

湿熱処理による小豆あんの性状変化

丹羽昭夫*¹、中莖秀夫*²、鬼頭幸男*³、藤井正人*¹

Changes of Adzuki Bean Paste by Moist Heating

Akio NIWA, Hideo NAKAKUKI, Yukio KITO and Masato FUJII

Food Research Center, AITEC*^{1,3} Aichi Science and Technology Foundation*²

エリモショウズ、きたのおとめ、しゅまりの3種類の小豆から調製した生あんに湿熱処理を施し、未処理のものとの食物繊維の増加量、物理的性状の差異を分析した。湿熱処理により食物繊維が増加し、また色調、物性及び食感に変化が認められた。小豆から分離したでん粉も、湿熱処理により性状に変化が認められた。湿熱処理によってあんの機能性を高め、健康志向の強い消費者への利用を進められると考えられた。

1. はじめに

あん（餡）は我が国独特のものであり、和菓子には必須の素材として多種多様な菓子に利用されている。あんは数個から十数個のでん粉粒を含む子葉細胞が水の存在下で加熱されることで、細胞を結合している細胞間物質（ペクチン質）が可溶化し、細胞の形態を保ったままばらばらに分離した“あん粒子（またはあん細胞）”の集合体である。小豆あんは小豆の品種により、あん粒子の大きさが異なっていたり、加工処理によって色調が赤味を帯びるなど性状に変化が起きることが知られている。

現在小豆あんでは様々な機能性成分が確認されているが、その一つに難消化性でん粉（resistant starch）がある。難消化性でん粉は哺乳動物のアミラーゼでは消化されず、大腸で微生物によって分解され腸内細菌の栄養源となるため食物繊維と同様の効果が期待されている¹⁾。このようなアミラーゼ作用に抵抗性を示すでん粉の増加が認められる種々の物理的あるいは化学的処理のうち、これまででん粉の湿熱処理と凍結・融解がしばしば研究の対象となってきた。

湿熱処理はでん粉の糊化に必要な水分以下の含水量の状態ですら加熱すること²⁾で、これは未糊化の粒内ででん粉を老化させるような処理といえる。結晶図形が変わるほどの変化が起き、糊化温度も変化する。この変化は水素結合の状態が変わったことによると考えられているが、食品加工用には優れた方法である³⁾。小豆あんに加熱処理を行うことにより、食物繊維が増加することから⁴⁾、湿熱処理等で食物繊維が増えることが期待される。

そこで、本研究では小豆あんの物理的・化学的性状の差異を解析するとともに、小豆あんに湿熱処理を行い難

消化性でん粉の増加を検討した。難消化性でん粉は食物繊維として定量されるので、本研究では酵素 - 重量法で定量した食物繊維量をもって難消化性でん粉の増加を評価することにした。また、各種あんに対して色調、粒径の測定を行い品種による差、湿熱処理による差を評価した。更に、各種あんより練りあんに調製し、これについても同様の試験を行い、物性及び官能試験を行った。

2. 実験方法

2.1 試料

平成14年北海道立十勝農業試験場産の小豆3品種（エリモショウズ、きたのおとめ、しゅまり）を原料として、イワノヤ（株）にて生あんに調製した。これらを真空凍結乾燥機（RL-IONB、共和真空技術（株））で凍結乾燥した。乾燥後、ふるいにかけて30メッシュ以下の粉末として供試した。これらについて、水分、灰分、たんぱく質、でん粉及び食物繊維の定量、及び色調の分析を行った。なお、各成分の定量値は乾物換算したものを記述した。砂糖は伊藤忠精糖（株）製グラニュー糖を使用した。

2.2 湿熱処理あんの調製

各種凍結乾燥生あん約50gをシャーレにとり、予め105℃で余熱しておいたオートクレーブ装置（HA-300M、株平山製作所）に入れ、121℃で15分間湿熱処理を行った。その後、速やかに装置から取り出し、一晚放冷した（以後湿熱処理を行ったものを湿熱処理生あんとする）。これらについて水分、食物繊維の定量、色調の分析を行った。

