



## 加熱・ペースト化したおからテンペのパンケーキや コロッセ素材としての利用

松尾 眞砂子

(岐阜女子大学家政学部)

原稿受付平成 18 年 7 月 31 日；原稿受理平成 18 年 12 月 2 日

### Utilization of Cooked and Pasted Okara-Tempeh as an Ingredient of Pancake or Croquette

Masako MATSUO

*Faculty of Home Science, Gifu Women's University, Gifu 501-2592*

Okara-tempeh (the okara fermented with *Rhizopus oligosporus*, O-tempeh) is a typical functional food, but its use has been limited for strong enzyme activities of *R. oligosporus*. To expand the use of O-tempeh as a high functional and high dietary fiber foodstuff, the utilization of O-tempeh inactivated enzymes with cooking and pasted (O-tempeh paste) for an ingredient of pancake and croquette was examined. Any significant differences were not found between ordinary pancakes and substituted pancakes substituted for 10% soft flour with okara or O-tempeh paste in volume, hardness, or cohesiveness. The sensory evaluation scores of pancake substituted for 10% soft flour with okara were lower in flavor, taste and overall than these of ordinary pancake. These of pancake substituted with 10% O-tempeh paste were lower in flavor and overall than those of ordinary pancake. The dietary fiber of the pancake made from flour substituted 10% O-tempeh paste was 2.4-fold that of ordinary pancake. The sensory evaluation score of croquettes substituted for 30% mashed potato with okara was lower than that of ordinary croquettes in overall, but no significant difference at sensory evaluation scores was detected between ordinary croquette and substituted croquette with O-tempeh paste for 30% mashed potato in flavor, taste, texture and overall. The dietary fiber of croquette substituted for 30% mashed potato with O-tempeh paste was about 3.5-fold that of ordinary croquette. Based on these results, it was suggested that O-tempeh paste was more useable than okara as a foodstuff, and could be used as a substituting ingredient for 10% soft wheat flour to pancake and 30% mashed potato to croquette. Furthermore, it was confirmed that O-tempeh paste was useful as a high dietary fiber stuff.

(Received July 31, 2006; Accepted in revised form December 2, 2006)

**Keywords:** okara おから, okara-tempeh おからテンペ, pancake パンケーキ, croquette コロッセ, dietary fiber 食物繊維.

#### 1. 緒 言

近年、日本人の食生活は穀類と野菜の摂取量の減少に伴い、食物繊維の摂取量が激減している<sup>1)</sup>。現在の食事内容を変えることなく、食生活を楽しみながら食物繊維の摂取量を増やし、エネルギーの過剰摂取と便秘を予防するためには、汎用加工食品素材の一部を食物繊維の豊富な素材で代替することが実用的対策法の一つであろう。

おからは食物繊維を約 10% 含んでおり、食物繊維性食品として優れている<sup>2)</sup>。しかし、おからは消化性や口当たりが悪い。また、かさ高く、腐敗し易いため、最近では飼料としても利用されず、大部分が産業廃棄物として処理されている。

一方、おからをテンペ菌で発酵させたおからテンペ (O-テンペ) は食物繊維に富んでいるが<sup>3)</sup>、舌触りが滑らかで、保水力や吸油力が強く、加工適性があり<sup>3)</sup>、

