

# もち米ペーストの酵素活性とその利用\*

伊藤 良仁\*\*、山口 佑子\*\*\*

もち米ペーストの新しい利用方法開発を目的として、酵素活性に着目し、各種試験を行った。まず、各製造工程でのアミラーゼ及びペプチダーゼ活性を測定した結果、両活性は非常に安定であることが確認できた。さらに、ペプチダーゼ活性を利用した加工を検討した結果、豆腐を原料とした味噌様調味料を製造することができた。

キーワード： 麴、もち米、調味料、酵素活性

## Properties and Utilization of Enzymatic Activities in “Mochigome” Paste

ITO Yoshihito and YAMAGUCHI Yuko

The present study was aimed at utilization of the enzymatic activities in “mochigome” paste for food process. It was showed that the activities of amylase and peptidase in the paste were stable in the conditions of preparation process and usable for making of miso-like seasoning from Tofu.

key words : koji, mochigome, seasoning, enzymatic activity

### 1 緒言

県特産品を素材とし、微生物を利用した加工技術を用いて新しい加工食品群を開発すること、さらには、新しい岩手ブランドを創り出すことを目的として県内企業と共同で3カ年の研究を行った。

岩手県が全国第3位の生産量を誇る「もち米」を素材として、また、加工に用いる微生物は「麴」及び「酵母」を選び、新しい調味原料及びそれを用いた加工食品の開発を試みた。前々報<sup>1)</sup>では「もち米」を麴で発酵（糖化）した甘味汎用調味原料「もち米ペースト」（以下ペースト）の製造方法を報告した。前報<sup>2)</sup>では、「酵母」により良好な香気を付与したペーストの製造工程を報告した。

以上2年間の試行錯誤の結果、3種（糖化・無塩、糖化・有塩、酵母発酵・有塩）のペースト製造法を確立できた。この技術は実際に味噌製造業者において「漬物の素」（うるち米+米麴+食塩）製造に導入され、また、同社で製造した無塩のペーストを添加した豆乳及び豆腐が新製品として豆腐製造業者によって製造・販売されている。また、バリエーションが増加したことにより、漬物や畜肉加工品、水産加工品、菓子や飲料など広範囲に応用可能となり、現在、酵母発酵ペーストを利用した商品開発が県内漬物製造業者および畜肉加工業者等で進められている。

今後、より多くのペースト利用製品を誕生させ、ブランド化を達成するためには、更なる用途開発が必要であると考えている。本報では、ペーストの風味以外のポテンシャルすなわち「酵素活性」<sup>3)</sup>に着目し、アミラーゼ

及びペプチダーゼの力価及び安定性を確認し、さらに、これらの活性を利用した食品加工の一例として、豆腐を原料とした味噌様調味料「豆腐味噌」の製造を試みたので報告する。

### 2 実験方法

#### 2-1 ペーストの調製

糖化・無塩および糖化・有塩ペーストは前々報<sup>1)</sup>に、酵母発酵・有塩ペーストは前報<sup>2)</sup>に準じて調製した。

#### 2-2 酵素活性の測定

アミラーゼ活性はキッコーマン(株)「 $\alpha$ -アミラーゼ測定キット」を、ペプチダーゼ活性は同「酸性カルボキシペプチダーゼ測定キット」を用いて測定した。

#### 2-3 「豆腐味噌」の試作及び成分分析

「豆腐味噌」は以下に示す方法で試作した。まず、市販の木綿豆腐2400gを脱水のため-10℃で一夜放置し、緩慢凍結した後、常温で解凍した。さらに、4℃で一夜、15kgのプレスを行い、脱水した。このときの重量は900g弱となる。この脱水豆腐880gに食塩120gおよび酵母発酵・有塩ペースト1000gを添加し、フードプロセッサーで充分混合した。仕込み時の水分は52.3%、塩分は13.5%、対水塩分濃度は20.5%となる。熟成は37℃で行い、経時的に一部を抜き取り、分析に供した。

各サンプルの分析は、色度（Y値）を色彩色差計で、全窒素はマイクロケルダール法で、ホルモール窒素はホルモール滴定法で、直接還元糖はソモギー変法で、グルタミン酸、グルコース、エタノールはそれぞれに対応する

\* いわて新ブランド食品創生事業

\*\* 食品技術部

\*\*\* 醸造技術部

F-キット (株)J. K. インターナショナル) で、pH は pH メータで測定した。

### 3 結果

#### 3-1 酵素活性の安定性確認

まず、各種ペーストの酵素活性を利用するために、各製造条件及び保存条件での残存活性( $\alpha$ -アミラーゼ及び酸性カルボキシペプチダーゼ)を調べた。結果を表1に示す。表中の酵素力価は、ペースト中の乾燥麴 g 当たりの値を示した。実際のペースト自体の活性は、この値に添加比 (有塩・糖化ペースト及び酵母発酵ペーストの場合は15%、無塩・糖化ペーストの場合は17.6%) を乗じたものとなる。

