

マダイ、ブリを用いた魚味噌の呈味性と機能性

岡本 昭¹⁾ 衛藤 大青¹⁾ 藤岡 竜太¹⁾ 三嶋 敏雄²⁾

Characteristic of the fish miso paste made by red sea bream and yellowtail

Akira OKAMOTO¹⁾ Daisei ETO¹⁾ Ryuta FUJIOKA¹⁾ Toshio MISHIMA²⁾

【要 旨】

マダイ、ブリを原料として食塩および米麴を添加して味噌様ペーストを製造し大豆味噌と比較することで呈味性と機能性を比較した。アミノ態窒素の変化からブリ味噌はほぼ1ヶ月、マダイ味噌はほぼ3ヶ月の発酵期間を必要とした。マダイ味噌は大豆味噌に比較してタンパク質、遊離アミノ酸を多く含んでいるが、ブリ味噌の遊離アミノ酸量は大豆味噌とほぼ変わらなかった。味覚センサーでは魚味噌は大豆味噌と甘味や酸味では大きく離れていたが、官能検査では匂い等が気になるものの総合的には遜色ない評価が得られた。

【キーワード】

マダイ味噌 ブリ味噌 魚味噌 大豆味噌 呈味性 機能性

1. 緒言

近年、地域振興のため水産物に着目した新しい食品加工品の開発が進められている。水産物は各地域で歴史、漁法、漁獲される種類などが異なることから地域を代表する特徴ある産物となる可能性があり、さらに未利用資源としての活用も求められている。そのため水産加工品として新しい技術を利用して練り製品や干物等の開発が検討、実用化されてきたところである。¹⁻⁴⁾ 加えて発酵を利用した水産加工品を製造、開発する試みとして塩辛、ふなずし、くさやなど⁵⁾のほか魚醤油⁶⁻⁷⁾や魚味噌⁸⁾などがあ

げられる。魚醤油は魚介類を高濃度の食塩とともに1年間ほど熟成させて製造する調味料で、我が国では秋田県のしょつつるや石川県のいしるなどは伝統的に生産され、よく知られている。⁵⁾ また、東南アジアにおいてはタイのナンプラーやベトナムのニョクマムが有名である。⁹⁾ 近年では、食品衛生の観点からヒスタミンを制御したこれまで以上に安全な魚醤油の開発技術も進められている。¹⁰⁾ 一方、魚味噌においては、魚醤油と同じように麴や自己消化酵素を用いて発酵を促す技術を用いるものの研究報告された例は多くない。古くは谷川らが第二次世界大戦後の日本国内で食料調達の社会情勢を踏まえ大豆の代替えとして製造を試みてい

¹⁾ 別府大学短期大学部 ²⁾ 西九州大学健康栄養学部

る。¹¹⁻¹⁴⁾ また、愛知県では魚麩を用いた魚味噌の製造開発、¹⁵⁾ 富山県はクエン酸処理を行って魚味噌の品質向上を試みている。¹⁶⁻¹⁷⁾ 著者らも対象魚として、マアジ、ゴマサバなどから製造した魚味噌の成分上の特性や香り、抗酸化性についてこれまで報告してきた。¹⁸⁻²²⁾ これまでの研究では、対象が赤身系の魚種が多く、これらの魚種では官能検査においても総合的な味覚には大豆味噌と遜色なくとも特徴的な味覚を有しているとの意見も多くだされている。⁹⁾ 今回はこれまでに報告の少ない白身系の魚種であるマダイと赤身系のブリを原料として製造した魚味噌の特徴について検討した。また、魚味噌の味覚について、これまで遊離アミノ酸、有機酸と官能検査による検討がなされてきたが、ここでは味覚センサーを用いた検討を加えた。

2. 方法

(1) 試料魚

試料としたマダイとブリは佐賀県唐津市内の鮮魚店から購入し、冷凍保存後、製造時に解凍して用いた。また、比較のために、大豆を用いた味噌も製造した。以下、この論文ではマダイ、ブリを原料としたペーストをそれぞれマダイ味噌、ブリ味噌と大豆を原料とした味噌を大豆味噌と表記する。また、マダイ味噌、ブリ味噌をあわせて魚味噌と表記する。