しかも、繊維やタンパク質の消化性が改善されている<sup>4)</sup>。さらに、強力なコレステロール低下作用<sup>5)</sup>や生体内抗酸化作用<sup>6)</sup>があり、機能性に富んだ食物繊維素材として有望である。しかし、O-テンペにはテンペ菌が生きており、発酵が持続するため、時間の経過にともなって品質が変化する。発酵を停止し、軽量化と輸送・貯蔵性を向上させる目的で加熱乾燥すると、組織が萎縮し、加水しても組織の復元が不完全で、保水力が低く、食品素材としての適性が劣る。したがって、O-テンペはこれまで凍結乾燥して保存・流通してきた。しかし、凍結乾燥したO-テンペにはテンペ菌が生産した酵素が保存されており、魚肉のすり身や小麦粉に添加するとテンペ菌の強力なプロテアーゼ<sup>3)</sup>が魚肉や小麦粉のタンパク質を短時間内に分解し、練り製品の腰を弱めたり、食パンの膨らみを阻害した(松尾眞砂子：未発表データ)。また、O-テンペはアミラーゼ活性が非常に強く<sup>7)</sup>、マッシュポテトに添加すると、ポテトチップスの歯切れを悪くした(松尾眞砂子：未発表データ)。それゆえ、O-テンペの活用例の報告は少なく、ビスケット<sup>8)</sup>、カップケーキやハンバーグ<sup>9)</sup>への活用があるに過ぎない。

O-テンペを発酵完了直後に加熱して殺菌と酵素失活を同時に行い、ペースト状に摩砕して常温で保存・流通すれば、品質が安定化し、製造・流通コストも大幅に低下できる。本報告では、O-テンペを機能性の高い高繊維食品素材として活用を拡大するため、テンペ菌の酵素を加熱失活させ、搗り潰してペースト状にしたO-テンペペーストを用いて、パンケーキやコロケを調製し、物性・食味特性や保存性の面から食品素材としての利用を検討した。

## 2. 実験方法

### (1) 加熱処理したO-テンペペーストの調製法

粉末おから(30メッシュ、みすずコーポレーション、長野)を水分75%に調整し、121℃で20分間加圧殺菌し、冷却後、テンペ菌(*Rhizopus oligosporus* NRRL 2710、発酵研究所、大阪)の胞子を含むテンペスターターを混合し、10mm間隔で直径2.5mmの孔のあいたビニール袋に詰め、厚み15mmに成型し、36℃で約24時間培養した。発酵終了後のO-テンペを直ちにみじん切りし、121℃で1分オートクレープ処理してテンペ菌の酵素を失活させ、ミルサー(IFM 300 DG、岩谷産業(株))で細かく切断した後、裏漉(50メッシュ)した。

### (2) パンケーキの調製法

#### 1) 対照パンケーキ

マーガリン(雪印ネオソフト、甲南油脂(株))を湯煎(50℃以下)で溶かし、卵液、砂糖、無脂肪牛乳(生乳しぼり無脂肪牛乳、日本ミルクコミュニティ(株))製を順に加え、均一にする。この混合液をボールに移し、ベーキングパウダー(ベーキングパウダー日清、日清フーズ(株)DON)を加えて篩った薄力粉(日清フラワー、日清製粉(株))を3回に分けて加えながら、菜箸で手早く混合し、バニラエッセンスを1滴加え、160℃のホットプレート(National NF-HG-59-H)上に置いたセルクル(直径6cm×高さ1.5cm)10個に注入する。生地の上表面が固化したら、生地の上表面を反転させ、竹串を刺し、竹串に生地が付いてこなくなるまで焼く。

#### 2) おから代替パンケーキ

対照パンケーキの調製法に準ずる。薄力粉の5%、10%と15%をおから粉末で代替した。また、おからやO-テンペに豊富に含まれている遊離糖<sup>3)</sup>と小麦粉のタンパク質とによるメーラード反応を抑制するため、焼き温度を140℃に変更した。

#### 3) O-テンペペースト代替パンケーキ

おから代替パンケーキの調製法に準ずる。無脂肪牛乳の代わりに脱脂粉乳(森永スキムミルク、森永乳業(株))と水を使用し、薄力粉の一部をO-テンペペースト相当量で代替した。加水量はO-テンペペーストと無脂肪牛乳に含まれる水分を算出して差し引いた。また、焼き温度を140℃に変更した。なお、O-テンペペーストは小麦粉生地に加え、木しゃもじで均一に混ぜた。上記パンケーキの原料組成をTable 1に示す。

