

# エゴマ搾油済み子実を用いた機能性調味料の開発

加島隆洋、水谷恵梨、鈴木 寿、水口久枝\*、柴田達夫\*

Development of functional seasonings using the perilla squeezed seeds.

Takahiro KASHIMA, Eri MIZUTANI, Hisashi SUZUKI, Hisae MIZUGUCHI and Tatsuo SHIBATA\*

エゴマ搾油済み子実に残留する $\alpha$ -リノレンの効果的活用を図るため、味噌の抗がん作用成分として報告のあるリノレン酸エチルに着目し、その醸成と高含有化を目標に発酵調味料の開発を試みた。エゴマ搾油済み子実を製麴原料とすることで常用種麴を用いた製麴でも高リパーゼ化が可能であり、さらに極めて高い活性が得られるS2株を見出した。また、発酵調味料の原料として配合するエゴマ搾油済み子実の7.2%をS2株エゴマ麴(リパーゼ活性 $1,876 \pm 26$  u/g)に置換した結果、リノレン酸エチル含量は当該麴未使用区の1.5倍以上となる858 mg/100gに達し、わずかな配合で効果的に作用することが明らかになった。

## 1. はじめに

岐阜県飛騨地方は古くからエゴマ油の産地であり、戦国時代、斎藤道三が財を成したことで知られている。また、近年では優良系統の選抜も行われ、ルテオリンを高含有する「飛系アルプス1号」が日本初のエゴマ登録品種となるなど、ブランド化も進められている。一方、 $\omega$ -3の健康機能が再認識され、 $\alpha$ -リノレン酸を高含量するエゴマ油もその消費が拡大している。しかし、エゴマの搾油歩留りは3割程度しかなく、残りの7割は搾油済み子実(図1)となるが、大半は有効利用されることなく廃棄されている。この一因として、残留する $\alpha$ -リノレン酸の酸化劣化が極めて早く、保存が困難であることが挙げられる。そこで残留する $\alpha$ -リノレン酸の効果的活用を図るため、味噌の抗変異原成分<sup>1)</sup>、抗がん作用成分<sup>2)</sup>として報告のあるリノレン酸エチルに着目し、その醸成と高含有化を目標に発酵調味料の開発を試みた。



図1 エゴマ搾油済み子実(飛系アルプス1号)

## 2. 実験方法

### 2.1 高リパーゼ活性麴の開発

\*有限会社 糶屋 柴田春次商店

### 2.1.1 試料

製麴原料としてエゴマ搾油済み子実(飛系アルプス1号、飛騨市産)及び精白米(コシヒカリ、飛騨市産)を用いた。種麴は、糶屋 柴田春次商店で常用する5株(S1-S5)を用いた。

### 2.1.2 試験製麴及びリパーゼ活性等の測定

上記製麴原料各200 gを用いて試験製麴を行った。エゴマは目標水分45%で加水・蒸煮し、米は常法に従った。各種種麴を接種し、30℃で48時間製麴後、24時間枯らしを行った。リパーゼ活性は、Ohnishi *et al.*の方法<sup>3)</sup>により測定した。

## 2.2 エゴマ発酵調味料の開発

### 2.2.1 試験醸造

エゴマ麴使用区と未使用区を設け、比較試験を行った。すなわち蒸煮したエゴマ搾油済み子実に対し、任意の比率で米麴を配合したものをエゴマ麴未使用区とし、その蒸煮したエゴマ搾油済み子実の一部をエゴマ麴に置き換えたものをエゴマ麴使用区とした。なお、アルコール発酵を促すため、全ての試験区で耐塩性酵母である *Zygosaccharomyces rouxii* を $10^5$  個/gになるように接種した。目標塩分濃度を12%とし、発酵熟成は天然醸造で約1年間とした。

### 2.2.2 各種分析

試験醸造に用いた麴のリパーゼ活性は先述により、中性プロテアーゼ活性は基準みそ分析法<sup>4)</sup>により、 $\alpha$ -アミラーゼ活性及び糖化力(グルコアミラーゼ及び $\alpha$ -グルコシダーゼ)は醸造分析キット(キッコーマン)により測定した。一方、得られた発酵調味料の遊離脂肪酸及びそのエチルエステルは、常法による抽出脂質をキャピラリーカラム(DB-23, J & W)を装着したガスクロマトグラフ(2014, 島津製作所)で分析した。なお、遊離脂肪酸はトリメチルシリルジアゾメタン(GLサイエンス)でメチルエステル化した。エタノールはFキット(J.Kインターナショナル)により、ホルモール窒素は基準みそ分析法<sup>4)</sup>により測定した。

### 3. 結果と考察

#### 3.1 高リパーゼ活性麴の開発

試験製麴で得られた麴の外観を図2に、それらのリパーゼ活性等の測定結果を表1に示した。これらの結果より、いずれの種麴を用いた場合でも菌糸の伸張、胞子の着生は十分に観察され、原料に係わらず良好な製麴が可能であった。一方、リパーゼ活性に関しては、米麴の最高値が25 u/g (S5株)であったのに対し、エゴマ麴ではいずれも顕著に高く、中でもS2株は突出することが明らかになった。味噌における脂肪酸エチル類の醸成には、主原料である大豆(本研究ではエゴマ搾油済み子実)に含まれるトリグリセリドが遊離脂肪酸に分解される必要があり<sup>5)</sup>、麴のリパーゼ活性が重要視される。それゆえリパーゼ活性の高い種麴の選択利用、或いは変異処理によるリパーゼ高生産株の作出といった研究が行われている<sup>6,7)</sup>。本研究では、工場内で生産する既存製品への影響を避けるため、あえて



