

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1報)

—エゴマ麴の製麴条件の検討—

鈴木寿、今泉茂巳

Study on Utilization of Residue from Processing of Egoma, *Perilla frutescens* by Fermentation (I) - Preparation of Egoma Koji -

Hisashi SUZUKI and Shigemi IMAIZUMI

エゴマの搾油により発生する残渣(脱脂エゴマ)の有効利用を目的としてエゴマ麴の製麴について水分と種麴の検討を行った。その結果、製麴時の水分については45%の時に α -アミラーゼ、中性プロテアーゼ、酸性カルボキシプロテアーゼ活性が最も高くなった。次にこの水分45%で各種種麴を用いてエゴマ麴を製麴したところ、麴の中性プロテアーゼ活性は麦用種麴を使用した時が最も高く、酸性カルボキシペプチダーゼ活性も高い値を示した。このことから脱脂エゴマを用いた製麴には麦用の種麴が適しているものと考えられた。また、脱脂エゴマ中のロスマリン酸やルテオリンなどの機能性成分は製麴により減少するものの、旨味成分であるグルタミン酸などは生成していることから、エゴマ麴の味噌等の調味料への利用の可能性が示された。

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割程度であるため残りの7割は残渣となり、そのほとんどは利用されていない。このためその利用方法が求められている。この搾油残渣(脱脂エゴマ)は約3割がタンパク質であり、またロスマリン酸やルテオリンなどの抗酸化力を有する機能性成分が豊富に含まれていることから、これらの成分を活かすことにより食材としての利用価値が高まるものと考えられる。

近年、発酵食品が注目されており、麴もその一つである。この製麴技術を利用し、食品製造において生じる副産物を有効利用しようという試みがいくつか報告されている。オカラ¹⁾を麴化することによりタンパク質をアミノ酸へ分解し旨味成分を高めており、ゴマ搾油残渣²⁾では製麴により抗酸化活性を高めている。このため脱脂エゴマも麴化して付加価値を高めることができれば、味噌のような発酵食品への利用が期待できる。

そこで本研究では脱脂エゴマを用いた製麴条件について検討を行うとともに、得られるエゴマ麴の性質についても検討を行った。

2. 実験

2.1 材料

実験に用いた脱脂エゴマは、アルプス薬品工業(株)より提供されたものを用いた。麴菌は市販の6種類の種麴(米用(2種類)、麦用(2種類)、大豆用(1種類)、焼酎用(1種類))を使用した。

2.2 脱脂エゴマの成分分析

食品衛生検査指針に従い脱脂エゴマの成分分析を行った。

2.3 エゴマ麴の調製

300ml容ビーカーに脱脂エゴマ25gを採取し、蒸留水を加えて水分35%~50%に調製した。これをオートクレーブで110℃、20分間加熱殺菌し、放冷後、種麴をメーカー指定量で添加した。製麴は30℃で行い、40時間で出麴とした。

2.4 酵素活性の測定

α -アミラーゼ活性は α -アミラーゼ活性測定キット(キッコーマン(株)製)、酸性カルボキシペプチダーゼ活性は酸性カルボキシペプチダーゼ活性測定キット(キッコーマン(株)製)を用いて測定した。中性および酸性プロテアーゼ活性は基準みそ分析法³⁾に従って測定した。それぞれの酵素活性は麴の固形分当たりの値で示した。

2.5 機能性成分の定量

脱脂エゴマまたはエゴマ麴2g秤量し、10倍量の80%メタノールを加えてホモジナイザーで磨砕した。これを遠心分離し上澄液を100mlに定容した後、フィルター(0.45 μ m)でろ過したものを試料溶液とした。

総ポリフェノール量はFolin-Denis法⁴⁾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高速液体クロマトグラフィー(HPLC)により定量した。ロスマリン酸は既報⁵⁾の条件により測定した。ルテオリンは移動相に0.2%TFAを含む25%アセトニトリル水溶液を用いたイソクラティック、検出波長345nmを用いた以外は同条件で行った。標準試料にはフナコシ(株)製のロスマリン酸およびCayman Chemical製のルテオリンを用いた。

