

# 栄養士・管理栄養士養成施設が製造した 自家製味噌の食味と科学的特徴

Taste evaluation and characterization of homemade MISO  
produced by dietitian and registered dietitian training facilities.

中屋 慎<sup>1</sup>、上田 沙姫<sup>2</sup>、濱野 未宇<sup>1</sup>、  
瀬尾 朱未<sup>1</sup>、藤原 永年<sup>3</sup>、加川 稚佳子<sup>1</sup>

1. 大手前栄養学院専門学校 栄養学科
2. フクシマガリレイ株式会社 フーズコンサルタント室
3. 帝塚山大学 現代生活学部 食物栄養学科

## 要 約

味噌は和食に欠かせない調味料であり健康に資する発酵食品であるが、現在は工業的に多量生産された市販品が主に利用され自家製味噌の多様性が失われつつある。栄養士・管理栄養士養成施設である大手前栄養学院専門学校や帝塚山大学では自家製味噌を製造し地域貢献や教育活動に活用している。我々は、これらの自家製味噌のさらなるブランディング化を図るため、味認識装置を用いて食味を評価し、LC-MS<sup>2</sup>法により含有される遊離アミノ酸と有機酸を定量分析し科学的特徴を調べた。大手前栄養学院専門学校が製造した赤味噌、帝塚山大学が製造した白味噌は共に、市販高級味噌に比べて素材の豊かな味わいが残るあっさりした食味であることが分かった。また、遊離アミノ酸組成は市販高級味噌と同等であった。有機酸組成では、ピルビン酸やグリコール酸といった微量有機酸に特徴があり、これらは赤味噌では多く、白味噌では少なかった。この有機酸組成における差異は自家製味噌を科学的に特徴付ける。

## キーワード

自家製味噌、味認識装置、LC-MS<sup>2</sup>分析

## 諸 論

味噌は和食に欠かせない調味料であり、健康に資する発酵食品である（都築、2017）。その健康増進効果により世界的に注目を浴びているにも関わらず、日本人の味噌摂取量は、2019年で1日1人当たり9.5gと1975年のほぼ半量まで減少している（厚生労働省、独立行政法人国

立健康・栄養研究所）。一方で、味噌の生産量は戦後長らく50万トン台が続き、緩やかに微減して2019年では48万トンである（梅野、1972、斉藤、1983、農林水産省）。つまり、味噌摂取量は半減したにも関わらず、生産量は大凡維持されている。なぜだろうか。考えられる理由としては人口や輸出の増加による消費拡大であるが、1975年に1.12億人であった人口は2019年には1.26億人であり（総務省統計局）、13%の増加に過ぎない。また、輸出量は近年増加しているとはいえ、2019年で1.8万トン程度であり（財務省貿易統計）、疑問の答えとならない。我々は、1970年代と現在の食文化を比較し、この答えを次のように考えている。1970年代は味噌を購入しない家庭が多かったのに対し、現在では購入する家庭が多くなった、むしろ購入することが当たり前になった。味噌を購入する家庭の増加に比例して消費量も増加するはずであるが、同時に摂取量が減少しているため、結果として生産量は一定のまま維持されているのではないだろうか。かつては各家庭で手作りされていた味噌は大量生産の食品工業製品に置き換えられ、「おふくろの味」ともいえる自家製味噌の多様性が失われつつある。

自家製味噌の多様性は食味の違いと言い換えることができる。食味とは食品を口に入れたときに感じる味であり、舌などに存在する味蕾にある味覚受容体や口腔粘膜の収縮により知覚されていると考えられている。口腔における味覚受容体の分布は一様ではないため、喫食時は口腔における呈味成分の移動により知覚する味が変化する（池崎、2020）。この変化は先味や後味として表現され、食味を評価する上で重要である。一般的に、食味は訓練

---

投 稿 2021年12月末日 連絡先 中屋 慎 mnakaya@otemae.ac.jp  
改 訂 2022年2月4日  
受 理 2022年2月11日

表1 味認識装置TS-5000Zによる味覚項目と味の表現・意味付け

味覚項目	味の表現・意味	
	値が負の場合	値が正の場合
先味		
旨味	薄い、あっさり、控えめ	旨味が強い
酸味	まろやか、あっさり、やさしい、穏やか	すっぱい、キレがある、爽やか、刺激的
苦味雑味	物足りない、軽い、あっさり、さっぱり	苦い、素材感、コク・複雑さ、隠し味
渋味刺激	物足りない、すっきり、さっぱり、軽い	渋い、隠し味、深み・複雑さ、果実味のある
塩味	薄い、あっさり、控えめ、穏やか	しょっぱい
後味		
苦味	苦くない、軽い	苦い、どっしり
旨味コク	あっさり、すっきり、キレがいい	コク、余韻がある、持続性のある旨味が強い、しつこい

