

## 日本味噌 2 種と中国味噌（醬） 3 種の理化学特性及び抗酸化活性

呉珊<sup>1,2</sup>・豊碩<sup>1,2</sup>・小嶋道之<sup>1</sup>

(受付：2015 年 4 月 30 日，受理：2015 年 7 月 28 日)

Physicochemical characteristics and antioxidant activity of two types of Japanese miso and three types of Chinese miso (pastes)

Shan WU<sup>1,2</sup>, Shuo FENG<sup>1,2</sup>, Michiyuki KOJIMA<sup>1</sup>

### 摘 要

日本の伝統的な保存食品である米味噌と米麦味噌を各々 1 種類，及び中国味噌である甜麵醬と 2 種類の大豆醬について，理化学特性及び機能性成分，抗酸化活性を測定した。米味噌は，明度が最も高かったが，メラノイジン量及び DPPH ラジカル消去活性は最も低かった。米麦味噌のポリフェノール量，メラノイジン量及び DPPH ラジカル消去活性は米味噌のそれらよりも高かった。甜麵醬の明度は最も低かったが，メラノイジン量，ポリフェノール量及び DPPH ラジカル消去活性は 5 種類の中で最も高かった。今回使用した 5 種類の味噌に含まれるメラノイジン量と DPPH ラジカル消去活性との間には正の相関関係 ( $r = 0.853$ ) が認められた。またポリフェノール量と DPPH ラジカル消去活性との間にも正の相関関係 ( $r = 0.668$ ) が認められた。ポリフェノール量がほぼ同程度である場合，メラノイジン量が高い味噌の DPPH ラジカル消去活性が高かった。これらの数値を用いた統計解析の結果は，メラノイジン及びポリフェノール類が日本味噌及び中国味噌共に共通に含まれる抗酸化活性に貢献する主成分であることを示唆している。また，明度と DPPH ラジカル消去活性との間には負の相関が認められた ( $r = -0.712$ ) ことから，味噌の明度が味噌の抗酸化活性の簡易評価指標にできるかもしれない。

キーワード：日本味噌，中国味噌，メラノイジン，粗ポリフェノール，DPPH 消去活性

---

<sup>1</sup>帯広畜産大学畜産科学科食品科学研究部門

<sup>2</sup>岩手大学大学院連合農学研究科生物資源科学専攻

<sup>1</sup>Department of Food Production Science, Obihiro University of Agriculture and Veterinary Medicine. 080-8555, 11, nishi-2-sen, inada-cho, obihiro, Hokkaido, Japan.

<sup>2</sup>Department of Bioresources Science, United Graduate school of Agricultural Sciences, Iwate University, 3-18-8, Ueda, Morioka, Iwate 020-8550

連絡先：小嶋道之，kojima@obihiro.ac.jp

## 緒言

味噌は、伝統的な保存食品として日本人の食生活に欠かせない重要な位置を占めており、生体内抗酸化作用、抗癌作用及び血糖値上昇の抑制作用などが報告されている(渡邊ら 2010 ; Kumazawa et al. 2013)。日本の味噌は、米味噌、麦味噌、豆味噌及び調合味噌の4種類に分けられている。その中でも米味噌の出荷量が最も高く、2014年のその割合は全体の81%を占めていた(全味工連集計 2014)。味噌の製造方法は、大豆を蒸煮し、米、麦または豆麹菌を加え、食塩を混合して発酵・熟成させたもの(半固体状)である(消費者庁 2000)。発酵・熟成過程において麹菌が生産するプロテアーゼ作用により大豆タンパク質から種々のペプチドやアミノ酸が生成し、麹菌のアミラーゼ作用によりグルコースが生成して両者によるメイラード反応が進行し、褐変化が進行して複雑なメラノイジン(褐色色素)が生成する(江崎 2003)。また、発酵により生成する成分には、メラノイジンの他にイソフラボン類や水溶性ペプチド類などが含まれており、それらが味噌の抗酸化性を示す物質であることも報告されている(江崎 2003 ; 松尾ら 2007)。

中国味噌は、中国醬とも呼ばれ、大豆をベースとして自然界の微生物によりを長期間発酵したものである(童ら 1997)。中国では昔から、重要な調味料として利用されていて、大豆醬、甜麵醬、調味醬などの種類があり、地方による特性も見られる。今回使用した大豆醬及び甜