### (3) コロケ調製法

#### 1) 対照コロケ

じゃがいも(キタアカリ、北海道産)を皮付きのまま蒸し、熱いうちに皮をむいて裏漉し、マッシュポテトにした。みじん切りした玉ねぎ(真珠、北海道産)を油で炒め、透明になったら豚ひき肉(国産赤身90%)を加え、さらに炒めた。これにマッシュポテトを加えて混ぜ合わせ、直径60mm×高さ15mmのセルクル6個に詰めて形を整え、小麦粉(日清バイオレット、日清製粉(株))、溶き卵、パン粉(浜乙女ソフトパン粉、(株)浜乙女)製の順に衣をつけて、180℃の油(AJINOMOTO サラダ油、味の素(株))で揚げた。

2) おから代替コロケ・O-テンペ代替コロケ  
水分をマッシュポテトと同量(78%)に調整したお

Table 1. Composition of ingredients of pancakes made from partially substitution of okara and O-tempeh for wheat flour

Ingredients	Control	Substitution (%)					
		Okara 5	Okara 10	Okara 15	O-tempeh 5	O-tempeh 10	O-tempeh 15
Soft flour (g)	120.0	114.0	108.0	102.0	114.0	108.0	102.0
Okara powder (g)	0	6.0	12.0	18.0	0	0	0
O-tempeh paste (g)	0	0	0	0	24.0	48.0	72.0
Skimmed milk (ml)	144.0	144.0	144.0	144.0	0	0	0
Skimmed milk powder (g)	0	0	0	0	18.2	18.2	18.2
Water (ml)	0	0	0	0	107.8	89.8	71.8
Margarine (g)	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
Whole egg (g)	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0	30.0
Sugar (g)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Baking powder	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4	5.4
Vanilla essence	1 drop	1 drop	1 drop	1 drop	1 drop	1 drop	1 drop

Table 2. Composition of ingredients of croquette made from partially substitution of okara and O-tempeh for mashed potato

Ingredients	Control	Substitution (%)					
		Okara 20	Okara 30	Okara 40	O-tempeh 20	O-tempeh 30	O-tempeh 40
Mashed potato (g)	225.0	180.0	157.5	135.0	180.0	157.5	135.0
Minced pork (g)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Onion (g)	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0	50.0
Salad oil (ml)	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0	12.0
Okara powder (g)	0	9.9	14.8	19.8	0	0	0
O-tempeh paste (g)	0	0	0	0	45.0	67.5	90.0
Water (ml)	0	35.1	52.7	70.2	0	0	0
Soft flour (g)	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0	4.0
Whole egg (g)	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0	20.0
Bread crumbs	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0	18.0

からやO-テンペペーストでマッシュポテトの一部を代替して調製した。上記コロッケの原料組成を Table 2 に示す。

### 3) 物性測定用試料

焙焼後 10 分間室温で冷却した 10 個のパンケーキを用い、上面と下面からそれぞれ 5 mm 以上内部を 10×10×10 mm に切断し、5 個のキューブを得た。

### (4) 測定法

#### 1) パンケーキの体積

葉種置換法で測定した。n=5。

#### 2) 硬さと凝集性

試料を試料台にのせ、クリープメーター (TPU-2S, 山電株式会社) で測定した。測定条件は径 40 mm の

円形プランジャーを用い、圧縮率 60%、クリアランス 6 mm、圧縮スピード 2.5 mm/s とした。

### 3) 色調

色差計 (ND-1000, 日本電色工業株式会社) を用い、 $L^* a^* b^*$  (JIS-Z-8701) により色調を測定した。

### 4) 食物繊維

Prosky 変法<sup>10)</sup> で水溶性食物繊維と不溶性食物繊維を個別に分析し、その合計量を算出した。コロッケは、潰してナイロンガーゼの上に薄く広げ、60℃の通風乾燥機 (YAMATO, DN63) で乾燥し、ミキサー (上記ミルサー) で粉砕した後、ソックスレー抽出器とエーテルを用いて脱脂して測定した。