TS-5000Zユーザーマニュアルより抜粋

された検査者が行う分析型官能検査により評価される。ヒトが介在するため、主観を排除した分析や長時間の検査は困難であった。近年、ヒトを介在させず、味覚センサーを用いてヒトの味覚を再現する技術が発展し、味認識装置と呼ばれる測定機器が誕生した（飯山ら、1987、都甲、2016）。機器の普及に伴い測定精度が向上し、現在では舌の味覚受容体の分布に起因する先味や後味、旨味受容体の構造変化に起因する味の相互作用（Zang *et al.*, 2008）までもヒトの味覚に近い精度で測定できるようになった（池崎、2020）。このような味認識装置は、複雑な味を酸味、苦味などの基本味として個別に数値化し視覚化する。これにより、ヒトがイメージとして表現するのみであった食味を数値として比較できるようになった。それぞれの基本味の数値と食味表現の関係を表1に示す。

自家製味噌の食味には、言うまでもなく、味覚受容体に結合できる低分子物質の種類と量が大きく影響を与える（栗原、1973）。呈味成分である低分子物質を同定し定量することは自家製味噌の科学的特徴を明らかにするために必須であるが、このような物質は多種多様であり、定量分析を行うために必要な分離・検出条件の確立は甚だ困難である。MS<sup>2</sup>分析法は物質をイオン化し、その質量電荷比（*m/z*）とターゲットを開裂させて得られるフラグメントイオンの*m/z*から物質を同定し、多重反応モニタリングにより定量する方法で、構造異性体であっても分離・検出し定量ができるため、ロイシンやイソロイシンを含むアミノ酸などの定量分析に最適である。

栄養士・管理栄養士養成施設である大手前栄養学院専門学校（大阪市、大阪府）や帝塚山大学（奈良市、奈良県）では、それぞれ伝統的味噌作りを続ける製造者と共同で自家製味噌を製造し、イベント等で販売している。この活動は、失われつつある家庭での食品加工技術を継

承、伝達する地域貢献活動であり、学生に対する実践的専門教育の場となっている。大手前栄養学院専門学校では赤味噌を、帝塚山大学では白味噌をそれぞれ製造しており、原材料の選定から熟成に至るまで独自のノウハウを蓄積している。これらの味噌を他の自家製味噌と差別化しブランディングを進めるためには、栄養士・管理栄養士養成施設独自の専門的視点による特徴付けが必要である。本研究では、それぞれの自家製味噌の食味と含有される低分子物質を機器分析により調べ、食味における特徴と科学的特徴を明らかにすることを目的とした。

## 材料と方法

### 自家製味噌

自家製赤味噌として、大手前栄養学院専門学校が「嶋田味噌」（田原本町、奈良県）と共同で2020年に製造し、常温で6ヶ月間熟成させた赤味噌を用いた。原料である大豆には品種「とよまさり」（北海道産）を使用し、米麴で発酵させたものである。また、自家製白味噌として、帝塚山大学が「手作り味噌 甚五郎」（和泉市、大阪府）と共同で2021年に製造し、常温で2ヶ月間熟成させた白味噌を用いた。原料である大豆には、品種「鶴娘」（北海道産）を使用し、米麴で発酵させたものである。いずれの味噌も大豆、うるち米、食塩のみが原材料である。対照には、市販品であるマルコメ 料亭の味 無添加有機味噌（マルコメ株式会社、長野市、長野県）を用いた。食品表示によると、原材料は有機大豆（遺伝子組換えでない）、有機米、食塩のみであり、食塩相当量は味噌100g当たり10.7gであった。全ての味噌は入手後密封し-20℃で保管した。