麵醬は中国北方の伝統的な味噌としてよく利用されているものであり、甜麵醬は小麦粉を伝統的に発酵させた甘い醬である。中国の甜麵醬、大豆醬、豆板醬などの多くの研究は、醬の製造方法に関する比較研究や各種類の醬に含まれる香気成分についての研究だけである(童ら 1997)。味噌以外では、豆鼓、テンペ及び豆腐乳などは、抗酸化活性が高い報告があり、それらの抗酸化成分はメラノイジン、ペプチド、ポリフェノール類及びイソフラボン類であると報告されている(Zhao et al. 2011 ; Kan et al. 1999 ; Esaki et al. 1996 ; Klus et al. 1993 ; Hoppe et al. 1997)。しかし、中国味噌の抗酸化活性や抗酸化成分についての研究はほとんどみられない。本研究では、2種類の日本味噌及び3種類の中国味噌(醬)の抗酸化活性とそれに関連する成分について関連を明らかにすることを目的とした。

## 実験方法

### 1. 実験試料

原材料、材料の配合、発酵菌の種類などが異なる4種類の市販味噌と1種類の手作り味噌を分析に使用した。すなわち、日本味噌は研究室で手作りした米麦味噌及びスーパーで購入した米味噌(北海道産)を使用し、3種類の中国味噌は、王致和甜麵醬(北京産)、葱伴侶豆板醬(山東省)、東古黄豆醬(広東省産)を使用した。それらの材料、製造法などは表1及び表2に示した。

表 1. 日本味噌と中国味噌(醬)の省略表記と産地及びブランド

実験試料(省略語)	産地とブランド
手作り米麦味噌 Japanese rice and wheat miso (JRWM)	北海道, 研究室(帯広畜産大学)
米味噌 Japanese rice miso (JRM)	北海道, 福山醸造株式会社
甜麵醬 Chinese wheat paste (CWP)	北京市, 王致和食品株式会社
葱伴侶豆板醬 Chinese soybeans and wheat paste (CSWP1)	山東省, 欣和味达美食品株式会社
東古黄豆醬 Chinese soybeans and wheat paste (CSWP2)	広東省, 東古調味食品株式会社

表 2. 日本味噌と中国味噌（醬）の原料及び製造法

実験試料	原料	製造の手順
米麦味噌 (JRWM) *	水, 大豆, 米麦麴, 食塩	大豆→洗浄→浸漬→煮豆 (潰す) →豆餡 (米麴, 麦麴, 酵母, 食塩の添加) →発酵→米麦味噌
米味噌 (JRM) *	水, 大豆, 米麴, 食塩	大豆→洗浄→浸漬→煮豆 (潰す) 豆餡→米麴, 酵母, 食塩の添加→発酵→米味噌
甜麵醬 (CWP) *	水, 小麦粉, 食塩, ソルビン酸ナトリウム	小麦粉5% (水, 酵母の添加) →発酵→発酵麵 (小麦粉95%, 水の添加, 蒸す) →菌の接種→発酵 (蒸す) →甜麵醬
葱伴侶豆板醬 (CSWP1) *	水, 大豆, 食塩, 砂糖, 小麦粉, 食品添加剤 (グルタミン酸ナトリウム, ソルビン酸ナトリウム, アスパルテーム (フェニルアラニン), スクラロース)	大豆→洗浄→浸漬→(食塩水の添加) 煮豆→冷却 (小麦粉の添加) →アスペルギルス・オリゼー菌の接種→発酵→葱伴侶豆板醬
東古黄豆醬 (CSWP2) *	水, 大豆, 食塩, 砂糖, 小麦粉, コンスターチ, 食品添加剤 (グルタミン酸ナトリウム, Disodium 5'-ribonucleotide, ソルビン酸ナトリウム, アスパルテーム, スクラロース, 安息香酸ナトリウム, アセサルフェーム)	大豆→洗浄→浸漬→(食塩水の添加) 煮豆→冷却 (小麦粉の添加) →アスペルギルス・オリゼー菌の接種→発酵→東古黄豆醬

\* JRWM ; 日本の手作り米麦味噌, JRM ; 日本の米味噌, CWP ; 中国の甜麵醬, CSWP1 ; 中国の葱伴侶豆板醬, CSWP2 ; 中国の東古黄豆醬。

## 2. 理化学特性

### (1) 水分含量の測定

AOAC 法 (1990) に従った。即ち, 105°C のオーブンで 24 時間加熱し, 加熱前後の重量差より求めた。

### (2) 色彩度の測定

ホモジナイズした味噌試料は, シャーレに充填して色彩計 (MINOLTA CR-200, Japan) を用い, 明度 L\* 値, 赤 a\* 値, 黄色 b\* 値を測定した (CIE. 1986)。

