱したものは、硬さは低下し、歯ごたえを残すような食感であることが推測された。魚を漬けることは漬け床や食塩の影響を受けてテクスチャーに変化をもたらした。

ギンダラ肉を味噌や酒粕に漬けることは、保存性を高めるとともに味噌や酒粕などの漬床の材料に由来する微生物により、魚肉たんぱく質の低分子化へ影響を与えた。味噌や酒粕由来の遊離アミノ酸の移行により、旨味甘味、苦味にかかわる多様なアミノ酸と魚肉に含まれているイノシン酸などにより旨味の相乗効果が生じ、風味やおいしさの発現に寄与することが推察された。魚の漬物という伝統的な調理法は魚介類摂取量の向上に役立つことが期待される。

謝 辞

本研究の実験にご協力いただきました、松野愛子さん、奥山陶子さんに深く感謝申し上げます。

文 献

- 1) 厚生労働省：平成25年国民健康・栄養調査結果の概要 平成26年12月9日, <http://www.mhlw.go.jp/file/04-Houdouhappyou-10904750-Kenkoukyoku-Gantaisakukenkouzoushin-ka/0000068070.pdf> (2015年3月9日取得)
- 2) 農林水産省大臣官房食料安全保障課：食料需給表平成25年度 平成26年8月, http://www.maff.go.jp/j/tokei/kouhyou/zyukyu/pdf/zyukyu_140805-2.pdf (2015年3月9日取得)
- 3) 水産庁：平成22年度水産白書“水産物の消費動向”, http://www.jfa.maff.go.jp/j/kikaku/wpaper/h22_h/trend/1/tl_2_1_1.html (2015年3月10日取得)
- 4) 藤本健四郎, 鴻巣章二：魚の科学, 朝倉書店, 東京, pp.92-99 (1994)
- 5) 下村道子, 下坂智恵, 山崎清子：魚肉のみそ漬けにおける硬さの変化, 家政学雑誌, 35, 611-619 (1994)
- 6) 宮内(古根)康衣, 藤浪典子, 市川朝子, 下村道子：調整味噌漬けサワラ肉とメロ肉の味とテクスチャーの変化, 調理科学, 42, 275-284 (2009)
- 7) 山崎歌織, 外西壽鶴子, 御木英昌：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, 調理科学, 41, 189-195 (2008)
- 8) 山崎歌織：味噌漬魚肉に関する研究, 調理科学, 42, 64-70 (2009)
- 9) 下村道子, 松本重一郎：カマスサワラ肉の粕漬けにおけるタンパク質の変化, 家政学雑誌, 35, 687-686 (1984)
- 10) 木村友子, 福谷洋子, 加賀谷みえ子：鶏肝臓の熟成酒粕漬における性状の変化, 調理科学, 23, 267-274 (1990)
- 11) 入江元子, 大浦新, 秦洋二：酒粕中の血圧上昇抑制効果を持つペプチドと機能性食品素材への展開, 日本醸造協会誌, 101, 464-469 (2006)
- 12) 石下真人, 鮫島邦彦：食肉軟化剤としての植物プロテアーゼ, ニューフードインダストリー, 36, 53-56 (1994)
- 13) 鮫島邦彦, 崔一信, 石下真人, 早川忠昭：食肉軟化剤としてのアクチニジン(キウイフルーツたんぱく質分解酵素)の効果, ニューフードインダストリー, 33, 56-60 (1991)
- 14) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会：日本食品標準成分表2010, 全国官報販売共同組合, 東京 (2010)
- 15) Bellisle,F., Monneuse,M., Chabert,M., Larue-Achagiotis,C., Lanyeaume,M., Louis-Sylvestre,J.: Monosodium glutamate as palatability enhancer in the European diet. *Physiol.Behav.*, 49, 869-873 (1991)
- 16) Schiffman,S., Miletic,I.: Effect of taste and smell on secretion rate of salivary IgA in elderly and young persons. *Physiol. J. Nutr. Health Aging*, 3, 158-164 (1999)