

## おからのレトルト処理による微粒子化

釘宮正往・平田健\*

### 緒言

おからは、豆腐、油揚げ、凍り豆腐、湯葉などわが国の伝統的大豆食品を製造する際に、また新しくは、豆乳、豆乳飲料、分離大豆タンパク質などを製造する際に大量に産出される副産物である。おからは、重量で原料大豆の約1.3~1.5倍産出され<sup>1~3)</sup>、わが国の年間産出量は約70~80万トンとされている<sup>4~6)</sup>。そのごく一部が飼料、肥料として、またほんの一部が食品として利用されているにすぎない。大部分が廃棄されており、有効に利用されているとは言えない。

おからは、タンパク質、食物繊維、無機質(カルシウム、マグネシウムなど)、ビタミン(K、B<sub>1</sub>など)を豊富に含み、各種の機能性成分を含んでおり<sup>7, 8)</sup>、健康の維持・増進に役立つ、優れた食品の一つである。食品として有効に利用されていない理由の一つとして、口に入れたときの食感の問題が考えられる。おからの粒子が大きいために、「ざらつく」、「ばさつく」といった問題である。これは微粒子化することで解決できると考えられる。

おからの食感を改善するために、粉碎法<sup>6)</sup>、酵素法<sup>9)</sup>、酸・アルカリ法<sup>10)</sup>などを用いた微粒子化(ペースト化)方法が検討されている。また、微粒子化おから(おからペースト)の各種食品への添加試験も行われている。しかし、未だ必ずしも有効に利用されているとは言えない。そこで、大量処理を目的に、加圧加熱処理、レトルト処理の有効性について検討し、おからペーストの利用についても検討した。

### 実験方法

#### 1. 試料

おから試料は、広島市内の豆腐製造会社2社から入手し、冷凍保存し、使用前に解凍して用いた。ただし、圧力鍋を用いて加熱温度、加熱時間を検討するために用いた試料と、レトルト処理に用いた試料はそれぞれ異なる会社から入手したものである。

#### 2. 微粒子化条件の検討方法

##### 1) 加熱温度の影響の検討方法

微粒子化に及ぼす加熱温度および加熱時間の影響を調べるために、次の方法を用いた。すなわち、113℃および120℃での検討には関西軽金属工業(株)製の圧力鍋、128℃での検討にはアサヒ軽金属工業(株)製の圧力鍋をそれぞれ用いた。まず、おから1gを小型のフタ付サンプルビンに入れ、これに3mlの水を加え、パッキンを付けて、フタをし、軽く振り混ぜた。つぎに、これを所定の温度で所

\*広島県立食品工業技術センター(広島市南区比治山本町12-70)

定の時間加熱した。冷却後、下記の方法で微粒子化割合を測定した。なお、加熱、冷却後の粉碎処理は、マルチブレンダーミル〔株日本精機製作所製〕を用いて、10,000 rpm で、1 分間行った。

## 2) レトルト処理の方法

レトルト処理は、(株)サンプラス製の加圧熱水調理殺菌試験器 (TOC-500型回転式) を用いて120℃で行った。処理時間、加水量の影響を検討する場合、レトルトパウチにおから50 g を入れ、加水しないものと、重量でおからの1～4倍量の水を加えたものをそれぞれ調製し、できるだけパウチ内の空気を押し出して密閉し、十分に攪拌した。これらを用いて、120℃に達してから所定の時間レトルト処理を行った。冷却後、下記の方法で微粒子化割合を測定した。

なお、大量処理の場合は、検討結果を踏まえて、加水量2倍、処理時間30分、粉碎処理を行う方法で、上記のレトルトパウチ32袋 (加水おから4.8 kg) を同時にレトルト処理した。

## 3. 微粒子化割合の測定方法

微粒子化割合は、既報の方法<sup>10)</sup> に従って測定した。すなわち、おから1 g または1 g 相当量を用いて、ガラスろ過器 (ポアサイズ160～250  $\mu\text{m}$ ) でろ液の濁りがなくなるまで水を加え、ミクロスパーテルで攪拌しながら吸引ろ過を行った。十分に水切りした後、ろ過器上の残渣の重量を測定した。通過したものを微粒子化したものとみなし、未処理の生おから1 g で得られる残渣重量を基準として微粒子化割合 (%) を算出した。