### (3) 塩分, 可溶性固形分, pH の測定

5g の味噌試料に 10ml の蒸留水を加えてホモジナイズし, 遠心分離 (3000rpm, 10 分間) して得られた上清はチューブに回収し, ポケット塩分計 (Pocket PAL-ES1, アタゴ株式会社, Japan) により塩分, ポケット糖度計 (Pocket PAL-J, アタゴ株式会社, Japan) により可溶性固形分, pH メータ (D-50 シリーズ, HORIBA 製造会社, Japan) により pH を測定した。

### (4) L- グルタミン酸の測定

5g の味噌試料に 10ml の蒸留水を加えてホモジナイズし, 遠心分離した上清は, さらに希釈してヤマサ L- グルタミン酸測定キット (Kusakabe et al. 1984) を用いて定量した。

### (5) 還元糖の測定

3,5-dinitrosalicylic acid (DNS) の改良法 (福井 1971) により還元糖の定量を行った。すなわち, 200 $\mu$ l の希釈した味噌又は醬の水溶液に 200 $\mu$ l の 2N-NaOH 及び 200 $\mu$ l の 1% DNS 試薬を加え混和後, 100°C, 10 分間発色させた。室温で冷却後, 540nm の吸光値より還元糖を算出した。標品としてグルコースを用いた検量線 (0-2mg) を作成し, 還元糖量を求めた。

### (6) 全糖の測定

フェノール硫酸法を用いて行った。すなわち, 1.0 ml の味噌又は醬の水溶液に 1.0ml の 5% フェノール液を加え, 濃硫酸 5.0 ml を加えて混和, 10 分間反応後, 氷水で急冷し, 490 nm の吸光度を測定した。全糖量はグルコース溶液を標準試料に用いた検量線 (0 ~ 200 $\mu$ g/ml) により算出した (Dubois et al. 1956)。

## 3. 粗ポリフェノール量の測定

フォーリン・チオカルト法 (Roura et al. 2006) で行った。5g 味噌より 80% エタノール (20ml) 及び 70% アセトン (20ml) でそれぞれ 3 回づつ抽出を繰り返して得られた全抽出液 100  $\mu$ l, 蒸留水 300  $\mu$ l, Folin 試薬 400  $\mu$ l を

加えて混和後、3分間静置した。次に、10%炭酸ナトリウム水溶液 400 $\mu$ lを加えて攪拌し、30分間、30 $^{\circ}$ Cの温浴で反応後、760nmの吸光度を測定した。粗ポリフェノール量は、カテキンを用いた検量線を作成して算出した。

#### 4. メラノイジンの測定

Martins et al. (2003) の方法により測定した。メラノイジンの調製は以下のように行った。すなわち、等濃度のグルコース溶液およびグリシン溶液を混和して 0.1M リン酸を加え pH6.8 に調整後、100ml に定容した（最終濃度 0.2M 混和液）。反応液はガラスチューブに取り、2時間、120 $^{\circ}$ C で加熱後、水中で冷却して透析膜（14000 MWCO, UC 36-32-100; EIDIA 株式会社, 日本）に入れて蒸留水に対して透析した（透析 9 日間）。透析内液は凍結（冷凍庫 -20 $^{\circ}$ C, 12 時間）後、凍結乾燥（48 時間）を行った。得られたメラノイジン粉末を溶解して（0-100 $\mu$ g / ml の範囲、450nm の吸光値）標準曲線を作成した。また、5g の味噌試料に 10ml の蒸留水を加えてホモジナイズ後、遠心分離して得られた上清は、希釈後に 450nm の吸光値を測定し、メラノイジンの標準曲線より定量を行った。

#### 5. DPPH (1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl) ラジカル消去活性の測定

試料は実験方法 3 と同様にして調製した。調製した味

噌の抽出液 150 $\mu$ l に 0.5M DPPH- エタノール溶液 150 $\mu$ l を加えて混和後、暗所、室温、15分間静置後、520nm の吸光度をマイクロプレートリーダー MTP-300 (CORONA ELECTRIC Co., Ltd., Hitachinaka, Ibaraki, Japan) を用いて測定した。ラジカル消去活性は Trolox 相当量として算出した（齋藤ら 2007 ; 小嶋ら 2006）。

#### 6. 統計処理

全てのデータは 3 回以上の平均値で示した。SAS 9.3 ソフトを用いて、一元配置分散分析、多重検定として Fisher' s LSD 法及び相関関係の分析を行った。有意水準は  $p < 0.05$  で示した。