パンケーキはいずれも、同一条件で 3 回調製し、上

Table 3. Volume, hardness and cohesiveness of pancakes made from partially substitution of okara and O-tempeh for wheat flour

Substitution (%)	Volume (cm <sup>3</sup> )		Hardness (×10 <sup>3</sup> N/m <sup>2</sup> )		Cohesiveness	
	Okara	O-tempeh	Okara	O-tempeh	Okara	O-tempeh
0	67.5±0.7		6.0±0.7		0.90±0.04	
5	69.7±2.3	69.0±1.6	8.1±1.0	7.4±0.8	0.86±0.02	0.80±0.03
10	69.0±1.6	64.6±1.4	4.6±0.7	7.7±0.1	0.86±0.02	0.82±0.04
15	68.5±1.1	60.9±1.34*	6.3±0.6	11.2±1.0*	0.79±0.03	0.87±0.02

Data were expressed as mean ± SE (n=5). \*Values with asterisk were significantly different from the control value by Turkey's multiple test at  $p < 0.05$ .

Table 4. Internal color of pancakes made from partially substitution of okara and O-tempeh for wheat flour

Substitution (%)	L*		a*		b*	
	Okara	O-tempeh	Okara	O-tempeh	Okara	O-tempeh
0	69.5±3.5		-0.1±0.1		21.8±0.1	
5	69.3±2.1	67.8±1.8	0.1±0.5	1.1±0.7*	20.9±0.4	21.8±0.8
10	69.3±0.8	65.5±0.7	1.2±0.1*	2.3±0.3**	22.5±0.7	21.6±0.3
15	69.8±2.7	62.8±0.5*	1.0±0.5*	3.8±0.3**	21.8±0.7	21.4±0.2

Data were expressed as mean ± SE (n=5). Values with asterisk were significantly different from the control value by Turkey's multiple test at \* $p < 0.05$ , \*\* $p < 0.01$ .

記項目の測定値がほぼ毎回同傾向を示すことを確認した。本報告では3回目の調製品の10検体当たりのデータを示した。

#### (5) 官能検査

パネル：パンケーキは24名、コロッケは22名の女子大生を用いた。

検査法：香り，食感，味，総合評価に関し，各自の好みに基づき，+2（好き），+1（やや好き），0（普通），-1（やや嫌い），-2（嫌い）の中から選択させた。

#### (6) 統計処理法

統計ソフト SPSS 6.1 を使用し，物性，色に関するデータには Turkey の多重検定法を用い，官能検査結果には二元配置分散分析法で検定した。

### 3. 実験結果および考察

#### (1) パンケーキ素材としての利用

##### 1) 物性に及ぼす影響

小麦粉の一部をおからや O-テンペペーストで代替して調製したパンケーキの物性を対照パンケーキと比較した (Table 3)。おからや O-テンペで小麦粉の 10

%を代替してもパンケーキの体積，硬さ，凝集性は対照パンケーキと有意の差が認められなかった。O-テンペによる代替率を 15%に増加すると体積が減少し，硬くなった。おからや O-テンペの代替による体積減少は，小麦グルテン量の減少によると思われる。

上記パンケーキのクラムの色調を測定した (Table 4)。小麦粉の 5%をおからで代替してもパンケーキのクラムの色調は変化しなかったが，O-テンペで 5%代替すると赤味が少し強くなった。代替率を 10%にすると，おからで代替したパンケーキも赤味が強くなったが，O-テンペで代替したパンケーキは赤味がさらに強くなった。おからはグルコースをほとんど含まないが，O-テンペはグルコースを豊富に含んでいる<sup>11)</sup>。このグルコースが小麦粉のタンパク質とメーラード反応を起こし，褐色化を促進させたのであろう。