### 味認識装置による食味試験

食味試験には、味認識装置TS-5000Z（株式会社インテリジェントセンサーテクノロジー、厚木市、神奈川県）を用いた。3種の味噌をそれぞれ3つに分け、各15.0gを90℃に保温した純水135gに加え、十分に攪拌した後濾過し、濾液を測定試料とした。この測定試料を用いて、酸味、苦味雑味、渋味刺激、塩味、苦味、旨味コクを測定した。次に、測定試料を基準液により64倍希釈し、旨味先味を測定した。また、測定試料の塩分濃度を塩分計PAL-SALT（株式会社アタゴ、東京都）により、糖度を糖度計PAL1（株式会社アタゴ）により測定した。さらに、試料試料と同様に調製した味噌懸濁液をヒトによる分析型官能検査に供し、味認識装置による測定結果がヒトの味覚と矛盾しないことを確認した。

## LC-MS<sup>2</sup>法による遊離アミノ酸および有機酸の定量分析

遊離アミノ酸の定量分析では、常温の味噌3種をそれぞれ3つに分け、それぞれから100 mgを秤り取り、メタノール750 μLに懸濁し、次いで、クロロホルムを用いて脱脂、5 kDa cutoffフィルターを用いて除たんぱく質を行い、得られた画分をLC-MS<sup>2</sup>分析に供した。

有機酸の定量分析では、常温の味噌3種をそれぞれ3つに分け、それぞれから15 mgを秤り取り、エタノール300 μLに懸濁し、3-ニトロフェニルヒドラジン誘導体化法により含有有機酸を誘導体化し、LC-MS<sup>2</sup>分析に供した。

LC-MS<sup>2</sup>分析はLCMS-8060（株式会社 島津製作所、京都市、京都府）を使用して行った。遊離アミノ酸分析にはカラムDiscovery HS F5（2.1 mmI.D. x 150 mmL、3 μm、Merck KGaA、Darmstadt、ドイツ）を、有機酸分析にはカラムMastro2 C18（2.0 mmI.D. x 150 mmL、3 μm、株式会社 島津ジーエルシー）を用いた。移動相には0.1%ギ酸を含むアセトリトリル水溶液を使用し、溶離した物質をエレクトロスプレーイオン化（ESI）モードを用いて検出した。LC/MS/MSメソッドパッケージ一次代謝物 Ver.3および短鎖脂肪酸（株式会社 島津製作所）によってデータを取得し、Traverse MS ver.1.2（ライフィックス株式会社、東京都）を用いて解析した。定量はメチオニンスルホンおよび2-エチル酪酸をそれぞれ内部標準物質とした内部標準法により行った。遊離アミノ酸標準物質としてアミノ酸混合標準液、H型およびL(+)-グルタミン標準物質、L-アスパラギンー水和物標準物質、L-トリプトファン標準物質（いずれも富士フィルム和光純薬株式会社、大阪市、大阪府）を使用した。有機酸分析では、酢酸、コハク酸、マロン酸、クエン酸、乳酸、リンゴ酸、グリコール酸、ピルビン酸、プロピオン酸、マレイン酸、フマル酸、イソ吉草酸、酪酸、β-ヒドロキシ酪酸、イソ酪酸、α-ケトグルタル酸、グリオキシル酸、吉草酸について特級グレード以上の市販品を標準物質として使用した。

## 統計処理

遊離アミノ酸および有機酸の定量分析では、統計分析ソフトR ver.4.02を用いて統計処理を行った。Tukeyの多重比較検定法を行い、 $p < 0.05$ の場合有意な差とみなした。

## 結 果

### 自家製味噌の食味

自家製味噌の食味を味認識装置TS-5000Zを用いて

行った。この装置は、特定の呈味成分から味覚強度を推定するのではなく、味覚センサーにより味を基本味に分解し広域選択的に数値化する（都甲、2016）。測定では基準試料の各味を0.0とした相対値が得られる。本装置のユーザーマニュアルによると、人が認識できる味の違いを相対値の差±1.0として定めており、±0.5の差であれば分析型官能検査の検査者など訓練を受けた者あるいは味覚が鋭敏な者が味の違いを認識できるとしている。

まず、測定試料の調製操作や測定に起因するばらつきを評価するため、測定試料を用いて全ての味覚センサーについて3度の繰り返し測定を行った。その結果、変動係数は最大でも7%（赤味噌、旨味）と小さかったことから、試料調製や測定のばらつきは無視できる程度であった。各試料の差異を論ずるに影響を与えないと判断した。