## 4. 酸価および過酸化値の測定方法

脂質の酸価および過酸化値の測定は、おからおよびレトルトの最適条件で調製したおからペーストを用いて、次の方法で測定用試料を調製し、食品衛生検査指針に記載されている方法<sup>11)</sup> を用いて行った。すなわち、おからは250 g、おからペーストは凍結乾燥したもの70 g をそれぞれ用いて、精製エーテルで脂質を抽出し、無水硫酸ナトリウムで脱水した後、ロータリーエバポレーターを用いてエーテルを留去して得られた残留物をそのまま測定用試料として用いた。酸価は、フェノールフタレインを指示薬として、0.1N 水酸化カリウム・エタノール溶液で滴定して求めた。過酸化値は、ヨウ化カリウム溶液を加え、デンプン溶液を指示薬として、0.01N チオ硫酸ナトリウム溶液で滴定して求めた。なお、測定値は、いずれも3回の測定の平均値とした。

## 5. おからペースト入りモチの作り方

モチの試作は、電子レンジ専用の回転羽付き耐熱容器に、水洗して水切りしたもち米、おからペースト、水を入れ、電子レンジ〔家庭用、シャープ(株)会社、RE-LC3-C〕を用いて、マルチメニュー・モチ作りで約1時間半加熱して行った。

材料の配合割合は、もち米、おからペースト、水の重量で示すと、それぞれ、コントロールは340 g、0 g、250 g、おからペースト17%添加試料は320 g、102 g、168 g、35%添加試料は301 g、204 g、85 g、52%添加試料は281 g、306 g、3 gとした。なお、おからペースト17%、35%、52%添加試料は、生おからの添加割合に換算すると、それぞれ5.8%、11.5%、17.3%に相当する。

官能検査に用いたモチは、直径5 cm程度の円形に整形し、ラップで密閉して冷凍庫に保存した。官能検査の前日に冷蔵庫に移し、検査当日、オーブンレンジで約40秒間加熱して、官能検査用試料として用いた。

なお、モチ以外でもおからペースト添加食品を試作し、官能検査を実施したが、試作方法については省略した。

## 6. 官能検査方法

官能検査は、おからペースト入りモチの色、香り、硬さ、粘り、味、嗜好の6つの項目について、コントロールと比較して（コントロールの評点を0）、-2～+2の5段階で評価する評点法<sup>12)</sup>で行った。すなわち、コントロールに比べて、色、香り、味の項目は「悪い、やや悪い、やや良い、良い」、硬さの項目は「硬い、やや硬い、やや軟らかい、軟らかい」、粘りの項目は「弱い、やや弱い、やや強い、強い」、嗜好の項目は「嫌い、やや嫌い、やや好き、好き」という評価尺度を用いた。パネルは県立広島女子大学健康科学科4年生15名である。結果は一元配置による分散分析で処理し、観測された分散比がF境界値よりも大きい場合、有意水準5%で試料間に差があるとした。試料間に差がある場合、どの試料間に差があるかについても、有意水準5%でスチューデント化された範囲の表を用いて検定を行った。

## 実験結果および考察

### 1. 加熱温度、加熱時間、粉碎の影響

微粒子化に及ぼす加熱温度および加熱時間の影響を、粉碎処理の影響とあわせて検討した。その結果、Fig. 1に示したように、加熱温度が高いほど、粉碎処理の有無にかかわらず、より短時間で高い微粒子化割合が得られることがわかった。また、粉碎処理は微粒子化割合を高めるのに有効であることもわかった。しかし、128℃で処理した試料は、食したところ、渋味を呈した。従って、微粒子化割合が約90%以上を示した条件、すなわち、120℃で30分間加熱し、粉碎処理する条件を微粒子化に有効な条件とした。

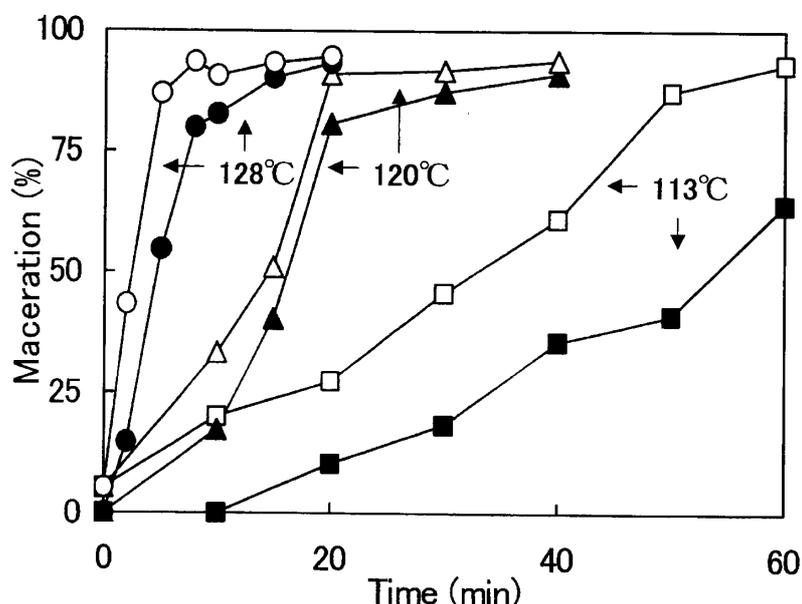


Fig.1. Effects of heating temperatures, heating times and the grinding treatment after heating on the maceration of Okara.