##### 2) 嗜好性に及ぼす影響

小麦粉の一部をおからや O-テンペで代替したパンケーキの嗜好性を調べ，総得点を (Table 5) 示す。おからで 10%代替したパンケーキは香り，味，総合評価のいずれの得点も対照パンケーキより低かったが，O-テンペで 10%代替したパンケーキは味は差がなかつ

Table 5. Sensory evaluation score of pancakes made from partially substitution of okara and O-tempeh for wheat flour

Item	Substitution stuff	Total evaluation score		
		Substitution (%)		
		0	5	10
Flavor	Okara		28	20*
	O-tempeh	29	28	22*
Texture	Okara		15	13
	O-tempeh	17	18	17
Taste	Okara		12	9*
	O-tempeh	16	14	11
Overall	Okara		18	11*
	O-tempeh	22	17	14*

Twenty-four female students who served as panelists and graded items as: poor (-2), slightly poor (-1), ordinary (0), slightly good (1) and good (2). Data were analyzed for differences between the total evaluation scores using two-way analysis of variance. The statistical significance of difference was established by *F*-distribution table. \*Significant difference at  $p < 0.05$ .

Table 6. Dietary fiber content of pancakes made from partially substitution of okara and O-tempeh for wheat flours

Substitution (%)	Dietary fiber (%)					
	Okara			O-tempeh		
	Water soluble	Water insoluble	Total	Water soluble	Water insoluble	Total
0	0.5	0.6	1.1	0.5	0.6	1.1
5	0.5	2.1	2.6	0.8	1.8	2.6
10	0.6	3.5	4.1	1.0	3.0	4.0

たが、香りと総合評価の得点は対照パンケーキより低かった。O-テンペで小麦粉の5%を代替するとクラムの色調が少し赤くなったが (Table 4), 物性 (Table 3) と嗜好性に変化が無かったことから、O-テンペはパンケーキ素材として小麦粉の5%相当量まで活用できると思われる。

### 3) 食物繊維量への影響

おからやO-テンペで小麦粉の一部を代替したパンケーキの食物繊維量を測定した (Table 6)。薄力粉の5%相当量をおからやO-テンペで代替するとパンケーキの食物繊維量が2.4倍になった。

#### (2) コロッケ素材としての利用

##### 1) 嗜好性に及ぼす影響

水分含量をマッシュポテトと同率に調整したおからやO-テンペペーストでマッシュポテトの一部を代替

してコロッケを調製し、その嗜好性を調べ、総得点数を (Table 7) 示す。おからでマッシュポテトの40%を代替したコロッケは香り、味、総合評価の得点が対照コロッケより低かったが、O-テンペペーストで40%代替したコロッケは香り、味、食感のすべての得点において対照コロッケと有意の差が認められなかった。しかし、総合評価点は明らかに低かった。したがって、O-テンペペーストのコロッケ素材としての利用はマッシュポテトの30%までが限度と思われる。

##### 2) 食物繊維量への影響

おからやO-テンペを活用したコロッケの食物繊維量を測定した (Table 8)。おからやO-テンペペーストでマッシュポテトの30%を代替すると、食物繊維量が1.5倍に増加した。

以上の結果から、O-テンペペーストはパンケーキ

Table 7. Sensory evaluation scores of croquette made from partially substitution of okara and O-tempeh for mashed potato

Item	Substitution stuff	Total evaluation score			
		Substitution (%)			
		0	20	30	40
Flavor	Okara	21	18	15	11*
	O-tempeh		21	21	15
Texture	Okara	13	9	7	7
	O-tempeh		14	15	5
Taste	Okara	10	7	3	-4*
	Tempeh		7	2	1*
Overall	Okara	15	9	5*	-1*
	O-tempeh		14	9	2*

Twenty-two female students who served as panelists and graded items as: poor (-2), slightly poor (-1), ordinary (0), slightly good (1) and good (2). Data were analyzed for differences between the total evaluation scores using two-way analysis of variance. The statistical significance of difference was established by *F*-distribution table.

\*Significant difference at  $p < 0.05$ .