食味測定に先立ち、調製した味噌懸濁液の塩分と糖度を測定した。市販品は塩分1.0%、糖度5.0%、赤味噌は塩分1.0%、糖度4.5%、白味噌は塩分0.6%、糖度4.7%であった。

図1に味噌懸濁液の食味を示す。赤味噌は市販品に比べ、苦味雑味（+2.6）、酸味（+2.1）、苦味（+1.4）、渋味刺激（+0.9）が顕著に高く、旨味コク（-1.3）、旨味（-1.0）、塩味（-0.6）が顕著に低かった。全ての値で市販品との差が±0.5より大きいため、これらの味覚的特徴は喫食者に認識されると考えられた。表1を参考にすると、赤味噌は、コクや素材感があり、すっぱく、味に深み・複雑さがありつつ、どっしりとした苦さとあっさりした味わいが残る味噌であったと表現できる。白味噌は市販品に比べ、苦味雑味（+0.9）が顕著に高く、塩味（-3.0）、酸味（-2.4）、旨味コク（-0.9）、旨味（-0.5）が顕著に低かった。渋味刺激と苦味は市販品と同程度であった。表1を参考にすると、白味噌は、コクや素材感があり、あっさりとしたまろやかな味わいで、後味もあっさりとした味噌であったと表現できる。

塩分と塩味の相関について、市販品の塩分が1.0%で

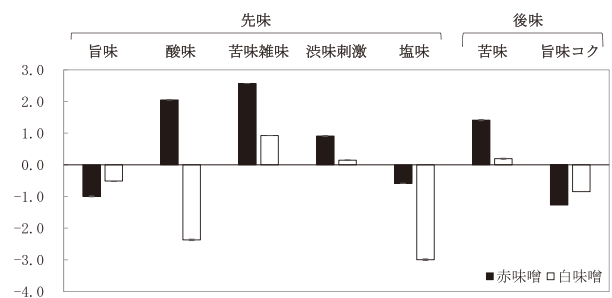


図1 味認識装置TS-5000Zによる味噌懸濁液の食味市販品を0.0とした場合の相対値 (Bars represent SEM, n = 3.)

あるのに対し、白味噌は0.6%であり、塩味は-3.0と非常に低い値であった。通常、白味噌を製造する場合に使用する食塩は赤味噌の半量程度であることから、塩分、塩味共に妥当な数値であるといえる。一方、赤味噌は塩分1.0%と市販品と同等であるにも関わらず塩味は-0.6であった。赤味噌は味の相互作用あるいはマスキング効果により、市販品に比べ塩味が低減された可能性がある。調理の際に市販品と同程度の塩味に調味するためには赤味噌の使用量を市販品に比べ多くする必要があり、結果として喫食者のナトリウム摂取量が増大すると推察できる。もちろん、喫食者の満足感は単に塩味の値のみで決まるものではなく、他の味覚や食感などを含めた総合的なものであることは言うまでもないが、この自家製赤味噌を活用する際は、本研究で明らかとなった塩分と塩味についての特徴について留意すべきである。

### 自家製味噌に含まれる遊離アミノ酸

味噌の味の複雑さに大きな影響を与える物質に遊離アミノ酸がある(植田, 1998)。たんぱく質を構成するアミノ酸と異なり、遊離アミノ酸は喫食時に容易に溶出し味覚受容体と結合するため、食味を特徴付け得る。我々は、LC-MS<sup>2</sup>法を用いて20種の遊離アミノ酸を定量分析し、自家製味噌の特徴付けを試みた(表2)。3種の味噌を比較して、総遊離アミノ酸量および総分岐鎖アミノ酸量に有意な差はみられなかった。個々の遊離アミノ酸に着目すると、赤味噌は、市販品と比べ、グルタミン、

