

# 発酵技術を用いた未利用資源の高付加価値化に関する研究(第2報)

—エゴマ麴を用いた味噌醸造—

加島隆洋、鈴木 寿

Study on Utilization of Residue from Processing of Egoma. *Perilla frutescens* by Fermentation(II)

— Brewing of miso with Egoma koji —

Takahiro KASHIMA and Hisashi SUZUKI

エゴマ搾油残渣の有効利用を目的として味噌の試験醸造を行った。エゴマ麴(種麴:A社麦用)で醸造した味噌は、市販豆麴のものに比べ、水溶性窒素、ホルモール窒素の増加が著しく、呈味成分として重要な水溶性ペプチドや遊離アミノ酸の生成に当該種麴による製麴の有効性が実証された。また、その遊離アミノ酸組成は、グルタミン酸とバリン等の分岐鎖アミノ酸(Branched Chain Amino Acid = BCAA)がそれぞれ約20%を占め、豆味噌に近似していたことから、エゴマ搾油残渣のアミノ酸供給源としての有用性も確認された。しかし、エチルアルコールの生成が少なく芳香に乏しいこと、繊維質が多く食感を損ねることから、米や麦等のデンプン素材を適度に配合して糖質の比率を上げ、さらに耐塩性酵母を接種してアルコール発酵を促進させることでそれらの改善を図る必要があると考えられた。一方、総ポリフェノール含量は豆味噌より若干低いものの、DPPHラジカル消去活性は有意に高く、その主要な抗酸化成分に興味を持たれた。

## 1. はじめに

エゴマはシソ科の一年草で飛騨地域において古くから栽培されてきた特産作物であり、種子に脂質を4割以上含んでいるため搾油原料として利用されてきた。また、和え物や五平餅のタレなどの食材としても利用されており、馴染み深い作物である。このエゴマ種子の搾油の歩留まりは3割程度であるため7割は残渣となるが、そのほとんどは有効利用されていないのが現状である。

この様な背景から、前報<sup>1)</sup>ではエゴマ搾油残渣の製麴条件を検討し、水分45%条件下で麦用種麴を用いることにより中性プロテアーゼ活性に優れた麴が得られること、さらにロスマリン酸やルテオリンなどの抗酸化成分は若干減少するものの約3割含まれるタンパク質が分解され、旨味成分であるグルタミン酸が生成されることから味噌等への利用の可能性が示されたことを報告した。

本報では、麦用種麴により製麴したエゴマ麴を用いて味噌の試験醸造を行い、旨味成分の醸成ならびに抗酸化活性等の変化を調べたので報告する。

## 2. 実験

### 2. 1 エゴマ麴味噌の試験醸造

前報で調製したエゴマ麴(種麴:A社麦用)を用いて目標水分46%、塩分12%になるように味噌の仕込みを行った。また、比較対照として、前報の市販豆麴を用いた豆味噌を同様に仕込んだ。なお、熟成温度は20℃とし、6ヶ月経過後に切り返しを行った。

### 2. 2 各種成分の分析

仕込み直後(H25.11.1)及び1年熟成後の味噌の一部を採取し、フードプロセッサで均質化して以下の分析に供した。水分、全窒素、水溶性窒素、ホルモール窒素は、基準

みそ分析法<sup>2)</sup>に従い分析した。遊離アミノ酸組成は、味噌の熱水抽出液(25倍抽出)に4倍量のエタノールを加えて冷蔵(2℃)で1晩放置し、生じた沈殿を遠心分離で除いた後、エタノールを留去し、適宜希釈してアミノ酸分析装置JLC-500/V(日本電子(株)製)で分析した。エチルアルコールは、F-キット(JKインターナショナル)を用いた酵素法により分析した。

### 2. 3 機能性成分の定量

上記で均質化した味噌約2gを精秤し、80%メタノール40mlを加えて30分間超音波抽出し、これを50mlに定容した後、遠心分離して得た上澄液を試料とした。総ポリフェノール量はFolin-Denis法<sup>3)</sup>により測定し、没食子酸相当量で表した。ロスマリン酸およびルテオリンは、既報<sup>4)</sup>に準じ、高速液体クロマトグラフィー(HPLC)により定量した。これらの成分量は味噌の固形分当たりの値で示した。