### 結果および考察

#### 1. 日本味噌と中国味噌（醬）の理化学特性

日本味噌 2 種と中国味噌（醬）3 種の可溶性固形分、還元糖、全糖、塩分、L-グルタミン酸、色彩色差、pH 及び水分含量を表 3 に示した。水分はいずれも 53% ~ 60% の範囲で、塩分は 8.9% ~ 14% 程度含まれていた。また、pH の範囲は 4.6 ~ 5.5 であった。

グルタミン酸ナトリウムが添加された葱伴侶豆板醬と東古黄豆醬には、グルタミン酸量が高い値を示したが、米麦味噌、米味噌、甜麵醬に含まれる L-グルタミン酸

表 3. 日本味噌と中国味噌（醬）の理化学特性

実験試料	可溶性固形物 (Brix%)	還元糖 (mg/g)	全糖 (mg/g)	塩分 (%)	L-グルタミン酸 (mg/100g)
米麦味噌(JRWM)*	7.43 $\pm$ 0.2c	292.85 $\pm$ 35.4b	303.85 $\pm$ 12.0b	10.60 $\pm$ 0.2c	275.60 $\pm$ 8.1c
米味噌(JRM)*	8.07 $\pm$ 0.1b	160.04 $\pm$ 13.0c	247.86 $\pm$ 15.0d	12.47 $\pm$ 0.1b	146.88 $\pm$ 10.1d
甜麵醬(CWP)*	9.57 $\pm$ 0.1a	424.38 $\pm$ 11.a	598.93 $\pm$ 9.4a	8.93 $\pm$ 0.1d	75.67 $\pm$ 17.8e
葱伴侶豆板醬(CSWP1)*	7.00 $\pm$ 0.0c	58.37 $\pm$ 14.3d	200.33 $\pm$ 4.2e	12.00 $\pm$ 0.0b	415.41 $\pm$ 4.0b
東古黄豆醬(CSWP2)*	7.10 $\pm$ 0.1c	26.60 $\pm$ 13.0e	278.10 $\pm$ 4.3c	14.13 $\pm$ 0.4a	1656.04 $\pm$ 8.2a

  

実験試料	L*値	a*値	b*値	pH	水分 (%)
米麦味噌(JRWM)*	35.08 $\pm$ 0.3b	6.19 $\pm$ 0.1b	7.31 $\pm$ 0.1b	5.11 $\pm$ 0.0b	59.66 $\pm$ 0.1a
米味噌(JRM)*	54.12 $\pm$ 0.3a	8.17 $\pm$ 0.2a	23.01 $\pm$ 0.4a	5.50 $\pm$ 0.0a	53.54 $\pm$ 0.1b
甜麵醬(CWP)*	30.42 $\pm$ 0.2c	1.36 $\pm$ 0.0d	0.28 $\pm$ 0.1e	4.57 $\pm$ 0.0c	53.36 $\pm$ 0.4b
葱伴侶豆板醬(CSWP1)*	34.65 $\pm$ 0.0b	3.38 $\pm$ 0.0c	2.88 $\pm$ 0.0c	4.91 $\pm$ 0.0c	58.65 $\pm$ 0.0a
東古黄豆醬(CSWP2)*	31.30 $\pm$ 0.2c	1.74 $\pm$ 0.1d	1.16 $\pm$ 0.1d	5.32 $\pm$ 0.0a	59.22 $\pm$ 0.1a

\* JRWM ; 日本の手作り米麦味噌, JRM ; 日本の米味噌, CWP ; 中国の甜麵醬, CSWP1 ; 中国の葱伴侶豆板醬, CSWP2 ; 中国の東古黄豆醬。Means  $\pm$  SD(n=3), 同項目同列の異なる英小文字間で有意差あり ( $p < 0.05$ )。

量は、この順に高い値を示した（表 3）。グルタミン酸はペプチダーゼやグルタミナーゼの作用によって生じると共に、麹菌のグルタミンからも生成することが知られている（原山 1992）。米麹菌を用いた味噌より麦麹菌を用いた味噌のグルタミン酸含量が多いことは、麦と麹菌との作用によりグルタミン酸が多く供給されたことを示しているのかもしれない。甜麵醬は可溶性固形物、還元糖及び全糖の含量が最も高く、塩分、L-グルタミン酸、pH、水分含量は最も低い値を示した。甜麵醬は小麦粉を原材料とするので、発酵過程においてプロテアーゼやグルコアミラーゼなどの酵素により、小麦デンプンをよく糖化したことに由来することが推測される（Li et al. 2012）。菌種（黒麹菌又は麹菌）や発酵物の製造方法の差異が、発酵物の色彩に影響を与えることが知られている。米味噌は、明度 L\* 値（明るさ）が最も高く、b\* 値（黄色）も最も高い値を示した。