表2 味噌に含まれる遊離アミノ酸量

mg/100 g	市販品		赤味噌		白味噌	
Asp	231 ± 27	27	175 ± 70	70	152 ± 22	22
Asn	47 ± 3	3	45 ± 20	20	30 ± 3	3
Ser	101 ± 7	7	72 ± 27	27	63 ± 10	10
Glu	38 ± 7 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	36 ± 7 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	103 ± 21 <sup>b</sup>	21 <sup>b</sup>
Gln	119 ± 10 <sup>a</sup>	10 <sup>a</sup>	68 ± 6 <sup>b</sup>	6 <sup>b</sup>	94 ± 14 <sup>ab</sup>	14 <sup>ab</sup>
Gly	35 ± 7	7	42 ± 17	17	33 ± 6	6
His	29 ± 2 <sup>ab</sup>	2 <sup>ab</sup>	22 ± 1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	37 ± 3 <sup>b</sup>	3 <sup>b</sup>
Arg	159 ± 10	10	129 ± 26	26	100 ± 17	17
Thr	22 ± 5	5	28 ± 9	9	63 ± 12	12
Ala	40 ± 4	4	43 ± 9	9	53 ± 11	11
Pro	169 ± 7 <sup>a</sup>	7 <sup>a</sup>	172 ± 13 <sup>a</sup>	13 <sup>a</sup>	100 ± 10 <sup>b</sup>	10 <sup>b</sup>
Cys	53 ± 3	3	60 ± 13	13	266 ± 88	88
Tyr	75 ± 5	5	60 ± 12	12	46 ± 8	8
Val	84 ± 6	6	68 ± 14	14	53 ± 9	9
Met	77 ± 2 <sup>a</sup>	2 <sup>a</sup>	11 ± 1 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	58 ± 6 <sup>c</sup>	6 <sup>c</sup>
Lys	59 ± 4	4	47 ± 9	9	37 ± 6	6
Ile	166 ± 10	10	132 ± 24	24	101 ± 16	16
Leu	285 ± 18	18	223 ± 39	39	170 ± 27	27
Phe	66 ± 4	4	54 ± 11	11	41 ± 7	7
Trp	173 ± 9 <sup>a</sup>	9 <sup>a</sup>	9 ± 1 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	360 ± 41 <sup>c</sup>	41 <sup>c</sup>
BCAA	535 ± 34	34	424 ± 77	77	424 ± 77	77
Total FAA	1,976 ± 138	138	1,439 ± 308	308	1,699 ± 223	223

BCAA, Branched-chain amino acids; FAA, Free amino acids  
Each value is expressed as the mean ± SEM, *n* = 3.  
Means not sharing a superscript letter differ significantly (*p* < 0.05).

メチオニン、トリプトファンが有意に少なかった。白味噌はグルタミン酸、トリプトファンが有意に多く、プロリン、メチオニンが有意に少なかった。しかし、赤味噌や白味噌に特徴的な苦味雑味の高さを説明するだけの根拠は遊離アミノ酸含量から得られなかった。遊離アミノ酸組成は自家製味噌の差異を明確に示していないと考えている。

### 自家製味噌に含まれる有機酸

発酵食品である味噌には麹によって生成する短鎖脂肪酸をはじめとする有機酸が豊富に含まれており、味噌の食味と香りに大きな影響を与える(豊島, 1965)。有機酸は、単なる酸味を食品に付与するだけでなく、コハク酸の旨味やマレイン酸の苦味のように物質により複数の味を食品に与える(多田ら, 1972)。また、酸味の質も物質によって異なり、例えば、フマル酸は「単純な酸味」、クエン酸は「爽快な酸味」と表現される味を示す(松本ら, 2000)。人の味覚には物質によって異なる閾値が存在するため(多田ら, 1972)、味噌に含まれる有機酸の種類と量からその味を知ることは不可能であるが、その味噌を特徴付ける要素となり得る。我々は、LC-MS<sup>2</sup>法を用いて有機酸18種を定量分析し、自家製味噌の特徴付けを行った(表3)。いずれの味噌においても、最も多く含まれる有機酸は酢酸であった。次いでコハク酸、マロン酸、クエン酸および乳酸が多く、この5種が総有機酸量の90%以上を占めた。総有機酸量を比較すると、赤味噌、白味噌は共に市販品の64%と有意に少なかった。図1に示すように、白味噌の酸味は-2.4であり総有機酸量と正の相関がみられた。しかし、赤味噌の酸味と総有機酸量に相関はみられなかった。赤味噌に含まれる何らかの物質が味の相互作用を起こし酸味を増強させたのかも知れ