これらの成分量は麴の固形分当たりの値で示した。

2. 6 DPPHラジカル消去活性

徳江ら⁶⁾の方法に従い、Trolox (Sigma製)を標準試料として測定を行い、麴の固形分当たりの値で示した。

2. 7 遊離アミノ酸の定量

エゴマ麴2gを秤量し、熱水約20mを加えて加熱抽出し、抽出液をろ紙(No.2)でろ過した後、50mlに定容した。これを孔径0.45 μmのフィルターでろ過し、アミノ酸分析装置JLC-500/V(日本電子(株)製)により定量した。

3. 結果及び考察

3. 1 脱脂エゴマの成分分析

脱脂エゴマの成分分析結果を表1に示す。その結果、脱脂エゴマのタンパク質含量は29.7%であり、大豆のそれに比べれば低い値ではあるものの、タンパク質を豊富に含む素材である。炭水化物が39.5%で食物繊維が33.4%であることから、炭水化物の大部分が食物繊維であった。

表1 脱脂エゴマの成分 (100g当たり)

	脱脂エゴマ	大豆 [※]
エネルギー	435kcal	417kcal
水分	4.3g	12.5g
たんぱく質	29.7g	35.3g
脂質	20.4g	19.0g
炭水化物	39.5g	28.2g
灰分	6.1g	5.0g
ナトリウム	1mg	1mg
カリウム	990mg	1900mg
カルシウム	630mg	240mg
マグネシウム	430mg	220mg
食物繊維	33.4g	17.1g

※ 参考値(五訂 食品成分表より)

3. 2 脱脂エゴマの水分条件の検討

製麴時の脱脂エゴマの水分調整について検討した。エゴマの水分を35%から50%まで調整してエゴマ麴を調製し、種麴には麦用(A社)を取り上げて検討した。いずれの水分量においても麴菌糸の延伸がみられ、脱脂エゴマでも麴菌が増殖することが確認できたため、得られたエゴマ麴の酵素活性を測定した。その結果を図1に示す。α-アミラーゼ活性、中性プロテアーゼ活性、酸性カルボキシペプチダーゼ活性はいずれも水分45%の時に最も高くなった。酸性プロテアーゼ活性は水分35%の時に最も高く、水分が高くなるにつれて低下していった。味噌醸造において、プロテアーゼは大豆のタンパク質を分解するための重要な酵素であるが、味噌のpHが中性付近であることから酵素を供給する麴の品質としては中性プロテアーゼ活性が重視される³⁾。このことからエゴマ麴の製麴条件としては、中性プロテアーゼ活性がより高い水分45%が好適であると考えられた。

次にこれらエゴマ麴の機能性成分を測定した。その結果

を図2に示す。脱脂エゴマの加熱(110℃、20分間)前後の値も合わせて示した。脱脂エゴマ中の総ポリフェノール、ロスマリン酸、ルテオリン含量およびDPPHラジカル消去活性は、110℃、20分間程度の加熱であれば十分に安定であることがわかった。しかし、製麴においてはいずれの成分、活性も水分の増加とともに減少していく傾向であった。