(2) 味噌の製造方法

ブリ、マダイとも骨、内臓をきれいに除いて採肉し、オートクレーブで120℃、20分間の加熱処理をした。大豆は1昼夜、水に浸漬後、魚味噌と同様にオートクレーブで加熱処理をした。加熱処理後、フードプロセッサでミンチにした。ミンチはボウルに移して、重量をはかり、米麩を1:1の割合で加え、全体の重量の10%の食塩とあわせてよく混合して密閉容器に入れ、35℃で3ヶ月間、インキュベーターで発酵させた。

(3) 塩分量

塩分量はモル法を用いて測定した。精秤した試料10gに45℃の温水を加え、5分間攪拌したものを250mlメスフラスコにろ過し、さらに温水でピーカーおよびろ過残渣を洗浄し、最終的に250mlに定容し試料溶液とした。試料溶液2mlを蒸留水で100mlに定容し、この希釈液5mlに2%クロム酸カリウム溶液を1ml加え、0.02N硝酸銀で滴定した。滴定値から、塩分量を算出した。

(4) アミノ態窒素量

塩分量と同じ希釈試料を用いた。試料液25mlにフェノールフタレイン指示薬を加え、0.1mol/l水酸化ナトリウム溶液で中和した。その後、中性ホルマリン20mlを加えてよく攪拌した後、0.1mol/l水酸化ナトリウム溶液で中和滴定を行い、滴定値からアミノ態窒素量を求めた。

(5) 総窒素量

総窒素量はケルダール法で測定した。魚味噌3gを精秤しケルダール分解用試験管に採取し、KELTABS-C1錠、沸騰石3粒と濃硫酸15mlを加え加熱分解した。放冷、冷却後、純水で100mlに定容し、10mlを分取したものをケルダール分解管に入れ、蒸留装置Vapodest 30s (Gerhardt社)を用いて蒸留した。蒸留により生じたアンモニアを40%ホウ酸溶液と指示薬(0.1%メチルレッド-0.025%メチレンブルーのアルコール溶液)の入った三角フラスコに捕集し、0.05N硫酸により滴定し、滴定値から総窒素量を求めた。

(6) アンモニア態窒素

アンモニア態窒素はケルダール法により測定した。塩分量の希釈試料40mlを分解を行わずに直接、ケルダール分解管に入れ、蒸留装置Vapodest 30s (Gerhardt社)を用いて蒸留した。その後の操作は総窒素量を求めた場合と同様に行った。滴定値からアンモニア態窒素を算出した。

(7) ヒスタミン量

ヒスタミン量は、チェックカラーヒスタミンキット（キッコーマン社）で測定した。

(8) 遊離アミノ酸量

遊離アミノ酸量の測定は、魚味噌エキス4mlを、クエン酸ナトリウム buffer (pH3.15) により10mlに定容した。その後、0.22 μ mのフィルターでろ過して、分析に用いるまで冷凍保存した。この試料10 μ Lを全自動アミノ酸分析計（日本電子（株）JLC-500）を用いて測定した。

(9) 味覚センサーによる評価

大豆味噌および魚味噌5gに4℃の冷水20mlを加え、1,000rpm、15分間のホモジナイズ後、沸騰浴中で5分間、攪拌しながら加熱した。その後、15,000 \times g（KUBOTA7000）15分間の遠心分離を行い、上澄みを25mlに定容したものを味噌エキスとした。

抽出した味噌エキスは適宜希釈して、味識別センサーシステム（ASTREE, アルファ・モス社製）により、7種類のセンサーによる応答値を測定した。測定条件は、試料液を攪拌しながら、室温下で120秒間の測定とした。同一試料は4回測定し、データ解析を行った。なお、味覚センサーの測定には、本研究の魚味噌のほかに市販の魚醤油（よしる、いしる、しょつつる、ナンプラー、ニョクマム、アユ魚醬）も比較のために用いた。

(10) 官能検査

大豆味噌および魚味噌から抽出したエキスを評点法により官能検査した。これらの味噌8gに4℃冷水20mlを加え、1,000rpm、15分間ホモジナイズした。これを沸騰浴中で5分間加熱した後、15,000 \times g、15分間の遠心分離後の上澄みを25mlに定容した。

パネル数は3名で評価は評点法で行った。塩味、うま味、甘味、苦味の味の強さと香りのよさ、総合的なおいしさの6項目を、非常に悪い、悪い、やや悪い、普通、やや良い、良い、