それぞれの保存条件は、1 昼夜または1ヶ月の冷凍と

し、有塩ペーストは、室温1ヶ月を加えた。各酵素活性の測定は製造直後もしくは解凍後、品温が室温に戻り次第行った。製造直後の2種の有塩ペーストは、アミラーゼ、ペプチダーゼ共に、原料の米麴に対して $\pm 5\%$ 程度の差であり、製造条件が残存活性に与える影響は、ほとんどないことが示された。製造中の最高温度が $40^{\circ}\text{C}$ であることから一般に言われているように失活することがないと思われる。一方、無塩・糖化ペーストの場合は、アミラーゼで1/8、ペプチダーゼで3/4程度に活性が下がった。これは、品温が $60^{\circ}\text{C}$ まで上がることおよび食塩による保護効果がないことによると考えられる。保存条件が残存活性に与える影響は、ほとんどなく、いずれの場合も製造直後の活性が保持されていた。凍結-解凍による影響もなく、高い安定性を示した。

表1 各ペーストの残存酵素活性

種類	製造条件	保存条件	分析	酵素力価(U/g-乾燥麴)	
				$\alpha$ -アミラーゼ	酸性カルボキシペプチダーゼ
米麴	—	$-30^{\circ}\text{C}/5$ ヶ月	解凍後、すぐ	947	9,001
有塩・糖化ペースト	$40^{\circ}\text{C}\cdot 36\text{h}$	—	製造後、すぐ	978	8,373
		$-30^{\circ}\text{C}/1$ 日	解凍後、すぐ	916	8,201
		$-30^{\circ}\text{C}/1$ ヶ月	解凍後、すぐ	963	9,360
		室温/ $1$ ヶ月	—	924	9,010
酵母発酵ペースト	$40^{\circ}\text{C}\cdot 36\text{h}$ + $30^{\circ}\text{C}\cdot 14\text{d}$	—	製造後、すぐ	1,017	8,439
		$-30^{\circ}\text{C}/1$ 日	解凍後、すぐ	986	9,222
		$-30^{\circ}\text{C}/1$ ヶ月	解凍後、すぐ	993	8,836
		室温/ $1$ ヶ月	—	955	8,586
無塩・糖化ペースト	$60^{\circ}\text{C}\cdot 18\text{h}$	—	製造後、すぐ	123	6,648
		$-30^{\circ}\text{C}/1$ 日	解凍後、すぐ	123	6,823
		$-30^{\circ}\text{C}/1$ ヶ月	解凍後、すぐ	116	6,545

従って、有塩ペーストの場合は、実際に酵素活性を利用する (製造工程を設計する) に当たっては、原料米麴由来の活性が、そのままペーストに反映されることを考慮すればよいこととなる。

#### 3-2 「豆腐味噌」の試作

ペーストの酵素活性の利用法開発を目的として、各種食品、食品原料の加工を試みた。

基本的な考え方はペーストのペプチダーゼ (プロテアーゼ) を利用し、食品中のタンパク質を分解、物性の改変やアミノ酸などの旨味成分増強を期待するものである。本試験に先立ち、畜肉、魚肉、乳タンパク、小麦タンパクおよび大豆タンパクなどを用いた予備的な検討を行い、入手が容易であること、ペーストの物性が生かせること、

易分解性であること、さらには近年の製品 (豆腐) の低価格化で原材料として利用しやすくなったこと、ヘルシーイメージを利用した新しい加工食品となり得ることなどから、「豆腐」を原材料として選択した。

また、加工法としては、酵素を十分に機能させられること、ペースト中の酵母を活用できることなどの理由で「味噌」に準じたものとし、製品形態は「調味料」とした。

熟成期間は各成分測定値及び官能検査から総合的に判断して35日とした。各成分の変化を図1~3に示した。pH については仕込み時の6弱から緩やかに下がり、熟成終了時に5弱となった。