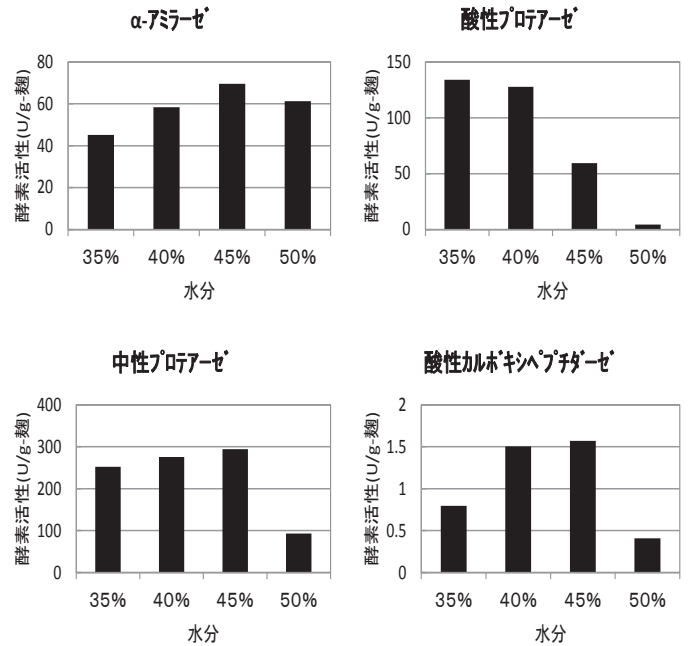


図1 製麴時の水分条件と酵素活性

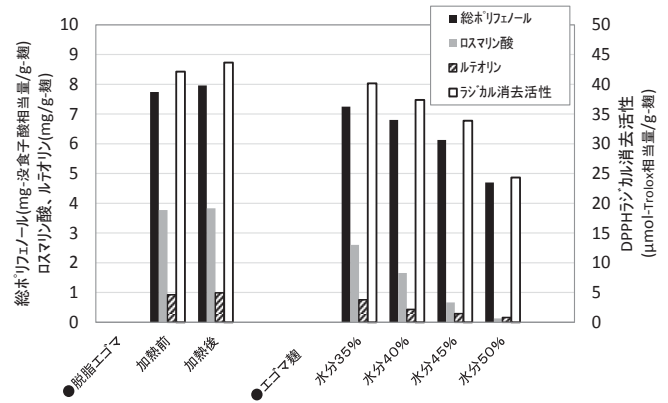


図2 脱脂エゴマおよび製麴時の水分条件と機能性成分

機能性成分としては製麴時の水分が低い方が減少量が少なく有利であるが、上述の酵素活性の場合とは異なる。味噌醸造を考えた場合は、エゴマ中のタンパク質が分解されてアミノ酸等への旨味成分へ分解されることが重要である。製麴時の水分45%でも抗酸化力の指標となるDPPHラジカル消去活性は減少してはいるものの、大幅な減少はみられない。これらのことから水分45%が適していると考え、以下のエゴマ麴の実験を水分45%で行った。

3.3 エゴマ麴の酵素活性

味噌醸造に用いられる麴には3種類あり、原料(米、麦、大豆)の違いによりそれぞれ米麴、麦麴、豆麴と呼ばれている。使用する種麴も違っており、それぞれに適した種麴が使用されている。脱脂エゴマはタンパク質が高く大豆の組成に近いが、どの種麴が適しているのかは不明である。このためエゴマ麴の製麴に適した種麴の検討を行った。各種種麴を使用し、水分45%で製麴したエゴマ麴の酵素活性の測定結果を図3に示した。味噌醸造において重要な指標となる中性プロテアーゼ活性は麦用の種麴がいちばん高くなった。また、酸性カルボキシペプチダーゼ活性も今回検討した種麴の中では比較的高く、焼酎用を除けばA社の麦用がいちばん高い。 α -アミラーゼ活性については麦用は低いが、でんぷんがほとんどないと思われる脱脂エゴマではあまり重要ではない。また、市販豆麴との比較においても麦用はいずれの酵素活性でも市販豆麴よりは高い活性を示している。焼酎用は酸性プロテアーゼ、酸性カルボキシペプチダーゼ活性が他に比べて非常に高いが、重要な中性プロテアーゼ活性が麦用の半分程度である。