2.3 練りあんの調製

各種凍結乾燥あんまたは湿熱処理あんと50%濃度の砂糖液を混合し、あんの固形分を23.75%、ショ糖を37.5

*1食品工業技術センター 加工技術室 *2（財）科学技術交流財団 プロジェクト推進課

*3食品工業技術センター 発酵技術室

%になるように調整してナイロンポリエチレンの袋に入れ均一化した。密封して100 の沸騰水中で30分間加熱した(以後凍結乾燥あんから調製したものを未処理練りあん、湿熱処理あんからのものを湿熱処理練りあんとする)。これらについて食物繊維の定量、物理的性状の解析(色調、粒径、物性)、官能検査を行った。

2.4 小豆からのでん粉の分離⁵⁾

エリモショウズ、きたのおとめ、しゅまりの小豆約50 gを適量の水で浸漬し、剥皮できる程度に小豆が軟化したら剥皮し、小豆に消泡剤と適量の水を加え、プロセスホモジナイザー((株)SMT)で磨砕した。30メッシュのふるいでこした後、60メッシュ及び200メッシュのふるいでこした。0.2% NaOH 溶液に分散させた後、でん粉を沈殿させ、上清を捨てた。この操作を5回行った。脱イオン水ででん粉を洗浄し、沈殿させた後、上清を捨てた。この操作を5回繰り返した。水100mlを加え、HClでpH5.0~6.0に調整した後、でん粉を沈殿させ、上清を捨てた。この後水洗を5回繰り返した。更にエタノールで3回、エーテルで2回脱水し、一晚室温で乾燥させた。分離したでん粉約5 gをアルミニウム製の秤量皿にとり、2.2と同様の方法で湿熱処理を行った。これらについて水分、食物繊維、ラビッドビスコアライザー(RVA)による糊化特性の解析及びX線回折を行った。

2.5 成分分析

水分は135 常圧恒量乾燥法、灰分は直接灰化法により測定し、たんぱく質はケルダール法により窒素換算係数6.25を乗じて算出した。でん粉含量はDMSO(ジメチルスルホオキシド)抽出-グルコースアミラーゼ-グルコースオキシダーゼ法⁶⁾、食物繊維は酵素重量法により測定した⁷⁾。

2.6 色調の測定⁸⁾

色調測定用の練りあんは凍結乾燥あんまたは湿熱処理あん8gと50%濃度のシヨ糖液32gをナイロンポリエチレンの袋に一緒に入れ、均一化した後、密封して沸騰水浴中で30分間加熱したものを使用した。凍結乾燥あんまたは湿熱処理あんと水を1:4で混合して生あんに戻した。これらのあんを適量セルに入れ、測色計(ND-80型,日本電色工業(株))で色調(明度L*,赤味度a*,黄味度b*)を測定した。各種8回の測定を行い、その平均値を求めた。

2.7 物性の測定(テクスチャー解析)⁸⁾

物性測定は各種練りあんを直径28.4mm、深さ16.0mmの容器に入れ、レオナー(RE3305、(株)山電)に2kg測定用ロードセルを装備して測定した。直径8mmの円柱状プランジャーを用いて、圧縮速度5mm/sec、歪率50%、温度23 で垂直に2度圧縮し、硬さ応力、凝集性、

及び付着性を測定した。1つの試料につき20回の測定を行い、その平均値と標準偏差を求めた。

2.8 小豆練りあんの官能検査⁹⁾

湿熱処理練りあんと未処理練りあんについて2点比較法で行った。19人のパネルに対してこの練りあんの官能検査を行った。湿熱処理練りあんと未処理練りあんのうち、色、味・香り、食感についてより好ましいものを選択した。この結果について官能検査ハンドブックの2点比較法(両側検定)検定表で評価を行った。