表3 味噌100 gに含まれる有機酸の種類と量

	市販品		赤味噌		白味噌	
酢酸 mmol	0.89 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.02 <sup>a</sup>	0.42 ± 0.03 <sup>b</sup>	0.03 <sup>b</sup>	0.64 ± 0.09 <sup>b</sup>	0.09 <sup>b</sup>
コハク酸 mmol	0.51 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.32 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>	0.16 ± 0.01 <sup>c</sup>	0.01 <sup>c</sup>
マロン酸 mmol	0.23 ± 0.00 <sup>ab</sup>	0.00 <sup>ab</sup>	0.23 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.22 ± 0.00 <sup>b</sup>	0.00 <sup>b</sup>
クエン酸 mmol	0.22 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.23 ± 0.00 <sup>a</sup>	0.00 <sup>a</sup>	0.27 ± 0.01 <sup>b</sup>	0.01 <sup>b</sup>
乳酸 mmol	0.16 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.01 <sup>a</sup>	0.12 ± 0.01 <sup>ab</sup>	0.01 <sup>ab</sup>	0.063 ± 0.037 <sup>b</sup>	0.037 <sup>b</sup>
リンゴ酸 μmol	85 ± 2	2	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
グリコール酸 μmol	21 ± 1 <sup>a</sup>	1 <sup>a</sup>	33 ± 0 <sup>b</sup>	0 <sup>b</sup>	1.8 ± 0.3 <sup>c</sup>	0.3 <sup>c</sup>
ビルビン酸 μmol	16 ± 0 <sup>a</sup>	0 <sup>a</sup>	26 ± 1 <sup>b</sup>	1 <sup>b</sup>	5.7 ± 1.1 <sup>c</sup>	1.1 <sup>c</sup>
プロピオン酸 μmol	5.0 ± 0.1 <sup>a</sup>	0.1 <sup>a</sup>	3.8 ± 0.3 <sup>ab</sup>	0.3 <sup>ab</sup>	3.3 ± 0.4 <sup>b</sup>	0.4 <sup>b</sup>
マレイン酸 μmol	4.5 ± 0.1	0.1	N.D.	N.D.	4.4 ± 0.4	0.4
フマル酸 μmol	4.2 ± 0.2	0.2	N.D.	N.D.	3.1 ± 0.3	0.3
イソ吉草酸 μmol	3.4 ± 0.4	0.4	1.8 ± 0.5	0.5	3.2 ± 0.7	0.7
酪酸 μmol	0.93 ± 0.37	0.37	0.33 ± 0.09	0.09	0.44 ± 0.13	0.13
β-ヒドロキシ酪酸 μmol	0.76 ± 0.01	0.01	0.90 ± 0.19	0.19	0.53 ± 0.25	0.25
イソ酪酸 μmol	0.79 ± 0.07	0.07	0.47 ± 0.32	0.32	0.77 ± 0.16	0.16
α-ケトグルタル酸	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
グリオキシル酸	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
吉草酸	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.	N.D.
Total mmol	2.2 ± 0.0 <sup>a</sup>	0.0 <sup>a</sup>	1.4 ± 0.0 <sup>b</sup>	0.0 <sup>b</sup>	1.4 ± 0.1 <sup>b</sup>	0.1 <sup>b</sup>

N.D., not detected. Each value is expressed as the mean ± SEM, *n* = 3.  
Means not sharing a superscript letter differ significantly (*p* < 0.05).

ない。

微量有機酸について比較すると、市販品には含まれているリンゴ酸やマレイン酸、フマル酸が赤味噌には含まれておらず、白味噌にはリンゴ酸が含まれていなかった。また、グリコール酸やピルビン酸は市販品に比べ、赤味噌で有意に多く、白味噌で有意に少なかった。これらの微量有機酸の特徴はそれぞれの自家製味噌を特徴付けるものと考えている。

## 考 察

栄養士・管理栄養士養成施設が製造した自家製の赤味噌および白味噌について、その食味を味認識装置により分析し、味噌に含まれる遊離アミノ酸、有機酸から科学的な特徴付けを試みた。対照として用いた市販品はマルコメ株式会社が販売する味噌のフラッグシップモデルとも言える「料亭の味 無添加有機味噌」であって、「じっくり熟成された旨み」（マルコメ株式会社HP）をその特徴として訴求している。この味噌と比べ、大手前栄養学院専門学校が製造した赤味噌は苦味雑味、酸味、苦味、渋味刺激が高く、旨味コク、旨味、塩味が低かった。帝塚山大学が製造した白味噌は苦味雑味が高く、塩味、酸味、旨味コク、旨味が低かった。赤味噌と白味噌で酸味、塩味に違いがあるものの、どちらも「素材の味が豊かであっさりした」味噌と評価された点は興味深い。自家製、手作りであることが大量生産の食品工業製品とは異なる、荒々しさとも解釈できる特徴を引き出したものと考えている。このような味噌を栄養士・管理栄養士養成施設で製造することは、食品加工学分野における実践的教育訓練という面だけに留まらず、多くの示唆を学生に与えるように思う。どちらが優れているのではなく、それぞれに異なる特徴を理解することの大切さを学生に伝える副次的効果も自家製味噌にはあるのかも知れない。

