

おからの食品加工素材化及び乾燥粉末を使用した各種食品の試作

遠山 良*、笹島 正彦*、荒川 善行*

おからは水分含量が約80%前後あり、栄養成分も残存しているために保存性が悪いことが食品副原料としての用途開発をする上での障害となっている。本研究では、おからの保存性を向上させる手段として、凍結乾燥器や攪拌加熱式乾燥機（オカドラサイクロン）を使用しておからを乾燥する方法について検討した。また、得られた乾燥おからの粉碎方法やセルラーゼやペクチン溶解剤によるおからの可溶化についても検討した。更に、乾燥粉末を使用して、パン、麺、ゼリー、グミを試作し、おからを使用する際の問題点について調べた。

キーワード：おから、凍結乾燥、攪拌加熱式乾燥機、セルラーゼ、ペクチン、食品加工

Studies in the Pre-treating Methods of *Tofu*-refuse and Trial Manufacture of Some Kinds of Foods

TOYAMA Ryo, SASAJIMA Masahiko and ARAKAWA Yoshiyuki

It is an obstacle when we use the *tofu*-refuse as an ingredient for foods that *tofu*-refuse can rot easily because of that has moisture up to 80% and also has much nutritious substances. We investigated for the drying process of *tofu*-refuse, using freeze-drier and mixing-heat-drier (okadora cyclone) for the preservation. And the method of milling process and dissolving process of dried powder of *tofu*-refuse, using cellulase or chemicals, are investigated. And we also researched the problems for the manufacturing process of bread, noodles, jelly, gumdrop when we use the *tofu*-refuse for the ingredient of foods.

key words : *tofu*-refuse, freeze-drying, mixing-heat-drying, cellulase, pectin, food processing

1 緒 言

おからは全国で毎年約 70 万トン排出され¹⁾、その利用技術開発が望まれている。岩手県の盛岡市は豆腐消費量が全国一であり、おから排出量も多いと推定される。現在のおからの用途は飼料用、肥料用が大部分であり、食品への利用は僅か 4%といわれる。一方、おからはタンパク質や脂質を含むほか、繊維分を多量に含むことなどから、近年の食生活の欧米化などによる成人病の増加に対して、コレステロール低下や発ガン抑止効果などがあるといわれる。このようにおからは、栄養学的にも廃棄物ではなく、食品としての利用価値を十分に持っている。しかし、現状ではおからの食品への用途開発は十分とはいえない。その大きな原因は、おからが80%前後の水分を含み栄養成分にも富むことから保存性が悪く、取り扱いも容易でないことに原因の1つがある。食品業界での利用を図るためには、まず第1におからを低コストで取り扱いを容易とすることが重要である。第2にその素材を用いた具体的食品への応用化研究を推進する必要がある。

本研究ではその手始めとして、まず最初におからの保

存性を向上させる手段として、凍結乾燥や攪拌加熱式乾燥機（オカドラサイクロン SD500, (株)オカドラ）による乾燥方法について検討するとともに、粉碎方法についても検討した。さらに、おからをペースト状にすることにより食品原料としての利用向上をねらいとして、セルラーゼによる溶解、ペクチン溶解用薬剤による処理についても検討した。また、おからの乾燥粉末を用いてパン、麺、ゼリー、グミの試作を行い、それらの食品におからを使用する際の問題点を検討した。

2 実験方法

2-1 乾燥及び粉碎

おからの乾燥は凍結乾燥器（RLE103, (株)共和真空）と攪拌加熱式乾燥機を使用し。凍結乾燥は最終温度 40℃に設定した。粉碎にはマスコロイダー（MIKZA6-5LDR, 増幸産業(株)）、高速粉碎機（HS-10, (株)名濃）を使用した。高速粉碎機で用いた篩は、凍結乾燥おからでは 100 μ、攪拌加熱式乾燥機を使用して乾燥したおからでは 200 μを用いた。