非常に良いの7段階で評価をした。パネリストの点数を平均して評価した。また、魚味噌を用いた料理を3品づくり、共同研究者と試食し、自由記述により評価した。

(11) DPPH ラジカル消去活性

ラジカル消去活性の測定は、DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) を用いる方法に準じて行った。すなわち、400 μ M DPPH18ml, 0.2M MES buffer (pH6.0) 18ml, 20%エタノール溶液18mlの混液2.7mlを試験管に分注した。そこに80%エタノール溶液で希釈した濃度の異なる分析試料0.9mlを30秒おきに加え、ボルテックスで攪拌した。反応液はセルに入れ20分後に分析試料添加順に520nmでの吸光度を測定し、DPPH ラジカルの退色を測定した。

3. 結果**(1) 塩分量**

マダイ、ブリおよび大豆味噌の発酵後（3ヶ月）の塩分量を表1に示した。大豆味噌は12.7g/100g, マダイ味噌は12.9g/100g, ブリ味噌の平均値は13.4g/100gであった。この量は味噌の製造時に加えた塩分濃度とほぼ同程度であった。

Table 1. Salinity of soy bean paste and fish miso paste

表1 大豆味噌と魚味噌の塩分量 (g/100g)

	Salinity (g/100g)
Soy bean paste	12.7
Red sea bream miso paste	12.9
Yellowtail miso paste	13.4

(2) アミノ態窒素量

アミノ態窒素量の経時変化を図1に示した。大豆味噌は発酵開始から1ヶ月の間に1.39mg/100gから2.22mg/100gまで上昇し、以降、3ヶ月目は2.29mg/100gでほぼ横ばいで推移した。マダイ味噌は、発酵開始1.52mg/100gから1ヶ月間に2.3mg/100gまで上昇し、以降3ヶ月目には3.1mg/100gまでさらに上昇した。

ブリ味噌は発酵1ヶ月まで0.8mg/100gから1.66mg/100gまで上昇後、緩やかに上昇したが、総量は大豆味噌、マダイ味噌に比較して発酵期間中低い値を示した。

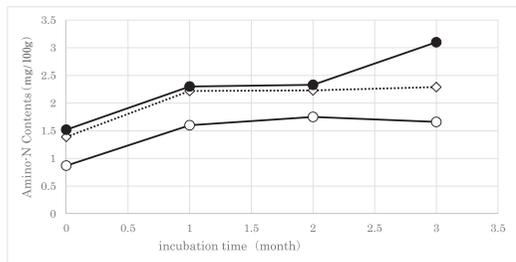


Fig.1 Change of Amino-N contents during fermentation

(◇) soy bean paste (●) red sea bream miso paste (○) yellowtail miso paste

図1 発酵期間中のアミノ態窒素の変化

(◇) 大豆味噌 (●) マダイ味噌 (○) ブリ味噌

(3) 総窒素量

総窒素量の経時変化を図2に示した。3ヶ月の発酵期間中の総窒素量は、大豆味噌は3.00~3.33g/100g, マダイ味噌4.45~4.80g/100g, ブリ味噌4.46~4.81g/100gで3つの味噌とも大きな変化は見られなかった。マダイ味噌, ブリ味噌の方が大豆味噌よりも総窒素量は高かった。