自家製味噌の特徴を科学的に説明するため、まず遊離アミノ酸を定量分析した。味噌の食味を遊離アミノ酸組成から説明する試みは多くなされており（望月ら、1968、植田、1998、笹川ら、2005）、旨味成分であるグルタミン酸や、旨味を伴った甘味をもたらすグリシン、苦味をもたらす分岐鎖アミノ酸などを因子とした特徴付けができる。しかしながら、赤味噌、白味噌の遊離アミノ酸組成は特徴が乏しく、総遊離アミノ酸量も有意な差はみられなかった。八丁味噌や信州味噌など日本各地で伝統的に製造されている味噌を比較した研究では遊離アミノ酸組成に各味噌の特徴があったと報告されているが（豊島、1965、上田、1998）、福島県郡山市周辺における自家製味噌と市販品の遊離アミノ酸組成を比較した研究

では両者の遊離アミノ酸組成に顕著な差がなかったと報告している（會田、2020）。原材料や製法が大きく異なる味噌を比較する場合は遊離アミノ酸組成による特徴付けが有効であるが、原材料や製法が似る場合は遊離アミノ酸組成による特徴付けはできないのかも知れない。恐らく、市販品と自家製味噌には原材料や製法に共通点が多くあったため、遊離アミノ酸組成に差異が表れなかったのだと考えている。視点を変えると、自家製味噌は、味噌製造のリーディングカンパニーが販売するフラッグシップモデルと類似した遊離アミノ酸組成をもつ質の高い味噌であるといえる。

自家製味噌を遊離アミノ酸組成により特徴付けることができなかったため、別の指標による特徴付けを試みた。味噌は発酵食品であり、麹の増殖によって原材料には含まれない様々な代謝生産物が蓄積する。遊離アミノ酸もその一つであるが、グルコースなどの単糖類や短鎖脂肪酸を含む有機酸がそれに当たる。我々は有機酸に着目し、酢酸や酪酸、プロピオン酸といった短鎖脂肪酸やピルビン酸、クエン酸といった生理活性物質を含む18種の有機酸の定量分析を行った。総有機酸量は市販品に比べ赤味噌、白味噌共に有意に低かった。個々の有機酸、特に微量有機酸に着目すると、市販品には存在するリンゴ酸やマレイン酸、フマル酸が赤味噌には存在せず、白味噌にはリンゴ酸が存在しないなど、自家製味噌を特徴づける因子が見出された。特に、グリコール酸とピルビン酸は赤味噌で有意に多く、白味噌で有意に少なかった。赤味噌に多いピルビン酸は小腸マクロファージを活性化させ免疫力を高めることが報告されており（Morita *et al.*, 2019）、赤味噌の食品機能的特徴として期待がもてる。これらの微量有機酸の差異が食味にどのような影響を与えているかは分からないが、自家製味噌を特徴付けるものであり、それぞれの味噌の独自性の科学的根拠になり得ると、我々は考えている。

栄養士・管理栄養士養成施設が製造した自家製の赤味噌、白味噌は素材の豊かな味わいが残るあっさりした食味であり、遊離アミノ酸組成は市販高級味噌に類似し、微量有機酸組成に特徴付けられることが分かった。本研究によって食味と含有成分の特徴付けがなされたことで、各施設の教育・研究における特色として自家製味噌を活用した地域貢献活動をさらに発展させることができる。また、味噌作りを通して、日本伝統の発酵食品を栄養士・管理栄養士の視点から学ぶ機会を学生に提供することができる。自家製、手作りの良さを伝える教材として、それぞれの施設で行われる味噌作りが今後も役立てられることを願う。

## 謝 辞

分析型官能検査を実施して下さったフクシマガリレイ株式会社有志の方々に感謝いたします。LC-MS<sup>2</sup>分析は大阪市立大学医学部共同実験機器施設にて行いました。同施設 江上三佳 氏の技術支援に感謝いたします。本研究は、大手前栄養学院専門学校部局教育研究費の助成を受けたものです。深く御礼申し上げます。

## 参考文献

Feng Zhang, Boris Klebansky, Richard M. Fine, Hong Xu, Alexey Pronin, Haitian Liu, Catherine Tachdjian, Xiaodong Li (2008) Molecular mechanism for the umami taste synergism. *PNAS* 105 (52) . 20930-20934.