Okara 1g was added with water 3ml in a vial, sealed with a screw cap, heated at a temperature for specified times in the cookpot and cooled. Cooling was followed by grinding with a blender mill (○、△、□) or no grinding (●、▲、■). The degrees of maceration were plotted against the heating times. The heating temperatures were denoted by arrows in the figure.

## 2. レトルト処理時間、加水量の影響

レトルト処理における処理時間、加水量の影響を検討した。その結果、Table 1 に示したように、水を加えず、おからを直接処理すると、90%以上が微粒子化するには約1時間を要した。しかし、水を加えて処理すると、微粒子化に要する時間が短縮されることがわかった。官能検査の結果を考慮して、すなわち色、匂い、味、口当たりを考慮して、レトルト処理の最適条件としては、加水量2倍、処理時間30分、粉碎処理を行うこととした。

Table 1. Effects of the time of retorting treatment and the amount of water added to 50g of Okara on the percentage of maceration.

Water (ml)	Time (min)					(%)
	20	30	40	50	60	
0	24	21	27	45	95	
50	94	93	94	95	96	
100	85	95	95	94	96	
150	94	95	96	95	95	
200	70	91	96	94	94	

## 3. 大量処理

できるだけ大量のおからを処理することを目的に、1回のレトルト処理で、レトルトパウチ32袋分、加水おから4.8kgで検討した。処理後、無作為に4袋のパウチを選び、それぞれの微粒子化割合を求めた結果、どのパウチの微粒子化割合も90%以上であった。従って、加水量2倍、処理時間30分、粉碎処理を行うことによって、レトルト釜の位置に関係なく、大量のおからを均一に微粒子化させることが可能であることがわかった。

## 4. 酸価および過酸化値

おからおよびレトルト処理-粉碎処理によって調製したおからペーストに含まれる脂質の酸価および過酸化値を測定した。その結果、酸価および過酸化値はそれぞれ、おからでは1.79 mg/g、2.36 meq/kg、おからペーストでは2.23 mg/g、2.64 meq/kgであった。これらの値は、食品衛生法の油で処理した即席めん類成分規格「含有油脂の酸価が3以下または過酸化値が30以下」などに照らして、基準以下であった。従って、レトルト処理によって、品質の劣化、特に脂質の変敗が促進する度合は非常に少ないと考えられる。なお、おからペーストを長期間保存した時の品質変化については今後の検討課題である。

## 5. おからペースト入りモチの試作と官能評価

無添加のコントロール、添加割合17%、35%、52%のおからペースト入りモチの4試料を用いて、官能検査を行った。その結果（評価の平均値をカッコ内に添加割合17%、35%、52%の順に示した）、色（-0.4、-1.2、-1.6）については、有意水準5%で試料間に差があり、おからペーストの添加割合が多いほど色が茶色っぽくなる傾向があった。色について各試料間の有意差検定を行ったところ、コントロールと17%添加試料、および35%添加試料と52%添加試料の試料間を除く試料間では、有意水準5%で差があった。粘り（0.2、-0.3、-0.9）についても、試料間に有意差が認められ、おからペーストの添加割合が多いほど、粘りは弱くなる傾向がみられた。粘りについて各試料間の有意差検定を行った結果、17%添加試料と52%添加試料の間で有意差が認められ、その他の試料間では差が認められなかった。一方、味（0.1、0.1、0.2）、香り（-0.3、-0.2、-0.3）、硬さ（0.7、0.4、0.9）、

嗜好 (0.6、0.3、0.0) の項目では試料間に有意差が認められなかった。また、観察の結果、コントロールは放置時間が長くなると表面が乾いて硬くなったが、おからペースト入りは軟らかいままであった。

色や粘りの評価に関連して、「色はあまり気にならない」、「粘りが弱いため歯にくっつきにくく食べやすい」などのコメントが多くあったことから、必ずしもおからペースト添加はデメリットにはならないのではないかと考えられる。

以上の結果から、モチに適量のおからペースト (添加割合17~52%、生おから添加割合6~17%に相当) を添加しても差し支えないのではないかと推測した。おからペースト添加によって、モチの栄養的価値の改善に資するだけでなく、モチの粘りが弱くなり、食べやすくなることの利点を活用できるのではないかと考えられる。