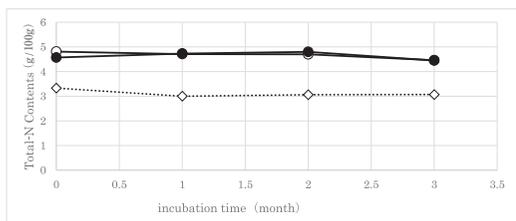


Fig. 2 Change of total-N contents during fermentation

(◇) soy bean paste (●) red sea bream miso paste (○) yellowtail miso paste

図2 発酵期間中の総窒素量の変化

(◇) 大豆味噌 (●) マダイ味噌 (○) ブリ味噌

(4) アンモニア態窒素

アンモニア態窒素の経時変化を図3に示した。

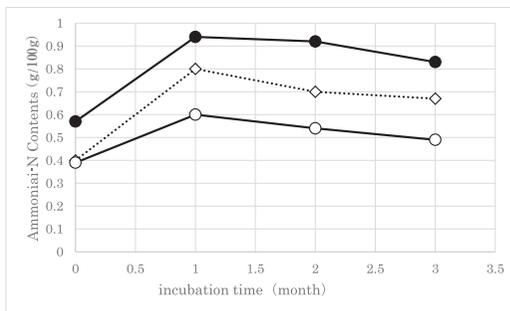


Fig. 3 Change of Ammonia-N contents during fermentation

(◇) soy bean paste (●) red sea bream miso paste (○) yellowtail miso paste

図3 発酵期間中のアンモニア態窒素量の変化

(◇) 大豆味噌 (●) マダイ味噌 (○) ブリ味噌

大豆味噌は発酵開始から1ヶ月間に0.4g/100gから0.8g/100gまで上昇し、以降、3ヶ月目まで0.67g/100gでほぼ横ばいで推移した。マダイ味噌は発酵開始から0.57g/100gから0.94g/100gまで増加し、3ヶ月後は0.83g/100gとなった。ブリ味噌は発酵開始時0.39g/100gから1ヶ月後に0.60g/100gまで増加し、以後3ヶ月後は0.49g/100gとなった。3つの味噌とも発酵後1ヶ月にかけて上昇し、その後は緩やかに横ばいもしくは緩やかに減少した。発酵期間中、アンモニア態窒素量はマダイ味噌が最も多く、次いで大豆味噌, ブリ味噌の順になった。

(5) ヒスタミン量

3ヶ月発酵させた3種の味噌のヒスタミン量を表2に示した。マダイ味噌は検出されず, ブリ味噌は約120ppm, 大豆味噌が約7ppmであった。

CODEX委員会による国際食品規格で定められている衛生及び取り扱い基準は魚の塩漬けなどについて200ppmと定められている。²³⁾

Table 2. Histamine contents of soy bean paste and fish miso paste

表2 大豆味噌と魚味噌のヒスタミン量 (ppm)

	Histamine (ppm)
Soy bean paste	7.07
Red sea bream miso paste	0
Yellowtail miso paste	119.06

(6) 遊離アミノ酸量

3ヶ月間発酵した3種の味噌の遊離アミノ酸組成を表3に示した。総量はマダイ味噌が8,535.5mg/100gで最も多く、次いでブリ味噌5,943.6mg/100gで、大豆味噌は5,314.7mg/100gで最も少なかった。

Asp, Glu, Phe含有量は3つの味噌とも共通して多かった。この3種のアミノ酸で全体のおよそ4割を占めていた。その中でもPheは大豆味噌で、AlaとMetはマダイ味噌が他の味噌に比べて含有割合が多かった。Hisはマダイ味噌が大豆味噌、ブリ味噌に比較して多く682.3mg/100gで8.0%を占めていた。

遊離アミノ酸による呈味性の大まかな評価のために、うま味系のアミノ酸としてAspとGlu, 甘味系のアミノ酸として,Thr, Ser, Gly, Ala, Pro, 苦味系のアミノ酸としてVal,

Table 3. Comparison of free amino acid of soy bean paste and fish miso paste

表3 大豆味噌と魚味噌の遊離アミノ酸組成

	soy bean paste		red sea bream miso paste		yellowtail miso paste	
	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	%
Asp	954.8	18.0	1,520.4	17.8	1,042.0	17.5
Thr	223.8	4.2	378.0	4.4	259.7	4.4
Ser	265.7	5.0	380.6	4.5	342.8	5.8
Glu	523.7	9.9	923.4	10.8	633.5	10.7
Gly	102.0	1.9	156.8	1.8	126.4	2.1
Ala	402.9	7.6	757.7	8.9	380.7	6.4
Val	242.4	4.6	395.1	4.6	270.3	4.5
Cys	44.7	0.8	77.7	0.9	41.3	0.7
Met	53.5	1.0	238.2	2.8	62.0	1.0
Ile	183.2	3.4	294.2	3.4	236.3	4.0
Leu	330.5	6.2	576.5	6.8	404.4	6.8
Tyr	172.7	3.2	230.9	2.7	159.6	2.7
Phe	812.2	15.3	975.0	11.4	729.3	12.3
His	345.6	6.5	682.3	8.0	435.8	7.3
Lys	193.7	3.6	395.3	4.6	190.7	3.2
Arg	121.5	2.3	185.1	2.2	186.7	3.1
Pro	342.3	6.4	368.3	4.3	442.1	7.4
Total	5,314.7	100.0	8,535.5	100.0	5,943.6	100.0