脱脂エゴマはでんぷんが少なくタンパク質が高いという組成から大豆用の種麴が適していると予想されたが、以上の結果からエゴマ麴には麦用が適していると考えられた。

3.4 エゴマ麴の機能性成分および抗酸化力

製麴したエゴマ麴の機能性成分含量を図4に示す。また、抗酸化力としてDPPHラジカル消去活性を測定した値も合わせて示した。その結果、米用、麦用、大豆用は総ポリフェノール、ロスマリン酸、ルテオリンのいずれの成分においても同程度の含量であり、DPPHラジカル消去活性もほぼ同じであった。焼酎用は他に比べて少し高かったものの、脱脂エゴマよりは低い値(図2)であった。しかし、エゴマ麴は、市販豆麴より総ポリフェノールが高く、DPPHラジカル消去活性においては5倍以上の活性を有していることから、豆麴よりは抗酸化力の高い麴であると考えられる。

3.5 エゴマ麴のアミノ酸分析

脱脂エゴマにはタンパク質が多く含まれており、麴菌の酸性プロテアーゼ、中性プロテアーゼ、酸性カルボキシペプチダーゼ等のタンパク質分解に関係する酵素により分解されて旨味成分が形成されることが期待される。このためエゴマ麴中の遊離アミノ酸を測定した。その結果を表2に示す。旨味に関係するグルタミン酸やアスパラギン酸はいずれの種麴でも生成しており、麦用(B社)の場合がそれぞれ702mg/100g-麴と242 mg/100g-麴でいちばん多く、遊離アミノ酸量全体としても同様の結果であった。酵素活性が高かった麦用(A社)や焼酎用ではアミノ酸量が多いと予想されたが、実際は少なかった。これは生成したアミノ酸が麴菌の増殖および孢子形成に利用されたためと思われるが、原因についてはさらなる検討が必要である。エゴマ麴の遊離アミノ酸含量は、市販豆麴に比べれば少なく最も高かった麦用(B社)でもその半分程度ではあるものの、グルタミン酸やアスパラギン酸は生成している。つまり脱脂エゴマ中のタンパク

質は麴菌の発酵により旨味成分とすることができるタンパク質であり、このことからエゴマ麴の味噌等の調味料への利用が期待できる。

表2には遊離アミノ酸とともに γ -アミノ酪酸(GABA)含量も示した。製麴によりGABAが生成することは知られている⁷⁾が、エゴマ麴においても同様にGABAの生成が認められ、その含量は市販豆麴よりは非常に高いものであった。