色調 (Y 値) は、2週間後くらいから急激に減少し、褐変化が進んだ。糖類は直接還元糖及びグルコースを測

定したが、ペースト由来の両者はほとんど変化しなかった。

一方、エタノールは熟成初期に増加が見られ、目視観察でも同時期に「湧き」が観察されたことから、酵母による再発酵が起きていることが示唆された。

旨味成分の指標であるホルモール窒素およびグルタミン酸は熟成初期から急激に増加し、良質の米味噌<sup>4)</sup>の1/3~1/2程度となった。

熟成が終了した「豆腐味噌」を図4に示す。



図4 熟成が終了した「豆腐味噌」

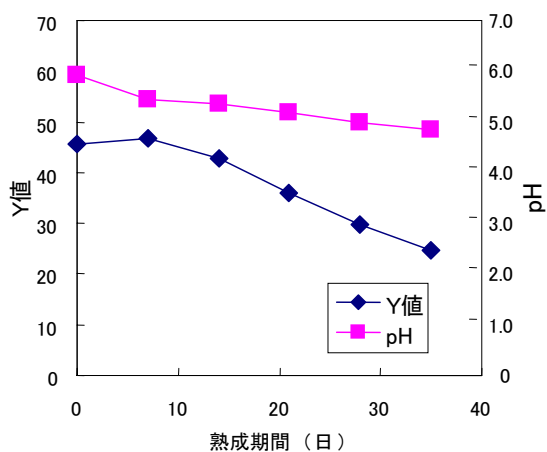


図1 熟成中のY値及びpH

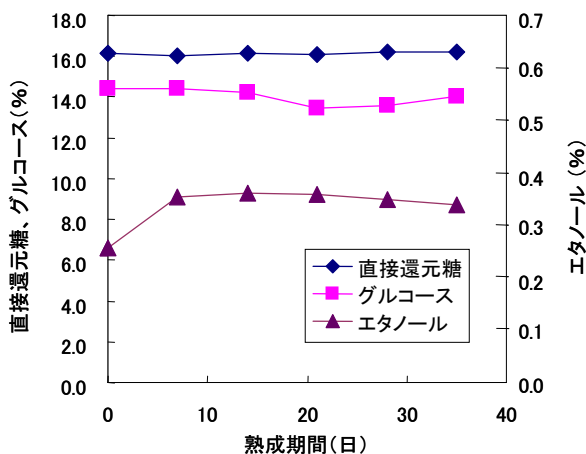


図2 熟成中の直接還元糖、グルコース及びエタノール濃度

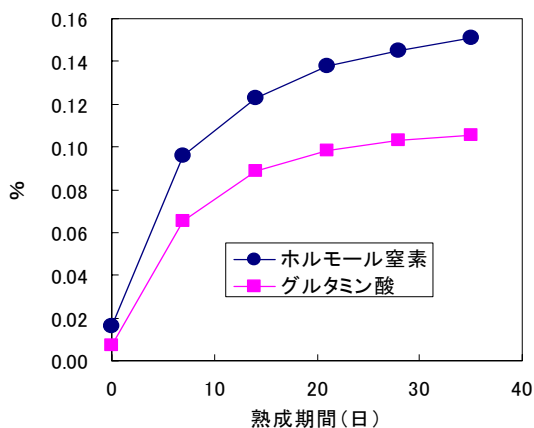


図3 熟成中のホルモール窒素及びグルタミン酸濃度

#### 4 考 察

豆腐を原料としたため、水分が多く窒素分が相対的に少なくなってしまった（仕込み時の全窒素=9.0%）が、熟成中にペースト由来のペプチダーゼの作用および酵母による発酵が認められた。さらに熟成が終了した「豆腐味噌」は、通常の米味噌と同様なフレーバーをもち、従来の味噌とは異なるなめらかな（不溶物が少ない）物性と、あっさりとした呈味をもつ調味料として仕上がった。さらなる改良の余地が残されているが、凍結保存した豆腐と冷蔵保存可能なもち米ペースト（酵母発酵）があれば、特殊な加工工程を必要としない利点があるため、今後の商品化が期待される。

#### 5 結 言

3年間の事業の中で汎用性のある新しい調味原料として3種の「もち米ペースト」製造法を確立できた。また、味や風味だけでなく、酵素活性を利用した食品加工の可能性を示すことができた。

前述の通り、現在すでに利用製品（豆腐類）が市販されているが、さらに多くの商品の誕生を目指して県内企業への普及、共同開発に努めていくこととしている。早期に多数の商品が生まれ岩手の新ブランドが形成されることを期待している。

#### 文 献

- 1) 伊藤 良仁、山口 佑子：岩手県工業技術センター研究報告，11，11-14（2004）
- 2) 伊藤 良仁、山口 佑子：岩手県工業技術センター研究報告，12，16-19（2005）
- 3) 一島 英治：醸協，67，928（1972）
- 4) 発酵と醸造 I：光琳，133-142（2002）