2-2 セルラーゼ消化率

酵素はセルラーゼ”オノズカ”3S(ヤクルト薬品工業(株))、セルラーゼY-NC(ヤクルト薬品工業(株))、セルクラスト(ノボルディスク)の3種類用いた。指摘 pH はそれぞれ 4(3~6)、4(3~6)、4.5~6 であり、至適温度はそれぞれ 55℃(40~60℃)、60℃(40~60℃)、50~60℃である。1g のおから粉末を試験管にとり、オノズカ、Y-NC は 0.5%、セルクラストは 0.25%クエン酸 9ml を入れて 55℃ 24 時間反応後、反応液をガラス濾過器 3G3 で濾過し 130℃ 2 時間乾燥後の乾物重量から消化率を算出した。

2-3 ペクチン溶解剤による溶出

ペクチン溶解剤として 0.1N 塩酸、0.5% シュウ酸アンモニウム、0.5 または 1% クエン酸を用いた。乾燥おからを 1g 試験管に採取し、9ml のペクチン溶解剤を入れ、121℃ 20 分間反応させた。ただし、シュウ酸アンモニウムについては 70℃ 2 時間反応させた試験区ももうけた。反応終了後、ガラス濾過器 3G3 で吸引ろ過し、130℃ 2 時間乾燥後の乾物重量から溶出率を算出した。

2-4 各種食品の試作

製パン試験は直捏法により行った。製麺試験はうどん、油圧法による冷麺、そうめん、中華麺を試作した。試験方法は小麦の品質評価法²⁾に準じた。ゼリー、グミ、の試作は(株)三晶のペクチン(ゲニューペクチン AS コンフュクショナルリー)を用い、(株)三晶提供の資料を参考に行った。

3 結果及び考察

3-1 乾燥及び粉碎

おから 10kg を凍結乾燥する場合、最終到達温度 40℃とした場合で、乾燥は4日間を要した。これはおからが断熱効果を持つために、棚を加熱しても、試料の厚さが厚い場合、熱がおからに伝わりにくいことが原因と考えられる。

攪拌加熱式乾燥機を使用した場合の乾燥曲線を図1に示す。25kg のおからを約2時間で 15%程度の水分まで乾燥できた。乾燥効率からは攪拌加熱式乾燥機の方が凍結乾燥より非常に優れているが、凍結乾燥した試料は全く着色しないのが攪拌加熱式乾燥機では 100℃程度に加熱して乾燥するためおからは黄色に着色する。

得られた乾燥物の粉碎にはマスコロイダーと高速粉碎機を試みたが、マスコロイダーは微粉碎するのに繰り返し粉碎しなければならず、効率が悪い。これに対して高速粉碎機は粉碎と同時に最小 100μm までの篩をセットすることにより、粉碎と同時に微粉化できるために、粉碎効率はマスコロイダーよりも優れていた。

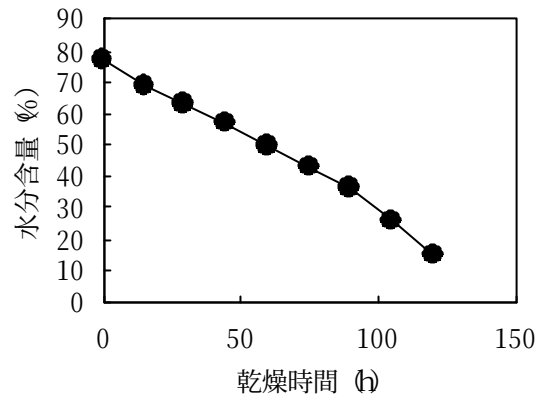


図1 攪拌加熱式乾燥機(オカドラサイクロン)によるおからの乾燥

3-2 セルラーゼ消化率

酵素処理に先立ち、おから溶液を酵素の最適 pH で反応させるために、添加するクエン酸溶液の濃度と 10%と 20%おからを分散させた場合の pH の変化を調べた結果を図2に示す。