2.9 湿熱処理でん粉の食物繊維⁷⁾

小豆より分離したでん粉を121 で湿熱処理をしたものを2.5と同様の方法で行った。

2.10 でん粉のRVAによる糊化特性の解析⁸⁾

専用アルミ缶に各種試料2g(乾物換算)を取り、これに水を加えて28gとし、専用パドルとともにRVAに装着した。試料を十分に分散させるために960rpmで10秒回転した後、回転数を160rpmとして攪拌粘度を連続して測定した。温度は測定開始から1分後まで35 とし、35 から95 まで5分4秒で昇温させ、95 で2分30秒間保持した後、3分48秒で50 まで冷却した。その後測定終了まで1分24秒間50 に保持した。

2.11 でん粉のX線回折¹⁰⁾

各種試料を水平ゴニオメーターに平らになるように乗せ、X線回折装置(ガイガーフレックスRAD C,(株)リガク)で測定した。測定条件はX線源:Cu-K 線、X線電圧:40kV、X線管電流:40mA、走査速度:2°/min、サンプリング角度間隔:0.02°とした。

3. 実験結果及び考察

3.1 灰分、たんぱく質、でん粉の定量

各種あんの成分分析結果を表1に示した。これらの成分に関しては、エリモショウズ、きたのおとめの2つ間に大きな差は見られなかった。しゅまりは他の2つに比べてたんぱく質がやや多かった。たんぱく質以外には特に大きな差は見られなかった。

3.2 食物繊維の定量

121、15分湿熱処理あんの結果を図1に、練りあんの結果を図2に示した。121、15分の湿熱処理を施すと食物繊維がエリモショウズで56.9%、きたのおとめで

表1 各種あんの成分(乾物換算)

	たんぱく質	でん粉	灰分	食物繊維
エリモショウズ	25.9	58.5	0.84	15.5
きたのおとめ	25.9	58.8	0.88	14.1
しゅまり	28.4	58.1	0.84	11.6

53.8%、しゅまりで38.9%と未処理のエリモショウズ20.5%、きたのおとめ22.0%、しゅまり14.6%と比べて大幅に増加した。練りあんにすると湿熱処理したエリモショウズで23.7%、きたのおとめで31.7%、しゅまりで18.6%と、未処理のエリモショウズ17.0%、きたのおとめ20.7%、しゅまり16.1%と比べ、湿熱処理ありと未処理のものの食物繊維量の差が小さくなった。これは湿熱処理によってでん粉が糊化されにくくなったものが、練りあんにする時に水と加熱されてでん粉の糊化が進んだためと考えられた。

3.3 色調の測定

生あんの色調は、表2に示した様にきたのおとめが他の2つと比べ赤味度が高く、しゅまりが明度が高く、色が薄かった。湿熱処理を施すことで全体に赤味度・黄味度が高くなる傾向にあった。これはメイラード反応による着色と思われた。ただし、未処理と同じくきたのおとめが赤味度が高く、しゅまりが明度が高く、色が薄い傾向があり、品種の持つ特徴は維持されていた。練りあんでも表3のように湿熱処理を施すことで赤味度・黄味度が高くなる傾向にあったが、生あんと同じく品種の持つ特徴は維持されていた。