## 2. 日本味噌と中国味噌（醬）の粗ポリフェノール量、メラノイジン量及び抗酸化活性

日本味噌 2 種と中国味噌（醬）3 種に含まれる粗ポリフェノール量、メラノイジン量及び抗酸化活性を測定した結果を表 4 に示した。甜麵醬の粗ポリフェノール量 19.18 mg/g、メラノイジン量 19.16 mg/g は他の味噌に比べて有意に高く、DPPH ラジカル消去活性（20.32  $\mu\text{mol/g}$ ）は葱伴侶豆板醬以外の味噌に比べて有意に高い値を示した。今回調べた米味噌のメラノイジン量 3.13 mg/g、DPPH ラジカル消去活性 8.89  $\mu\text{mol/g}$  の値は他の味噌

に比べて低い値を示した。麦麹を加えた米麦味噌のそれら 3 者の値は米味噌の値に比べ、粗ポリフェノール量で 1.2 倍、メラノイジン量で 1.5 倍、DPPH ラジカル消去活性で 1.2 倍程度高い値を示した。一方、日本の米味噌と中国の東古大豆醬に含まれる粗ポリフェノール量はほぼ同程度であったが、メラノイジン量が高い東古大豆醬の DPPH ラジカル消去活性は顕著に高い値を示した。これは、味噌発酵物のメラノイジン量が高いと抗酸化活性も高いことを示唆しているのかもしれない。メラノイジンは強い抗酸化力を持っていることが報告されており、色調の濃い発酵物ほど抗酸化活性が高いと報告されている（亀形ら 2009）。今回の我々の結果も同様の傾向が認められた。

中国味噌の 2 種類の大豆醬には、食品添加剤としてグルタミン酸ナトリウム（増味剤）、ソルビン酸ナトリウム（防腐剤）、安息香酸ナトリウム（保存料）、アスパルテーム、スクラロース（甘味料）が添加されているが、これらの添加剤は日本及び中国の指定添加物である（佐仲 2013；厚生日本食品化学研究振興財団 2015）。これらの食品添加物にはいずれも抗酸化剤としての使用は期待されていないことから、中国味噌の抗酸化活性にほとんど影響を与えていないと推察している。また、大豆種子中にはダイズインやゲニスチンなどを基本骨格とするイソフラボン配糖体が含まれているが、それらの抗酸化力は比較的弱いことが報告されている（Kudou et al. 1991）。しかし、味噌の抗酸化力は、大豆のそれに比べて高いことが報告されている。この原因は、大豆の発酵過程にお

表 4. 日本味噌と中国味噌（醬）のメラノイジン含量、粗ポリフェノール含量及び抗酸化活性

実験試料	メラノイジン (mg/g)	粗ポリフェノール (mg/g)	DPPH活性 ( $\mu\text{mol/g}$ )	還元力 (mg/g)
米麦味噌(JRWM)*	4.58 $\pm$ 0.1d	13.05 $\pm$ 0.8c	11.10 $\pm$ 0.8c	0.80 $\pm$ 0.0a
米味噌(JRM)*	3.13 $\pm$ 0.0e	10.57 $\pm$ 0.6d	8.89 $\pm$ 1.4d	0.54 $\pm$ 0.0c
甜麵醬(CWP)*	19.16 $\pm$ 0.6a	19.18 $\pm$ 0.6a	20.32 $\pm$ 1.2a	0.72 $\pm$ 0.0b
葱伴侶豆板醬(CSWP1)*	12.02 $\pm$ 0.9b	17.24 $\pm$ 0.5b	21.42 $\pm$ 0.6a	0.81 $\pm$ 0.0a
東古黄豆醬(CSWP2)*	11.39 $\pm$ 0.4c	10.55 $\pm$ 0.4d	17.69 $\pm$ 0.0b	0.39 $\pm$ 0.0d

\* JRWM；日本の手作り米麦味噌，JRM；日本の米味噌，CWP；中国の甜麵醬，CSWP1；中国の葱伴侶豆板醬，CSWP2；中国の東古黄豆醬。Means  $\pm$  SD(n=3)，同項目同列の異なる英小文字間で有意差あり(p<0.05)。