Table 8. Dietary fiber content of croquettes made from partially substitution of okara and O-tempeh for mashed potato

Substitution (%)	Dietary fiber (%)					
	Okara			O-tempeh		
	Water soluble	Water insoluble	Total	Water soluble	Water insoluble	Total
0	0.6	1.2	1.8	0.6	1.2	1.8
20	0.5	1.7	2.2	0.6	1.6	2.2
30	0.5	2.2	2.7	0.7	2.0	2.7

やコロッケ素材としておからより適性があり、食物繊維素材としても有用であることが認められた。

#### 4. 要 約

O-テンペ（テンペ菌で発酵させたおから）は機能性は高いが各種酵素が強く、利用面が限られている。O-テンペを機能性の高い高繊維性食品素材として活用範囲を拡大するため、おからやO-テンペペースト（酵素を加熱失活させ、搗り潰してペースト状にしたO-テンペ）を用い、パンケーキやコロッケ素材としての利用を検討した。おからやO-テンペペーストで薄力粉の10%を代替したパンケーキは体積、硬さや凝集性が対照パンケーキと差がなかった。しかし、おからで代替したパンケーキは、官能検査による香り、味、総合評価の得点が低く、O-テンペペーストで代替したパンケーキは香りと総合評価の得点が低かった。

薄力粉の5%をO-テンペペーストで代替したパンケーキの食物繊維量は対照パンケーキの2.4倍多かった。

マッシュポテトの30%をおからで代替したコロッケは官能検査による総合評価得点が低かったが、O-テンペペーストで30%代替したコロッケでは総合評価得点が対照コロッケと差がなく、食物繊維量が1.5倍多かった。これらの結果から、加熱してペースト状にしたO-テンペペーストはおからより食品素材として優れており、パンケーキ素材として薄力粉の5%まで、コロッケ素材としてマッシュポテトの30%までの利用が可能であろう。また、O-テンペは高食物繊維素材としても優れていることが確認された。

本研究を実施するにあたり、実験にご協力いただきました安野恵美氏と山口絹世氏に深く感謝します。

引用文献

- 1) 池上幸江：日本人の食物繊維摂取量の変遷，日本食物繊維研究会誌，**1**，3-12（1997）
- 2) 科学技術庁資源調査会：『五訂食品成分表 2005』，女子栄養大学出版部，69（2005）
- 3) 松尾真砂子：テンペ菌培養おからの組織・成分・物理化学的性質の変化，栄食誌，**42**，173-178（1989）
- 4) 松尾真砂子：ラットにおけるおからテンペのタンパク質の消化性，食科工，**43**，1059-1062（1996）
- 5) Matsuo, M., and Hitomi, E.: Suppression of Plasma Cholesterol Elevation by Okara Tempe in Rats, *Biosci. Biotech. Biochem.*, **57**, 1188-1190（1993）
- 6) 松尾真砂子：酸化油を摂取したラットにおける新食品素材おからテンペの生体内抗酸化作用，農化，**69**，169-171（1995）
- 7) 松尾真砂子：おからテンペの性質に及ぼす米糠の影響，農化，**64**，1237-1239（1990）
- 8) 松尾真砂子，湯本淑子：おから製テンペを利用した高繊維ビスケットの試作，栄食誌，**42**，385-389（1989）
- 9) 松尾真砂子：新高繊維食品素材“おからテンペ”のハンバーグとカップケーキへの活用，栄食誌，**48**，141-145（1995）
- 10) Prosky, L., Asp, N. G., Schweizer, T. F., DeVries, J. W., and Furda, I.: Determination of Insoluble, Soluble, and Total Dietary Fiber in Foods and Food Products, Interlaboratory Study, *J. Assoc. Off Anal. Chem.*, **71**, 1017-1023（1988）
- 11) 松尾真砂子：新高繊維食品素材おからテンペの食物繊維の資化性と特性，農化，**69**，163-167（1995）