Met, Ile, Leu, Tyr, Phe, His, Lys, Argを集計し表4に示した。アミノ酸の呈味性で比較では3つの味噌に明瞭な差は見られなかった。

また、分岐鎖アミノ酸 (Val, Ile, Leuの合計) では、含有量は大豆味噌756.1mg/100g, マダイ味噌1,265.8mg/100g, ブリ味噌911.0mg/100gでマダイ味噌の含有量は多かったが割合はそれぞれ14.2%, 14.8%, 15.3%でややブリ味噌が少なかった。

Table 4. Comparison of free amino acid according to 3 characteristics, Umami, Sweet, Bitter of soy bean paste and fish miso paste

表4 大豆味噌と魚味噌のうま味, 甘味, 苦味の遊離アミノ酸組成

	soy bean paste		red sea bream miso paste		yellowtail miso paste	
	mg/100g	%	mg/100g	%	mg/100g	%
Umami	1,478.5	28.1	2,443.8	28.9	1,675.5	28.4
Sweet	1,336.6	25.4	2,041.4	24.1	1,551.7	26.3
Bitter	2,455.1	46.6	3,972.6	47.0	2,675.1	45.3
Total	5,270.1	100.0	8,457.8	100.0	5,902.3	100.0

(7) 味覚センサーによる評価

味覚センサーの7本のセンサーにおける応答値を図4に示した。7種類のセンサー中で、応答値が試料により差が大きいものはAHS, PKS, SCSと、比較的差の小さいものはCTS, NMS, CPS, ANSであった。

7種類のセンサーの中でAHSは酸味とNMSはうま味と関係していると考えられている。そこで、AHSとNMSの応答値における各試料の位置を図5に示した。

10種の調味料の中でAHSが際立って高いものがしょつつるでNMSが最も低かったのがマダイ味噌であった。他の8種はAHSでの値の広がりはあるもののNMSはほぼ同程度であった。