いてイソフラボンの骨格構造が変化し、新たに抗酸化活性成分に変化したことに関係すると推測されている(江崎ら 2002)。また、粗ポリフェノール量の定量は、フォーリン・チオカルト法を用いて行ったが、この方法で用いるフェノール試薬はタンパク質測定試薬でもある。そのため、今回測定した味噌抽出液に含まれる粗ポリフェノール量の値は、ポリフェノール値だけではなく、水溶性ペプチドなどの値も付加されている可能性が考えられる。発酵過程で水溶性ペプチドが増加することは、よく知られていることなので(松尾ら 2007; 江崎 2003)、増加した水溶性ペプチドの混入が抗酸化活性を押し上げているかもしれない。また、米麦味噌の粗ポリフェノール量は米味噌のそれよりも高いことが示された。その原因は、原材料に使用した麦にはポリフェノール類の一種であるフェルラ酸が多く含まれており、麦味噌中の総フェルラ酸含量は米味噌の2倍であることが報告されている(松田ら 2000)。今回、この量を測定してはいないが、高い抗酸化活性を示した理由の一つかもしれない。

### 3.5 種類の味噌における理化学特性と抗酸化活性との相関関係

5種類の発酵物における理化学特性と抗酸化活性の相関係数を表5に示した。DPPH ラジカル消去活性と明度 L\* 値 (r = -0.712), DPPH ラジカル消去活性と a\* 値 (r = -0.860), DPPH ラジカル消去活性と b\* 値 (r = -0.805) との間にはいずれも負の相関関係が認められた。また、

DPPH ラジカル消去活性とポリフェノール量 (r = 0.668) 及びメラノイジン量 (r = 0.853) との間には正の相関関係が認められた。しかし、還元力とポリフェノール量及び還元力とメラノイジン量との間に相関関係は認められなかった。これまでに、味噌から 75%~80%エタノール抽出画分に含まれるポリフェノール量と抗酸化活性との間に相関関係のあることが報告されている(松田ら 2000; 西場ら 2007)。また、味噌の発酵過程が進むにつれてメタノール抽出画分に含まれるポリフェノール量が増加し、DPPH ラジカル消去活性も増加したこと(高崎ら 2010)や味噌に含まれるメラノイジンは強力な抗酸化剤であること、味噌の色調と抗酸化活性との間には相関関係のあることが報告されている(山口 1992)。岡田ら(1982)は、グルコースとグリシンの混合溶液を加熱すると、加熱時間とともに、褐変度と分子量が増加し、pH が低下したことを報告している。味噌のメラノイジン量と pH 値との間に負の相関関係のあることが認められたことをよく一致している。今回の我々の結果と、これらの研究報告とはよく一致しており、今後さらに多くの味噌の色調と DPPH ラジカル消去活性との関連を検討することにより、味噌の機能性評価を簡便に求めることが可能になると推察している。これらのことから、味噌の抗酸化活性は、発酵により生じたメラノイジンと共にポリフェノール類も貢献する主な成分であると推測している。

表 5. 日本味噌と中国味噌(醬)の理化学特性とそれらの抗酸化活性との間の相関係数

分析項目(単位)	L*値	a*値	b*値	DPPH <sup>1</sup> (μmol/g)	PP <sup>2</sup> (mg/g)	L-GU <sup>3</sup> (mg/100g)	pH	SS <sup>4</sup> (Brix%)	水分 (%)	還元力 (mg/g)	塩分 (%)	還元糖 (mg/g)	全糖 (mg/g)
a*値	0.861*												
b*値	0.987*	0.916*											
DPPH(μmol/g) <sup>1</sup>	-0.712*	-0.860*	-0.805*										
PP(mg/g) <sup>2</sup>	-0.505	-0.526	-0.557	0.668*									
L-GU(mg/100g) <sup>3</sup>	-0.368	-0.442	-0.380	0.216	-0.488								
pH	0.670	0.641	0.694	-0.699	-0.947*	0.373							
SS(Brix%) <sup>4</sup>	-0.006	-0.131	-0.007	0.066	0.508	-0.546	-0.534						
水分(%)	-0.470	-0.131	-0.421	0.109	-0.232	0.561	0.159	-0.833*					
還元力(mg/g)	-0.210	0.081	-0.188	0.179	0.697	-0.716	-0.630	0.124	0.088*				
塩分(%)	0.243	0.109	0.201	-0.136	-0.740	0.766	0.783	-0.741	0.415	-0.713			
還元糖(mg/g)	-0.154	-0.040	-0.083	-0.062	0.502	-0.665	-0.604	0.825*	-0.499	0.466	-0.927*		
全糖(mg/g)	-0.406	-0.494	-0.387	0.288	0.589	-0.312	-0.709	0.906*	-0.548	0.147	-0.759	0.840*	
メラノイジン(mg/g)	-0.711*	-0.913*	-0.782*	0.853*	0.761	0.069	-0.824*	0.503	-0.215	0.114	-0.404	0.301	0.697