Naoki Morita, Eiji Umemoto, Setsuko Fujita, Akio Hayashi, Junichi Kikuta, Ikuo Kimura, Takeshi Haneda, Toshio Imai, Asuka Inoue, Hitomi Mimuro, Yuichi Maeda, Hisako Kayama, Ryu Okumura, Junken Aoki, Nobuhiko Okada, Toshiyuki Kida, Masaru Ishii, Ryusuke Nabeshima, Kiyoshi Takeda (2019) GPR31-dependent dendrite protrusion of intestinal CX3CR1<sup>+</sup> cells by bacterial metabolites. *Nature*, 566, 110-114.

會田 久仁子 (2020) 伝統発酵食品に関する食文化的、食品衛生学および微生物学的研究. 日本調理科学会誌. 53 (29). 69-73.

飯山 悟、都甲 潔、山藤 肇 (1987) 合成脂質膜における味覚応答. 膜. 12 (4). 231-237.

池崎 秀和 (2020) 味覚の視覚化. オレオサイエンス. 20 (11). 507-513.

植田 志摩子 (1998) 市販味噌のタンパク質・水分・食塩含量および遊離アミノ酸量について. 帯広大谷短期大学紀要. 35.49-55.

栗原 良枝 (1973) 味と化学構造. 有機合成化学協会誌. 31 (11). 900-914.

厚生労働省. 国民健康・栄養調査.  
[https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kenkou\\_eiyouchousa.html](https://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/kenkou_eiyouchousa.html) (参照2021.12.31)

斉藤 善太郎 (1983) 最近の味噌の傾向. 調理科学. 16 (3). 161-167.

笹川 秋彦、五味 正浩、大浦 克彦、山崎 彬、山田 明文 (2005) 圧力処理を施した混合穀類を麴の原料とする味噌の製造. 日本食品科学工学会誌. 52 (4). 485-490.

財務省貿易統計. <https://www.customs.go.jp/toukei/info/> (参照2021.12.31)

総務省統計局. 人口推計. <https://www.stat.go.jp/data/>

[jinsui/index.html](https://www.jinsui/index.html) (参照2021.12.31)

多田 ひろみ、小林 昇、岡本 奨 (1972) 有機酸の化学構造と酸味閾値との関係について. 栄養と食糧. 25(2). 83-88.

都築 毅 (2017) 健康的日本食における味噌の役割. 日本醸造協会誌. 112 (9). 598-607.

梅野 豊明 (1972) 味噌消費量の変化とその対策. 日本醸造協会誌. 67 (10). 839-842.

都甲 潔 (2016) 味とにおいを数値化するセンサの開発. 日本醸造協会誌. 111 (2). 86-94.

独立行政法人国立健康・栄養研究所. 国民栄養の現状.  
[https://www.nibiohn.go.jp/eiken/chosa/kokumin\\_eiyou/index.html](https://www.nibiohn.go.jp/eiken/chosa/kokumin_eiyou/index.html) (参照2021.12.31)

豊島 治男 (1965) 味噌の有機酸について. 生活衛生. 9 (4). 94-100.

松本 和紀、堀江 裕一郎、大庭 義材 (2000) カンキツ新品種'はるか'の成熟に伴う有機酸および糖の変化. 福岡県農業総合試験場研究報告. 19.68-71

農林水産省. 食糧需給表. <https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/> (参照2021.12.31)

マルコメ株式会社HP. 商品. 料亭の味 無添加有機味噌.  
[https://www.marukome.co.jp/product/detail/miso\\_026/](https://www.marukome.co.jp/product/detail/miso_026/) (参照2021.12.31)

望月 務、大内 一郎、松本 和子 (1968) 各種味噌中のアミノ酸について(第2報). 日本醸造協会雑誌. 63(3). 378-381.