味覚センサーのすべてのセンサー応答値をもとに主成分分析を行い、図6に示した。

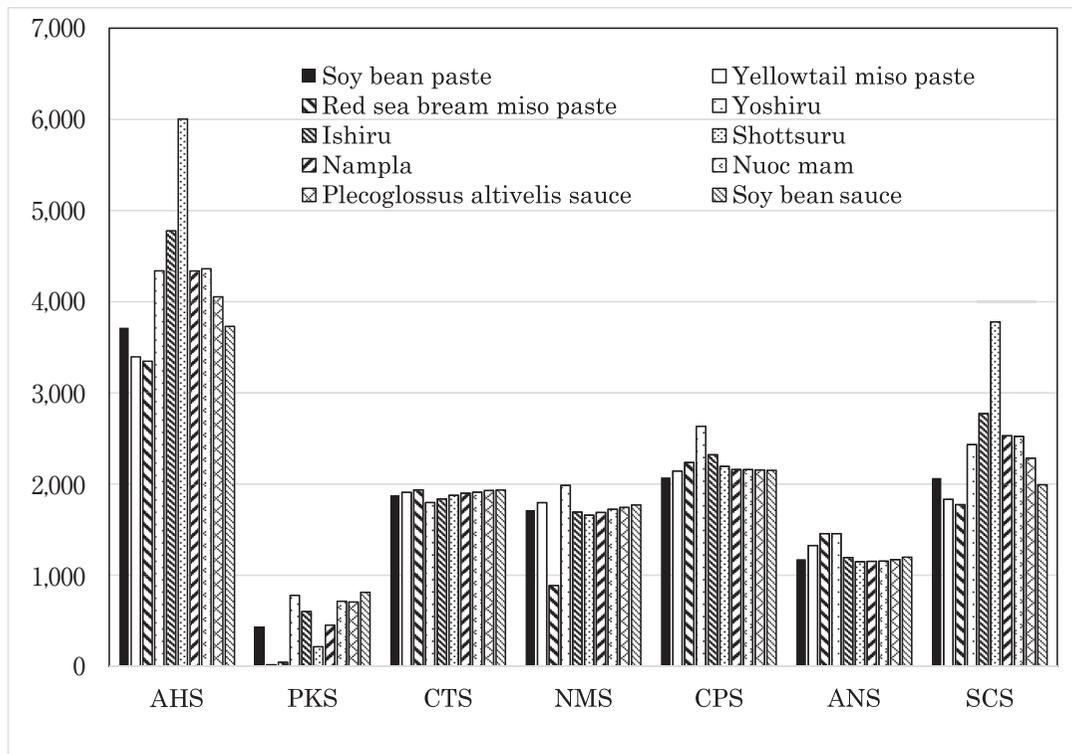


Fig. 4 Taste sensor correlation of soy bean paste and fish miso paste

図4 魚味噌と魚醤油における味覚センサー応答値

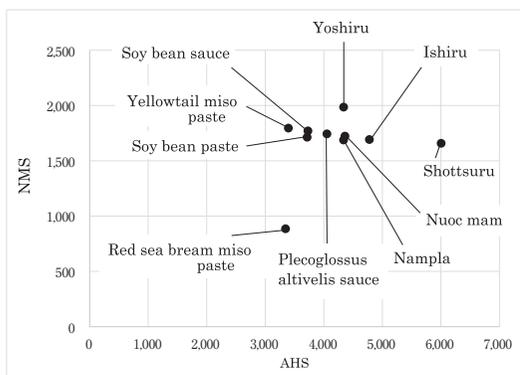


Fig. 5 Correlation between AHS and NMS on sauce and miso paste

図5 AHSとNMSの応答値

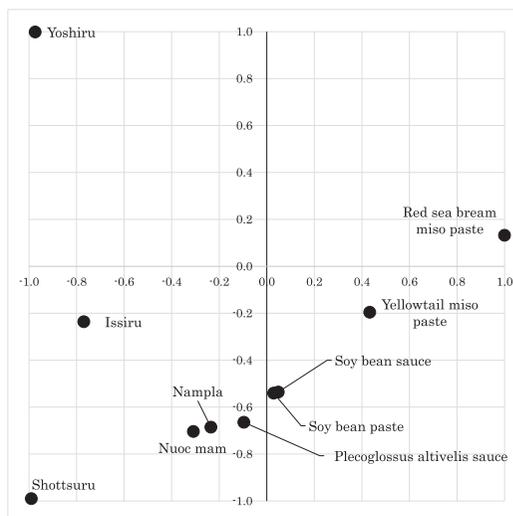


Fig. 6 Principal component analysis on sauce and miso paste

図6 主成分分析の結果

第1主成分ではしょつつるといしるが負の方向にあり、マダイ味噌とブリ味噌が正の方向にあり、中央部に大豆醤油と大豆味噌およびナンプラーとニョクマムのグループがあり、その間にアユ魚醤が存在している。第2主成分ではよしるとしょつつるが最も離れ、大豆醤油と大豆味噌、アユ魚醤およびナンプラー、ニョクマムのグループがあり、マダイ味噌とブリ味噌も独立していた。

今回センサーによる官能検査では、同様の原料である大豆を利用して製造した大豆醤油と大豆味噌は近くに位置し、カタクチイワシを原料とするナンプラーとニョクマムも近い位置にあった。

(8) エキスを用いた官能検査

官能検査の結果を表5に示した。塩味の強さや苦みの強さは魚味噌が強い傾向にあった。うまみの強さは大豆味噌とマダイ味噌の差はなかったが、ブリ味噌は低かった。香りのよさ、甘味の強さは、大豆味噌、マダイ味噌、ブリ味噌の順に低くなった。総合的なおいしさでもブリ味噌は大豆味噌、マダイ味噌に比較して評価は低かった。マダイ味噌はうま味苦みがやや強く、甘味が弱いと総合的な評価が大豆よりも低かったことも考えられた。

Table 5. Comparison of sensory evaluation of soy bean paste and fish miso paste

表5 大豆味噌と魚味噌の官能評価

	soy bean paste	red sea bream miso paste	yellowtail miso paste
Saltiness		4	4
Umami	3.7	3.7	2.7
Sweet	3.3	2.7	2
Bitterness	2	2.7	3.3
Flavor	3.7	3	2.7
Total	3.7	3.7	3

(9) DPPH ラジカル消去

DPPH ラジカル消去率を表6に示した。ブリが79.3%、マダイが73.2%、大豆が74.6%であり、ブリ味噌とマダイ味噌は大豆味噌とほぼ

同程度であった。ブリ味噌とマダイ味噌は大豆味噌と同程度の抗酸化活性を持つと考えられた。

Table 6. DPPH free radical-scavenging of soy bean paste and fish miso paste (%)