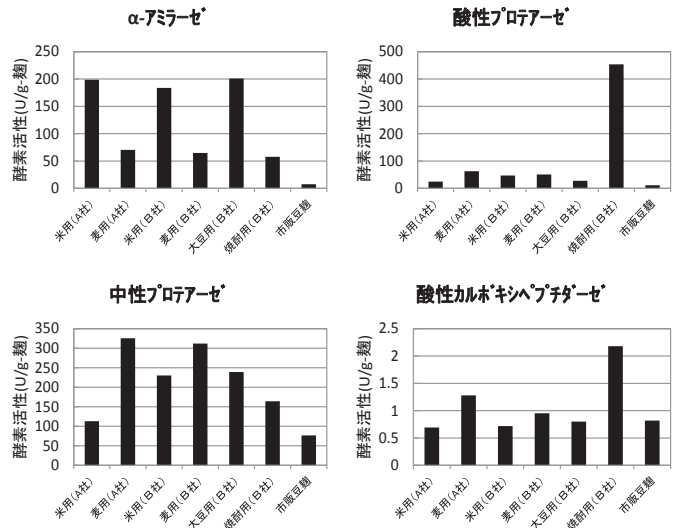


図3 各種種麴と酵素活性

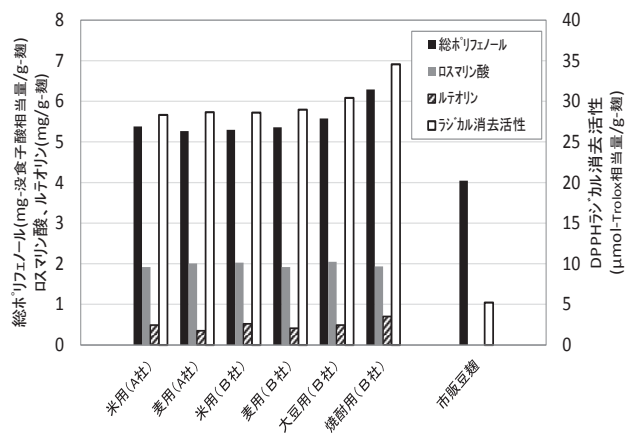


図4 各種種麴と機能性成分

4. まとめ

脱脂エゴマの有効利用を目的としてエゴマ麴の製麴について検討を行った。製麴時の水分については45%の時に α -アミラーゼ、中性プロテアーゼ、酸性カルボキシプロテアーゼ活性が最も高くなった。次にこの水分45%で各種種麴を用いてエゴマ麴を製麴したところ、麴の中性プロテアーゼ活性は麦用の場合が最も高くなり、酸性カルボキシペプチダーゼ活性も高くなった。このことから脱脂エゴマを用いた製麴には麦用の種麴が適しているものと考えられた。また、製麴により機能性成分は減少するが、旨味成分であるグルタミン酸などは生成していることから、エゴマ麴の味噌等の調味料への利用の可能性があると考えられた。

表2 エゴマ麴の遊離アミノ酸組成(mg/100g-麴(固形分))

アミノ酸	エゴマ麴						市販豆麴
	米用(A社)	麦用(A社)	米用(B社)	麦用(B社)	大豆用(B社)	焼酎用(B社)	
アスパラギン酸	170	176	151	242	173	118	643
スレオニン	96	73	80	114	91	50	238
セリン	133	100	119	169	129	88	325
アスパラギン	0	0	0	0	0	0	0
グルタミン酸	594	462	411	702	611	420	1566
グルタミン	8	23	11	33	41	29	23
グリシン	79	66	69	96	79	53	200
アラニン	175	122	169	196	199	107	315
バリン	103	77	92	137	107	51	329
シスチン	0	0	0	0	0	0	0
メチオニン	63	45	56	88	64	38	105
イソロイシン	114	91	104	138	107	50	284
ロイシン	168	129	157	232	177	86	445
チロシン	101	64	87	111	80	64	249
フェニルアラニン	117	89	107	169	124	73	346
ヒスチジン	33	27	26	44	37	24	100
リシン	109	82	89	151	104	74	368
トリプトファン	0	0	0	0	0	0	51
アルギニン	228	187	198	344	234	223	441
プロリン	90	54	69	95	88	48	355
(GABA)	(177)	(174)	(247)	(165)	(144)	(99)	(6)
合計	2381	1868	1995	3061	2445	1596	6383

【謝 辞】

製麴について助言をいただきました(有)糶屋柴田春次商店 日下部浩一氏、水口久枝氏、脱脂エゴマを提供して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。また実験手法を含め麴全般について助言を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) 日渡ら, 愛知県産業技術研究所研究報告, 2, pp.112-115, 2003
- 2) 三宅, 醸協, 102(4), pp.243-248, 2007
- 3) みそ技術ハンドブック(全国味噌技術会編), 1995
- 4) 小島ら, 埼玉県産業技術総合センター研究報告 第3巻, 2005
- 5) 鈴木ら, 岐阜県産業技術センター研究報告, 7, pp.27-31, 2013
- 6) 徳江ら, 群馬県工業試験場研究報告, 2003

- 7) 岩屋, 醸協, 97(11), pp.760-765, 2002

Abstract

In order to utilize residue from processing of Egoma plant (*Perilla frutescens* var. *frutescens*) as foods, we investigated about preparation of Egoma koji using the residue.

As the result, the activity of each of the α -amylase, neutral protease and acid carboxypeptidase of Egoma koji was the highest at 45% moisture of the residue. Next, preparation of Egoma koji using six kinds of seed koji mold were attempted. On the basis of the enzyme activities, it was considered that the koji mold for barley was the most appropriate for the koji production.

Although functional contents such as rosmarinic acid in the residue were decreased by making koji, amino acids such as glutaminic acid and aspartic acid were formed.