<sup>1</sup>DPPH ; 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl ラジカル消去活性, <sup>2</sup>PP ; 粗ポリフェノール含量, <sup>3</sup>L-GU ; L-グルタミン酸含量, <sup>4</sup>SS ; 可溶性固形物, n=15, \* ; 相関係数が有意に高い(p<0.05)

参考文献

- Association of official analytical chemists (AOAC). 1990. Official method of analysis of the association of analytical chemists. 15th ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.
- CIE. 1986. Colorimetry (Second Edition), Central Bureau of the Commission International de L' Eclairage, Viena.
- Dubois M, Giles K. A, Hamilton J. K, Rebers P. A, Smitliff F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. Analytical Chemistry 28: 350-356
- 江崎秀男, 川岸舜朗. 2002. 大豆発酵食品における o- ジヒドロキシイソフラボンの 形成とその抗酸化的役割—豆味噌を中心に— . 日本醸造協会誌 97: 39-45
- 江崎秀男. 2003. 醸造食品の機能性 : 味噌の機能性成分 . The Society for Bioscience and Bioengineering 81: 531-533
- Esaki H, Onozaki H, Kawakishi S. 1996. New antioxidant isolated from tempeh [J]. Journal of Agricultural and Food Chemistry 44: 696-700
- 原山文徳. 1992. 米味噌熟成中のグルタミナーゼ作用について . 日本醸造協会誌 87: 503-509
- Hoppe M. B, Jha H. C, Egge H. 1997. Structure of an antioxidant from fermented soybean (tempeh) [J]. Journal of the American Oil Chemists' Society 74: 477-479
- 亀形恵美, 中津川研一. 2009. 味噌の種類による抗酸化性の比較 . NII-Electronic Library Service 830: 27-29
- Kan J. Q, Chen Z. D, Shi Y. S, Wang G. G. 1999. Study on Antioxidation and Inhibition of Nitrosamine Synthesis by DOUCHI Nondialyzable Melanoidin. Acta Nutrimenta Sinica 21: 349-352
- Klus K, Brger-papendorf G, Barz W. 1993. Formation of 6,7,4'-trihydroxyisoflavone (factor 2) from soybean seed isoflavones by bacteria isolated from tempeh [J]. Biochemistry 34: 979-981
- 厚生日本食品化学研究振興財団. 2015. 食品指定添加物リスト (規則別表第 1) <http://www.ffcr.or.jp/zaidan/MHWinfo.nsf/0/407593771b8750e94925690d0004c83e?OpenDocument> (2015/4/30 現在)
- 小嶋道之, 山下慎司, 西繁典, 齋藤優介, 前田龍一郎. 2006. アズキポリフェノールの生体内抗酸化活性と肝臓保護作用 . 食品科学工学会誌 53: 386-392
- Kudou S, Fleury Y, Welti D, Magnolato D, Uchida T, Kitamura K, Okubo K. 1991. Malonyl Isoflavone Glycosides in Soybean Seeds (Glycine max MERRILL). Agricultural and Biological Chemistry 55: 2227-2233
- Kumazawa K, Kaneko S, Nishimura O. 2013. Identification and Characterization of Volatile Components Causing the Characteristic Flavor in Miso (Japanese Fermented Soybean Paste) and Heat-Processed Miso Products. Journal of Agricultural and Food Chemistry 61: 11968-11973
- Kusakabe H, Midorikawa Y, Fujishima T. 1984. Rapid and Simple Assay of Glutaminase and Leucine Aminopeptidase Activities of Shoyu Koji using L-Glutamate oxidase, Agricultural and Biological Chemistry 48: 1357-1358
- Li P. P, Deng J, Wu H. C, Shen F, Zuo S. C, Zhou H. Y, Yu W. Q. 2012. Dynamics of physical and chemical indexes and enzyme activity of sweet flour paste during the natural fermentation. Food Science and Technology 38: 290-294
- Martins S. I. F. S, Van Boeke M. A. J. S. 2003. Melanoidins extinction coefficient in the glucose/glycine Maillard reaction. Food Chemistry 83: 135-142
- 松田茂樹, 工藤康文. 2000. 麦味噌および大麦麴に含まれるフェルラ酸と抗酸化活性 . 日本食品保蔵科学会誌 26: 199-203
- 松尾砂子, 人見英里. 2007. 味噌の種類・調理法及び添加香辛料による抗酸化力の変化 . 日本食品科学工学会誌 54: 503-508
- 西場洋一, 鶴木薩文, 沖智之, 菅原晃美, 須田郁夫. 2007. 有色サツマイモ味噌の機能性について . Agriculture and horticulture 82: 852-856
- 岡田憲幸, 太田輝夫, 海老根英雄. 1982. メラノイジンの調製および分画過程における高分子化について . 日本農芸化学会誌 56: 93-100