### 2. 4 DPPHラジカル消去活性

上記2. 3の試料を用い、徳江ら<sup>5)</sup>の方法に従い、Trolox(Sigma製)を標準試料として測定を行い、味噌の固形分当たりの値で示した。

## 3. 結果及び考察

### 3. 1 エゴマ麴味噌の各種成分

試験醸造した味噌の各種成分の分析結果を表1~3に示した。表1には熟成前後の窒素成分の変化を示したが、エゴマ味噌では市販豆麴のものに比べ、水溶性窒素、ホルモール窒素が著しく増加していた。これは前報で報告したとおりエゴマ麴の各種酵素活性が市販豆麴の2倍以上あったことによるものと考えられ、味噌の呈味成分として重要な水溶性ペプチドや遊離アミノ酸の生成に当該種麴による製麴が有効であることが実証された結果といえる。

表1 味噌の各種成分

	(g/100g)	
	味噌	
	エゴマ麹	市販豆麹
<b>初発</b>		
水分	44.3	45.3
全窒素	2.71	2.79
水溶性窒素	0.85	0.92
タンパク溶解率*1	31.4%	32.8%
ホルモール窒素	0.16	0.34
タンパク分解率*2	5.9%	12.3%
<b>1年熟成後</b>		
水分	46.2	46.3
全窒素	2.78	2.74
水溶性窒素	2.12	1.60
タンパク溶解率	76.3%	58.4%
ホルモール窒素	1.04	0.68
タンパク分解率	37.4%	24.8%

\*1 全窒素に占める水溶性窒素

\*2 全窒素に占めるホルモール窒素

表2には1年熟成後の遊離アミノ酸組成を示したが、エゴマ味噌においても豆味噌と同様にグルタミン酸が最も多く含まれ、その比率は双方とも約20%を占めていた。その他のアミノ酸としては、アルギニンの比率が若干高いものの組成は近似しており、BCAAであるバリン、ロイシン、イソロイシンは同等、また、必須アミノ酸の一つであるトリプトファンが検出されるといった特徴も見られた。よって、エゴマ搾油残渣は大豆と同様に良質なタンパク質を豊富に含んでおり、味噌のアミノ酸供給源として有用であることが確認された。

表3には1年熟成後のエチルアルコール含量を示した。一般的に豆味噌は発酵性糖類が少なく、熟成中の発酵微生物の増殖がほとんどないことから、エチルアルコール含量は低いとされるが、エゴマ味噌ではそれを大きく下回る結果となった。これは、前報で示したとおり搾油残渣の39.5%は炭水化物であるが、うち33.4%は食物繊維で占められており、大豆(炭水化物28.2%、食物繊維17.1%)以上に糖質に乏しいことを反映した結果であると考えられた。また、食感としては、繊維質が多いため舌触りがざらつき、風味もカツオブシに似た独特の風味を有するものの芳香には乏しいものであった。よって、食感の改善と芳香の付与のため、米や麦といったデンプン素材を適度に配合して糖質の比率を上げ、さらに耐塩性酵母を接種してアルコール発酵を促進させる必要があると考えられた。

表2 味噌の遊離アミノ酸組成(1年熟成後)

アミノ酸	(mg/100g)	
	味噌	
	エゴマ麹	市販豆麹
アスパラギン酸	11	8
スレオニン*	416	263
セリン	567	354
アスパラギン	0	0
グルタミン酸	1610	1139
グルタミン	0	0
グリシン	316	188
アラニン	463	327
バリン*	527	361
シスチン	43	0
メチオニン*	223	64
イソロイシン*	401	333
ロイシン*	626	481
チロシン	335	325
フェニルアラニン*	460	317
ヒスチジン*	174	89
リジン*	413	414
トリプトファン*	66	0
アルギニン	1171	519
プロリン	187	304
(GABA)	(24)	(0)
合計	8009	5486

\* は必須アミノ酸

表3 味噌のエチルアルコール(1年熟成後)

	(mg/100g)	
	味噌	
	エゴマ麹	市販豆麹
エチルアルコール	11	190

### 3.2 エゴマ味噌の機能性成分

熟成前後の味噌の機能性成分の分析結果を図1に示した。総ポリフェノール含量は、仕込み直後(初発)3.5mg/g前後とほぼ同等であったが、豆味噌の方が熟成中の増加が著しく、若干高くなった。一方、エゴマ味噌において、ロスマリン酸は熟成により検出されなくなったが、ルテオリンは同等量が検出されており、わずかではあるが熟成を経ても残存することが確認された。