図に示すように、クエン酸の濃度とおからの濃度により pH が異なっていたが、これはおからそのものが緩衝作用を持っていることを示している。この結果から、セルラーゼを作用させる際のクエン酸濃度を決定した。

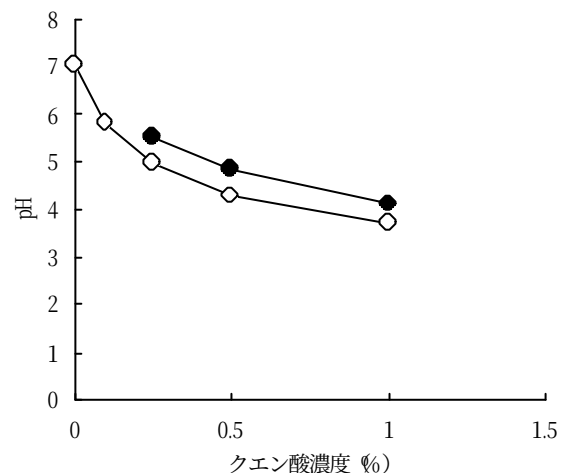


図2 おから及びクエン酸濃度とpH
—○— 10%おから —●— 20%おから

図3に凍結乾燥粉末を用いておからのセルラーゼによる消化率を調べた結果を示す。

Y-NC が最も酵素消化率が高いが、酵素濃度 0.1%で 24 時間の反応時間で 25%の消化率となる。反応終了後 Y-NC では若干着色が見られる。また、反応終了後もおからは粒子状態を維持しており完全に溶解することはない。

3-2 ペクチン溶解剤による溶出

ペクチン溶解剤により溶出試験を実施した結果を図4に示す。

おからの食品加工素材化及び乾燥粉末を使用した各種食品の試作

おからの乾燥方法に係わりなく、10 倍量の 0.1N 塩酸により加熱抽出した試料が最も抽出率が高い。クエン酸では対照とあまり差が無く、シュウ酸アンモニウム 70℃では対照よりも溶出率が悪い。塩酸で処理した場合にもおからが完全に溶解することは無い。

以上のように、おからの溶解方法についての試験では、セルラーゼにより最大で 25 %程度、塩酸処理により 35 %近くが溶出することが分かるが、いずれの処理によってもおからが外観上完全に溶解することではなく、かなりの部分が不溶性部分として残る。