なお、同様の方法で、いくつかのおからペースト添加食品を試作し、官能検査を行った結果、ムースやシフォンケーキの場合、添加割合を少なくすればコントロールよりも有意に優れていた。シュークリーム、クッキー、豆腐、お好み焼き、コーンポタージュ、うどん、白玉団子、クリームシチューなどは添加割合を適当に選べばコントロールと有意差が認められなかった。また、マヨネーズ、お好みソース、ケチャップなどのソース類への添加もコントロールとの有意差が認められなかった。一方、コーンポタージュ、ムース、白玉団子は添加割合が多くなると有意に劣り、また、食パン、パウンドケーキ、ハンバーグなどへの添加については添加割合についての検討が必要と考えられた。

今後は、すでに報告されている添加試験の結果<sup>6, 9)</sup>を踏まえて、その有効性についてさらに検討する必要がある。

## 要 約

おからの食感を改善する目的で、おからの微粒子化に及ぼす圧力鍋を用いた加熱条件およびレトルト釜を用いた処理条件の影響について検討した。その結果、加熱条件として、おから1gに水3mlを添加した場合、120℃で30分間加熱し、さらに粉碎処理を行う方法が微粒子化に有効であることがわかった。また、おから50gと水100mlをレトルトパウチに入れ、120℃で30分間レトルト処理し、冷却後、粉碎処理を行う方法が微粒子化に有効であることがわかった。このレトルト処理方法は、おからの大量処理 (おから50gと水100mlを入れたレトルトパウチの32袋を一回に処理) にも有効であった。そこで、レトルト処理-粉碎処理して得られたおからペーストのモチへの添加試験を行い、官能検査を行った結果、モチに適量のおからペースト (おからペースト添加割合17~52%、生おから添加割合6~17%に相当) を添加しても差し支えないのではないかと推測された。

## 文 献

- 1) 渡辺篤二、青木宏：豆腐およびその加工品。「食料工業」、藤巻正生、三浦洋、大塚謙一、河端俊治、木村進編集、pp.263-289 (1985)、恒星社厚生閣 (東京)。
- 2) 海老根英雄：大豆およびその加工品。「食品の貯蔵と加工」、木村進、福場博保、三浦洋編、pp.105-120 (1976)、同文書院 (東京)。
- 3) 橋詰和宗：「新版食品工業総合事典」、日本食品工業学会編、pp.181 (1993)、光琳 (東京)。
- 4) 本間正：おからをとりまく諸問題の克服。食品開発、19(8)、19-22 (1984)。
- 5) 鎌田栄基：食品原料あるいは飼料としてのオカラ (上)。食品工業、43(20)、51-56 (2000)。
- 6) 町田芳郎：「オカラ」の機能的食物繊維資源の加工食品開発新軌道。食品と科学、31(10)、102-

105 (1989).

- 7) 「100 kcal/100 g 日本食品成分表—五訂日本食品標準成分表準拠—」、pp.54 (2000)、建帛社 (東京).
- 8) 松本仁、森川謙二、荒又陽子、金井好男、古川勇次、駒井三千夫、伊藤道子、磯辺明彦：オカラの食品への有効利用—東洋医学的思想に基づいた利用—. *New Food Industry*、42(11)、36-48 (2000).
- 9) 関口良治：豆類種皮の有効利用. *食品と科学*、29(10)、102-105 (1987).
- 10) 釘宮正往：酸・アルカリ処理によるおから食物繊維の微粒子化. *日食工誌*、42、273-278 (1995).
- 11) 「食品衛生検査指針 理化学編」、厚生省生活衛生局監修、pp.279-283 (1991)、社団法人日本食品衛生協会 (東京).
- 12) 古川秀子：官能検査の方法および解析法. 「おいしさを測る 食品官能検査の実際」、pp.19-66 (1994)、幸書房 (東京).

Abstract

Maceration of Okara by Successive Retorting and Grinding

Masayuki KUGIMIYA and Takeshi HIRATA\*

Hiroshima Prefectural Women's University, Hiroshima

\*Hiroshima Prefectural Food Technology Research Center, Hiroshima

To improve the texture of Okara, a by-product of tofu manufacturing, the effects of heating in a pressure cooker and retort on the maceration of Okara were examined. First, Okara (1g) and water (3ml) were added to a vial, which was then sealed with a screw cap and heated at 113, 120 or 128°C for specified times in the cooker. Heating at 120°C for 30min and then grinding with a blender mill were found to be effective for the maceration of Okara. Next, Okara (50g) and water (100ml) were placed in a retortable pouch, which was then sealed and retorted at 120°C for specified times. Retorting for 30min followed by grinding was found to be effective for macerating. Thirty-two pouches were effectively retorted in one cycle. Mochi, rice cakes, containing macerated Okara (Okara paste) at 17, 35 and 52% of the whole weight were prepared on an experimental basis. A sensory evaluation test confirmed Mochi containing Okara paste to be acceptable.