表6 大豆味噌と魚味噌のDPPH ラジカル消去率

soy bean paste	red sea bream miso paste	yellowtail miso paste
74.6	73.2	79.3

4 考察

マダイ、ブリを原料として製造した魚味噌の呈味成分を同時に製造した大豆味噌と比較した。総窒素量の結果から、魚味噌は大豆味噌に比較してタンパク質を多く含んでいることが推察された。アミノ態窒素は呈味性を示すアミノ酸含有量の指標としているが、発酵期間中、魚味噌が大豆味噌より高かった。アミノ態窒素量およびアンモニア態窒素は3種の味噌とも発酵を開始して1ヶ月で上昇している。これは既報⁸⁾でマアジを用いた同様の魚味噌製造においても同様に1ヶ月程度でも酸度やアミノ酸度に大きな変化がみられたように、発酵1ヶ月程度の発酵初期段階で原料由来のタンパク質の分解が行われていることを示していると推察された。

遊離アミノ酸では、大まかな味覚の傾向を把握するために、うま味系、甘味系、苦味系アミノ酸を合計して比較したが、3種の味噌にアミノ酸合計の組成の割合に大きな差は認められなかった。

しかし、味覚センサーでの結果は大豆味噌と魚味噌では甘味や酸味に関して大きな差がみられた。一方、官能検査では大豆味噌に比較してマダイ味噌は、味覚の傾向は異なるにしても、総合評価はほぼ同等であるが、ブリ味噌の総合評価は低かった。今回、これらの味噌を用いて味噌汁、味噌和え、みそ炒め等を調理して試食して比較した。

ブリ味噌の味噌汁、酢味噌和えは食材の風味に勝るほど魚の風味が強かった。しかし、豚肉

の味噌炒めでは火を通した直後は、魚の風味が強くにおいが強かったが、冷めると強いにおいはなくなった。従って、ブリ味噌は、魚の風味が強く他の食材の味を消すことが考えられた。

マダイ味噌では魚独特のにおいもあったが、加熱をするとほぼ感じなくなった。豚肉の味噌炒めはマダイ味噌の味が強く、豚肉の味を消してしまっていたので、量を調節するとことによりおいしくなると考えられた。

ヒスタミンは食品に多く含まれると食中毒の原因になることがあるが、マダイの魚味噌は基準よりもはるかに少なく、問題ないと考えられるが、ブリ味噌については、発酵時に雑菌が混入しないような注意が必要だと考えられた。

今回の研究により、魚醤油の製造期間、ヒスタミン含有量、官能的な特徴が明らかにされた。特に白身系のマダイで製造した魚味噌は、味覚の点で赤身系の魚種であるブリを原料とした魚味噌よりも、穏やかな特徴を有している。今後、魚味噌の機能性などを明らかにし、付加価値のある商品となるよう検討していきたい。

引用文献

- 1) Kuwahara K, Osako K, Okamoto A, Konno K. Solubilization of Myofibrils and Inhibition of Autolysis of Squid Mantle Muscle by Sodium Citrate *Journal of Food Science* 2006 ; 71(6) : C358-C362
- 2) 一崎絵理香, 桑原浩一, 岡本昭, 岡崎恵美子. 塩漬条件が凍結解凍したマアジ肉の離水に及ぼす影響 *日本水産学会誌* 2011 ; 77(1) : 89-93
- 3) 三嶋敏雄, 池田光彦, 松本欣弘, 桑原浩一, 岡本昭, 宮崎里帆, 平坂勝也, 谷山茂人, 橘勝康. 麴の使用による魚塩干品の高品質化に関する研究 *九州栄養福祉大学研究紀要* 2015 ; 12 : 187-200
- 4) 岡本昭, 高山瑞姫, 河上仁美, 川野由樹, 藤岡竜太, 衛藤大青, 宮崎美帆, 谷山茂人, 橘勝康. ヨーグルト添加処理がマアジ塩干品の呈身性へ及ぼす影響 *別府大学短期大学部紀要* 2018 ; 37 : 1-7
- 5) 藤井建夫. 魚の発酵食品 成山堂書店, 東京, 2001
- 6) 川崎賢一, 舩津保浩, 舩津未利用水産資源の高度利用を目的とした魚醤油の開発 *日本水産学会誌*