- Roura E, Andres-Lacueva C, Estruch R, Lamuela-Raventos R. M. 2006. Total polyphenol intake estimated by a modified Folin-Ciocalteu assay of urine. *Clinical Chemistry* 52: 749-752
- 齋藤優介, 西繁典, 小嶋浩, 弘中和憲, 小嶋道之. 2007. 豆類ポリフェノールの抗酸化活性ならびに $\alpha$ -アマラーゼおよび $\alpha$ -グルコシダーゼ阻害活性. *食品科学工学会誌* 54: 563-567
- 佐仲登. 2012. 食の安全リスクコミュニケーション「食品添加物について」登日本食品添加物協会. <http://www.pref.chiba.lg.jp/eishi/event/h24/documents/7.pdf> (2015/4/30 現在)
- 消費者庁. 2000. みそ品質表示基準. 日本農林規格(農林水産省告示第1664号). [http://www.caa.go.jp/foods/pdf/kijun\\_48\\_111031.pdf](http://www.caa.go.jp/foods/pdf/kijun_48_111031.pdf) (2015/4/30 現在)
- 高崎禎子, 鴻田育美, 石川森夫, 貝沼章子, 小泉幸道, 福田靖子. 2010. セサムフラワ添加味噌の品質特性と発酵熟成過程における抗酸化性の変化. *日本醸造協会誌* 105: 749-758
- 童江明, 李幼均, 伊藤寛. 1997. 中国の醬(その1)原料の異なる醬の製造法. *日本醸造協会誌* 92: 815-821
- 渡邊敦光. 2010. お味噌の効能. *日本醸造協会誌* 105: 714-723
- 山口直彦. 1992. 味噌の抗酸化機能について. *日本醸造協会誌* 87: 721-725
- 全味工連集計. 2014. みその種類別出荷数量. 全国味噌工業協同組合連合会. [http://zenmi.jp/miso\\_pdf/miso-syuruibetu2000-2014.pdf](http://zenmi.jp/miso_pdf/miso-syuruibetu2000-2014.pdf) (2015/4/30 現在)
- Zhao W. T, Wang Y, Qiu F, Lu F, Yin L. J, Nirasawa S. 2011. Effects of processing techniques and flour addition on antioxidant capacity and compounds of soybean paste. *China Brewing* 6: 23-26
- foods, namely Japanese rice miso and rice and wheat miso, and of Chinese traditional fermented foods, namely two types of soy pastes (DongGu and CongBanLv soy pastes) and sweet wheat paste. We measured moisture, salt, glutamic acid, soluble solid, reducing sugar, total sugar, total polyphenol, and melanoidin contents and evaluated the color and antioxidant activity of these fermentation products. Japanese rice miso showed the highest values for brightness and melanoidin content and the lowest value for 2,2-diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) radical scavenging activity. Values for polyphenol content, melanoidin content, and DPPH radical scavenging activity of rice and wheat miso were higher than those for rice miso. Chinese sweet wheat paste showed the lowest value for brightness and the highest values for polyphenol content, melanoidin content, and DPPH radical scavenging activity among the five misos. A positive correlation was observed between polyphenol content ( $r = 0.668$ ), melanoidin content ( $r = 0.853$ ), and DPPH radical scavenging activity. At similar levels of polyphenol content, DPPH radical scavenging activity of miso which showed high melanoidin content was higher. These results indicate that melanoidin and polyphenol are the main components that contribute to the antioxidant activity of Japanese and Chinese miso. Additionally, a negative correlation was observed between brightness ( $r = -0.712$ ) and DPPH radical scavenging activity; therefore, the color (brightness) of the miso could be used as a visual indicator of antioxidant activity.

**Keywords:** japanese miso, chinese sauce, melanoidins, polyphenols, DPPH

## Abstract

In this study, we investigated the physicochemical and antioxidant properties of Japanese traditional fermented