今回は、おからに 30 %程度含まれるというペクチンの機能を利用することを考えて酵素についてはセルラー

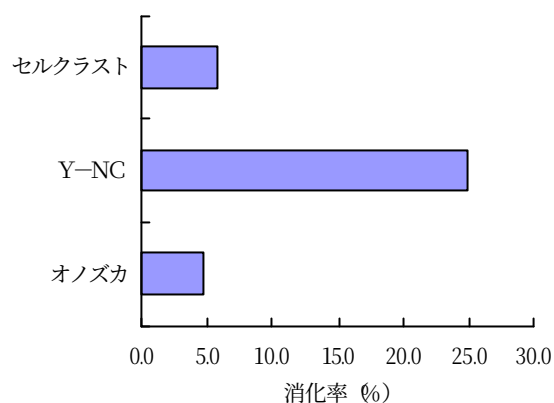


図3 セルラーゼ系酵素によるおからの消化率

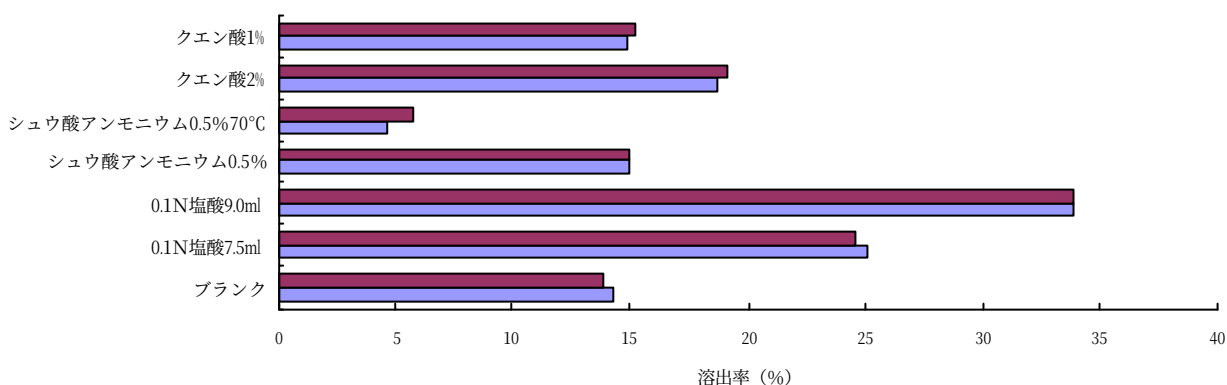


図4 各種ペクチン溶解剤によるおからの溶出

■ 凍結乾燥 ■ 撹拌加熱式乾燥機 (オカドラサイクロン)により乾燥

ゼのみを使用したおから、おからの粒子を完全に破壊し、食品素材として活用するためには、ペクチナーゼ、ヘミセルラーゼなどの酵素も使用して、おからの完全溶解についても試験してみる必要がある。

以下の試作試験ではセルラーゼ処理やペクチン溶解剤により処理したおからではなく、凍結乾燥または撹拌加熱式乾燥機により乾燥したおからを高速粉砕機により 100 μ以下に微粉砕したものを試料として試験した。

3-3 製パン試験

おからの添加量と加水量及びパンの比容積との関係を図5に示す。おからは非常に吸水性が高く、おからを使用した場合には添加量に応じ加水量をかなり大きくする必要がある。ちなみにおから添加量 5 %では加水量を 80 %、10 %添加では 92 %まで加水する必要がある。おから入りパンではそのように加水量を増やしてもおからの添加量を増加させるに拌ひ比容積は対照と比較して小さくなり、10 %添加では 3.6 となる。

そこで、おから添加に拌ひ比容積の減少を防止するためグルテンの添加について検討した。その結果を図6

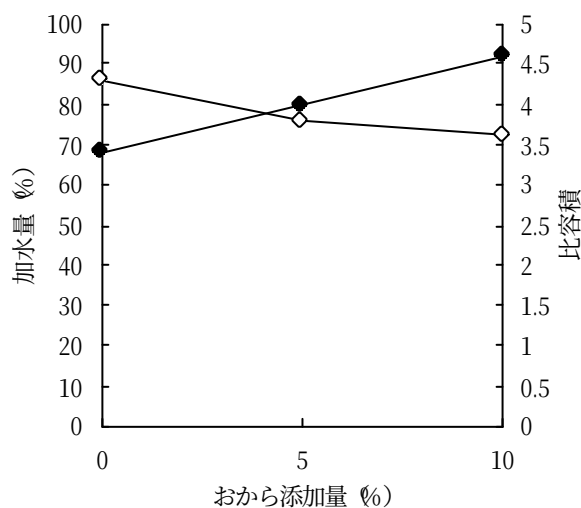


図5 おから添加量と加水量及び比容積との関係

● 加水量 ◇ 比容積

に示す。その結果グルテンを2～4%添加しても比容積の改善効果は見られない。この原因は加水量との関係で更に検討する必要がある。

3-4 製麺試験

凍結乾燥したおからを小麦粉に10%配合してうどんと中華麺、そうめん、冷麺を試作したが、うどんや冷麺はおからのざらつきが気になり好ましくなかった。中華麺、そうめんのように麺が細いものでは麺のざらつきやもそもそ感があまり気にならなくなり、配合方法や添加量の工夫によりより好ましい麺に改善できると考えられた。