- 2003 ; 69(5) : 705-708
- 7) 三嶋敏雄, 岡本昭, 松本欣弘, 山田弥知, 宮崎里帆, 谷山茂人, 橘勝康. 各魚醤油の呈味性に関する研究 *九州栄養福祉大学研究紀要* 2016 ; 13 : 23-35
- 8) 岡本昭, 林田喜美彰, 岡本啓湖. 味噌製造における大豆の代替としての魚の有効性 *別府大学短期大学部紀要* 2019 ; 38 : 9-16
- 9) 野田文雄. 東南アジアの魚醤油. *日本醸造協会誌* 1993 ; 88(7) : 531-536
- 10) 木村メイコ, 舊谷亜由美, 福井洋平, 柴田由起, 根井大介, 矢野豊, 里見正隆. 魚醤油発酵時のヒスタミン蓄積に関与する原因菌の同定および乳酸菌発酵スターター接種によるヒスタミン蓄積抑制効果について *日本水産学会誌* 2015 ; 81(1) : 97-106
- 11) 谷川英一, 秋場稔, 秋場進. 魚味噌製造に関する研究第1報魚味噌の製造について *日本水産学会誌* 1950 ; 15(11) : 689-691
- 12) 谷川英一, 秋場稔, 秋場進. 魚味噌製造に関する研究第2報魚味噌熟成中に於ける蛋白質の變化について *日本水産学会誌* 1950 ; 15(11) : 692-695, 1950
- 13) 谷川英一, 秋場稔, 秋場進, 元廣輝重. 魚味噌製造に関する研究(第3報)魚味噌製造時に於ける添加食塩量熟成速度並にアンモニア生成量に就いて *日本水産学会誌* 1950 ; 15(11) : 696-702
- 14) 谷川英一, 秋場稔, 秋場進, 元廣輝重. 魚味噌製造に関する研究(第4報)魚味噌熟成中の油脂の變化に就て *日本水産学会誌* 1950 ; 15(11) : 703-706
- 15) 山本晃司, 加藤丈雄, 森川豊, 矢野未右紀, 長谷川渚, 鳥居貴佳, 深谷伊和男. 魚麴を利用した魚味噌について. *愛知県産業技術研究所研究報告* 2004 ; 3 : 106-107
- 16) 原田恭行, 小善圭一, 里見正隆, 横井健二. 小アジを原料とした魚味噌の品質に及ぼすクエン酸処理の影響. *日本食品科学工学会誌* 2008 ; 55(1) : 25-31
- 17) 原田恭行, 小善圭一, 横井健二, 里見正隆. クエン酸添加が魚味噌熟成中のヒスタミン蓄積と呈味成分に与える影響. *日本食品科学工学会誌* 2016 ; 63 : 529-537
- 18) Giri A, Osako K, Okamoto A, Okazaki E, Ohshima T. Effect of meat washing on the development of impact odorants in fish miso prepared from spotted mackerel. *J. Sci. Food Agric* 2010 ; 91 : 850-859
- 19) Giri A, Okamoto A, Okazaki E, Ohshima T. Head-space volatiles along with other instrumental and

- sensory analysis as indicator indices of maturation of horse mackerel miso. *J. Food Sci.* 2010 ; 75(8) S406-S417
- 20) Giri A, Osako K, Okamoto A, Okazaki E, Ohshima T. Antioxidative properties of aqueous and aroma extracts of squid miso prepared with *Aspergillus oryzae*-inoculated koji. *Food Res. Intl.* 2011 ; 44 : 317-325
- 21) Giri A, Osako K, Okamoto A, Okazaki E, Ohshima T. Effects of Koji Fermented Phenolic Compounds on the Oxidative Stability of Fish Miso. *J. Food Sci.* 2011 ; 77(2) : 228-235
- 22) Giri A, Osako K, Okamoto A, Ohshima T. Olfactometric characterization of aroma active compounds in fermented fish paste in comparison with fish sauce, fermented soy paste and sauce products. *Food Res. Internatl.* 2010 ; 3 : 1027-1040
- 23) 里見正隆. ヒスタミン. 日本食品科学工学会誌 2010 ; 57 : 366