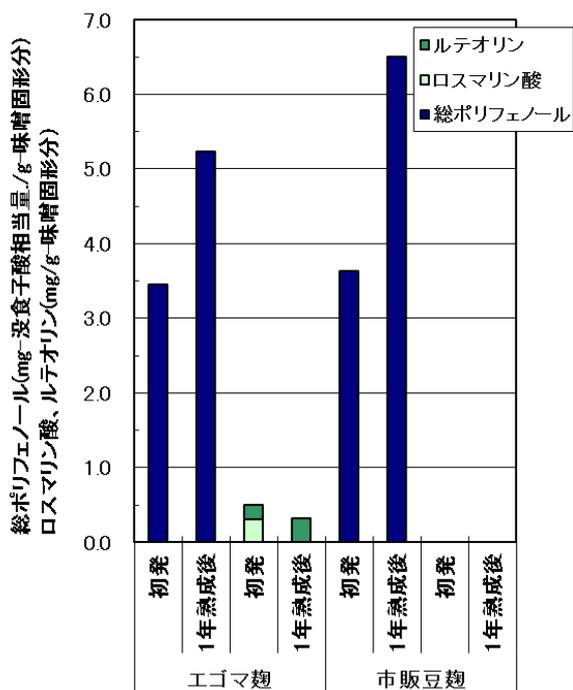


図1 味噌の機能性成分

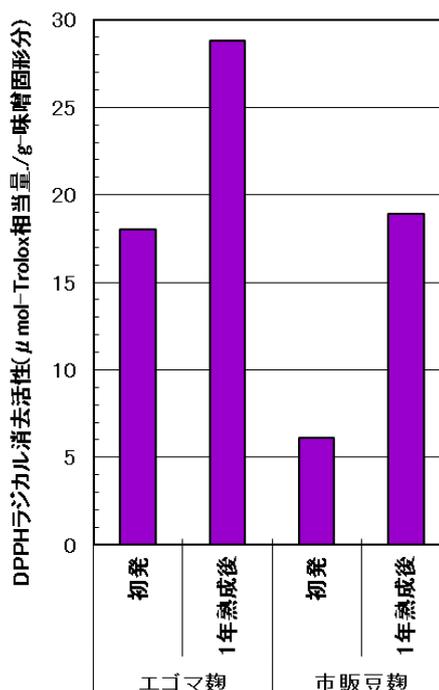


図2 味噌のDPPHラジカル消去活性

### 3. 3 エゴマ麹味噌のDPPHラジカル消去活性

熟成前後の味噌のDPPHラジカル消去活性を図2に示した。ラジカル消去活性は、先に示した総ポリフェノール含量と異なり、エゴマ麹味噌の方が有意に高い結果となった。江崎ら<sup>6)</sup>によると、豆味噌は製麹工程で生産されるオルトジヒドロキシイソフラボン類を含むため麦・米味噌に比べて抗酸化力が高いことを報告している。本研究では市販豆麹1種のみとの比較であるが、エゴマ麹及びエゴマ麹味噌は豆麹及び豆味噌と同等以上の抗酸化性を有する可能性もあり、その主要な抗酸化成分に興味を持たれる結果となった。

### 4. まとめ

エゴマ搾油残渣の有効利用を目的としてエゴマ麹を開発し、味噌の試験醸造を行った。エゴマ麹(種麹:A社麦用)で醸造した味噌は、市販豆麹のものに比べ、水溶性窒素、ホルモル窒素の増加が著しく、呈味成分として重要な水溶性ペプチドや遊離アミノ酸の生成に対して当該種麹による製麹の有効性が実証された。また、その遊離アミノ酸組成は、グルタミン酸とBCAAがそれぞれ約20%を占め、豆味噌に近似していたことから、エゴマ搾油残渣のアミノ酸供給源としての有用性も確認された。しかし、エチルアルコールの生成が少なく、芳香に乏しいこと、繊維質が多く食感を損ねることから、米や麦といったデンプン素材を適度に配合し、食物繊維

の比率を下げると同時にアルコール発酵を促す必要があると考えられた。一方、総ポリフェノール含量は、豆味噌より若干低いものの、DPPHラジカル消去活性は有意に高く、その主要な抗酸化成分に興味を持たれた。

### 【謝 辞】

製麹についてご助言いただきました(有)糘屋柴田春次商店 日下部浩一氏、水口久枝氏、エゴマ搾油残渣をご提供いただきましたアルプス薬品工業(株)中田孝之氏に感謝申し上げます。また研究全般にご助言いただきましたあいち産業科学技術総合センター食品工業技術センター 長谷川撰氏、間野博信氏に感謝申し上げます。

### 【参考文献】

- 1) 鈴木ら, 岐阜県産業技術センター研究報告, 8, pp.44-47, 2014.
- 2) みそ技術ハンドブック(全国味噌技術会編), 1995.
- 3) 小島ら, 埼玉県産業技術総合センター研究報告 第3巻, 2005.
- 4) 鈴木ら, 岐阜県産業技術センター研究報告, 7, pp.27-31, 2013.
- 5) 徳江ら, 群馬県工業試験場研究報告, 2003.
- 6) 江崎ら, 日本食品科学工学会誌, 48(1), pp.51-57,2001.