3-5 のし梅風ゼリーとグミの試作

ゼリーとグミの試作配合表を表1、2に示す。おからを入れることにより、ざらつき感が残り改良の余地があるが、表に示した配合により、ゲル化が可能となる。

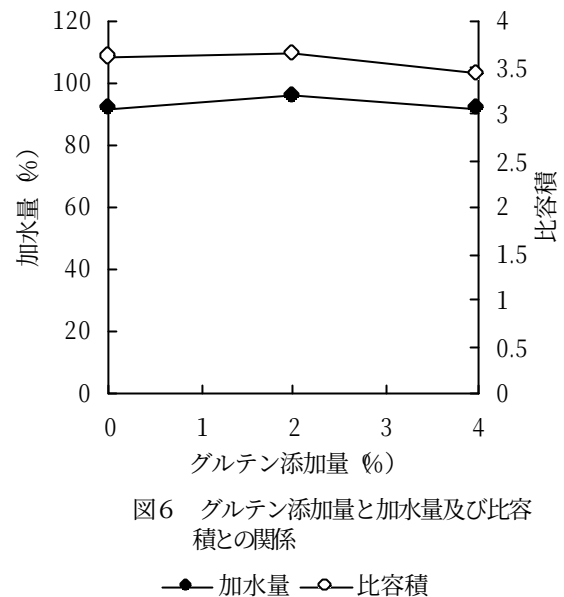


図6 グルテン添加量と加水量及び比容積との関係

表1 おから入りのし梅風ゼリーの試作配合表

添加順序	原 料	凍結乾燥器			攪拌加熱式乾燥機		
		試作1	試作2	試作3	試作1	試作2	試作3
A	水	35	35	35	35	35	35
	おから	5	5	5	5	5	5
	ケニューベクチンASコンフエクションナリー	3	3	2	3	2	1
	砂糖A	18	18	18	18	18	18
	10%クエン酸ナトリウム2水塩溶	2	2	2	2	2	2
B	砂糖B	50	50	40	50	50	50
	水飴(ss=8.5%)						
	50%クエン酸溶液	1.5	3	3	2	2	2
試作品の性状		ウロ状 硬いゼリー流動性有 硬いゼリー羊羹状 軟いゼリー					

表2 おから入りグミの試作配合表

添加順序	原 料	試験1	試験2
A	ケニューベクチンASコンフエクションナリー	0.4	0.4
	砂糖	2.5	2.5
	水	15	15
B	砂糖	30	30
	凍結乾燥おから	10	10
	スターチ	3	3
C	水あめ	0	28
D	ゼラチン(33.3%)	27	27
	クエン酸水溶液(50%W/V)	1.1	1.1
試作品の性状		やや軟 やや硬	

4 結 語

おからの乾燥方法、粉碎方法、溶解方法について検討し、乾燥後粉碎したおからを使用したパン、麺、ゼリー、グミを試作した。

(1) 凍結乾燥では非常にきれいな乾燥おからを得ることができるが、乾燥に4日間を要した。攪拌加熱式乾燥機(オカドラサイクロン)では25kgを2時間で水分含量15%程度まで乾燥できた。乾燥おからの粉碎は高速

粉碎機(HS-10, (株)名濃)により短時間で粒度のそろった粉碎が可能となる。

(2) セルラーゼによりおから粉は24時間で25%が可溶化する。ペクチン溶解剤のうち0.1N塩酸で35%近くが可溶化する。しかし、完全なおからの可溶化は困難であった。

(3) おからの乾燥粉末を10%使用して製パンした場合、92%まで加水する必要がある。その際の比容積は3.6となる。グルテンの使用による比容積の増加効果は認められない。

(4) おからを使用して製麺する場合、そうめんや中華麺のような細物が適していた。

(5) ペクチンを用いていくつかの食感の異なるおから入りゼリー、グミを試作した。

文 献

- 小出昭悟: PPM, 27(2), 74 (1996)
- 農林水産省食品総合研究所: 小麦の品質評価法, p.1(1985)