図2 麴の外観(上段よりS1～S5株、左列がエゴマ麴、右列が米麴)

表1 麴のリパーゼ活性等測定結果

種麴	原料	出麴歩合	水分(%)	リパーゼ活性 (u/g)
S1	エゴマ	1.12	23.2	437±7
	米	1.03	25.6	12
S2	エゴマ	1.11	23.5	6,412±229
	米	1.06	25.2	21
S3	エゴマ	1.13	23.7	288±6
	米	1.11	31.8	15
S4	エゴマ	1.17	26.1	385±9
	米	1.04	28.4	14
S5	エゴマ	1.09	21.5	236±4
	米	1.13	31.6	25

常用する種麴を用いたが、エゴマ搾油済み子実を製麴原料とすることで高リパーゼ化が可能であり、さらに極めて高い活性が得られるS2株を見出すに至った。これはエゴマ搾油済み子実ならではの結果と考えられ、つまり精白米に比べて極めてデンプン質に乏しい環境となるためカタボライトリプレッションが著しく制限されること、さらにS2株に関しては残留脂質(主にトリグリセリド)や外皮に含まれるクチンの資化性に優れ、各種の脂質分解酵素を高生産するためであると推測された。

#### 3.2 エゴマ発酵調味料の開発

試験醸造で得られた発酵調味料の一例として、S1株米麴(リパーゼ活性33±2 u/g, 水分24.4%)を用いたエゴマ麴未使用区と、そのエゴマ搾油済み子実の一部(7.2%)をS2株エゴマ麴(リパーゼ活性1,876±26 u/g, 中性プロテアーゼ133±4 u/g, α-アミラーゼ活性28.6±0.4 u/g, グルコアミラーゼ活性0.29±0.01 u/g, α-グルコシダーゼ活性0.03±0 u/g, 水分24.5%)に置換したエゴマ麴使用区の各種分析結果を表2に示した。今回の試験では、エゴマ麴未使用区でもリノレン酸エチルの醸成が進み、555 mg/100gに達したが、エゴマ麴使用区ではさらにその1.5倍以上となる858 mg/100gにまで達し、エタノール及びホルモール窒素も同様に高いものとなっていた。これはS2株エゴマ麴由来の中性プロテアーゼやα-アミラーゼがタンパク質やデンプンの分解等に作用し、アミノ酸やグルコースの供給を受けた耐塩性酵母がアルコール発酵を活発化させたこと、さらにはグリセリドの分解のみならずその逆反応によってエチルエステルの合成にも関与するクチナーゼ<sup>5)</sup>がより多く存在したことによるものと推測された。従って現在、S2株エゴマ麴を用いた米味噌の機能性強化(リノレン酸エチル等の増強)に取り組んでいるところである。一方、呈味性に関しては、両者とも苦味や渋味を呈することなく、十分な旨味と風味が醸成され、ドレッシングタイプ調味料(図3)や各種タレ類のベース調味料として利用を進めている。

表2 エゴマ発酵調味料の各種分析結果

試験区	エゴマ麹未使用区		エゴマ麹使用区	
	エチルエステル	遊離脂肪酸	エチルエステル	遊離脂肪酸
脂肪酸(mg/100g)				
パルミチン酸	206	55	256	48
ステアリン酸	28	14	36	14
オレイン酸	150	48	211	48
リノール酸	372	88	500	91
リノレン酸	555	128	858	142
エタノール(g/100g)	1.31		1.36	
ホルモール窒素(%)	0.19		0.26	

#### 4. まとめ

エゴマ搾油済み子実に残留する $\alpha$ -リノレンの効果的活用を図るため、味噌の抗がん作用成分として報告のあるリノレン酸エチルの醸成と高含有化を目標に発酵調味料の開発に取り組み、以下の結果を得た。

- ・精白米に代わり、エゴマ搾油済み子実を製麹原料とすることで麴の高リパーゼ化が可能であり、さらに極めて高い活性が得られるS2株を見出した。

- ・発酵調味料の原料として配合するエゴマ搾油済み子実の7.2%をS2株エゴマ麴(リパーゼ活性 $1,876 \pm 26$  u/g)に置換した結果、リノレン酸エチル含量は未使用区の1.5倍以上となる858 mg/100gに達し、わずかな配合でも効果的に作用することを明らかにした。

- ・試醸したエゴマ発酵調味料は、苦味や渋味を呈することなく、十分な旨味と風味が醸成され、ドレッシングや各種タレ類のベース調味料として利用が可能であった。



図3 ドレッシングタイプ調味料

#### 【謝 辞】

本研究の一部は、平成27年度産学官共同研究助成金事業(公益財団法人 岐阜県研究開発財団)の採択を受けて実施した。

#### 【参考文献】

- 1) 岡崎 秀ら, 昭和59年日本農芸化学会大会講演要旨集, pp. 636, 1984
- 2) 上岡龍一ら, 日本醸造協会誌, 100, pp. 771-776, 2005
- 3) K. Ohnishi *et al.*, *J. Ferment. Bioeng.*, 77(5), pp. 490-495, 1994
- 4) みそ技術ハンドブック(全国味噌技術会編), 1995
- 5) 大西邦男ら, 日本食品工業学会誌, 29 pp. 85-92, 1982
- 6) 渡辺隆幸ら, 日本食品科学工学会誌, 51 pp. 698-702, 2004
- 7) 戸井田仁一, 日本醸造協会誌, 106 pp. 457-461, 2011