3.4 物性の測定（テクスチャー解析）

テクスチャー解析の結果を表4に示した。硬さはエリモショウズとしゅまりの湿熱処理練りあんが未処理練りあんに比べて硬さ応力が上がり、エリモショウズでは

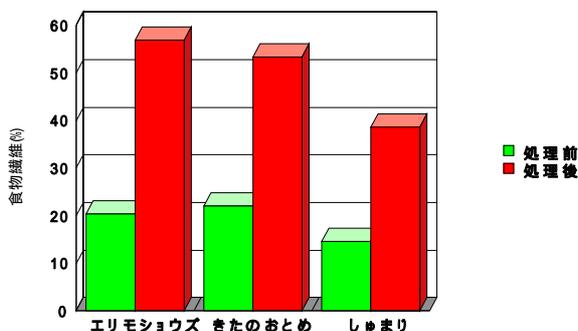


図1 各種あんの食物繊維（乾物換算）

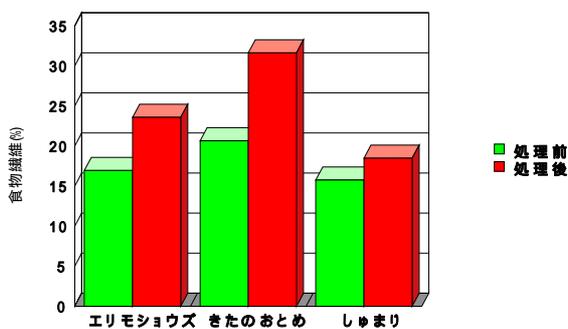


図2 各種練りあんの食物繊維（乾物換算）

表2 各種生あんの色調

湿熱処理の有無	L*		a*		b*	
	無	有	無	有	無	有
エリモショウズ	39.5	32.9	9.2	13.4	4.1	11.4
きたのおとめ	38.6	32.5	10.2	14.7	3.9	12.5
しゅまり	41.6	34.7	7.7	12.6	2.0	10.9

表3 各種練りあんの色調

湿熱処理の有無	L*		a*		b*	
	無	有	無	有	無	有
エリモショウズ	17.9	14.6	11.7	12.6	6.2	8.0
きたのおとめ	17.9	11.7	13.1	13.8	5.9	9.9
しゅまり	19.6	14.6	10.2	11.8	5.1	8.1

0.1%、しゅまりでは5%の危険率で有意差がみられた。しゅまりは他の品種に比べて硬さが高くなる傾向が見られた。凝集性、付着性はいずれの品種においても、湿熱処理練りあんの方が未処理練りあんに比べて低くなった。凝集性はきたのおとめが0.1%、しゅまりが5%の危険率で有意差が見られた。付着性はエリモショウズ、きたのおとめ、しゅまりの全てで0.1%の危険率で有意差が見られた。

3.5 官能試験

官能検査の結果を表5に示した。色調はしゅまり及び3品種合計で0.1%の危険率で湿熱処理したものが好まれ、エリモショウズ、きたのおとめも湿熱処理したものを好む人が多かった。これはパネラーに中部地方の人が多く、この地方では赤色系のあんが好まれるためと考えられた。一方、食感ではいずれの品種も湿熱処理したものを好まない人が多かったが品種ごとでは有意差がなく、3品種合計で5%の危険率で有意差が認められた。これは凝集性と付着性が低下したことと関連があると考えられた。3品種の中ではしゅまりが食感において差が

表4 各種練りあんの物性

		未処理あん	湿熱処理あん
硬さ応力 (N/m ²)	エリモショウズ	35100 ± 6000	46500 ± 7300*
	きたのおとめ	49200 ± 4400	48200 ± 4600
	しゅまり	50900 ± 3700	57200 ± 7000**
凝集性	エリモショウズ	0.400 ± 0.128	0.352 ± 0.082
	きたのおとめ	0.505 ± 0.031	0.405 ± 0.030**
	しゅまり	0.375 ± 0.095	0.305 ± 0.116*
付着性 (J/m ³)	エリモショウズ	6340 ± 720	4690 ± 520**
	きたのおとめ	7500 ± 570	4300 ± 410**
	しゅまり	7760 ± 590	4930 ± 690**

* 危険率5%で有意差あり、** 危険率0.1%で有意差あり

表5 練りあんの官能試験(2点比較法、n=19)

	色		味・香り		食感	
	無	有	無	有	無	有
湿熱処理の有無						
エリモショウズ	7	12	13	6	12	5*
きたのおとめ	5	14	12	7	14	5
しゅまり	2	17	6	13	10	8*

* 無効回答あり

小さかった。これはしゅまりが食物繊維量の増加が少なかったこと、すなわち糊化でん粉量が多かったことが要因と考えられた。

3.6 小豆でん粉の分析

小豆より分離したでん粉のラピッドビスコアアナライザーによる糊化特性は、湿熱処理を施すといずれも糊化温度が未処理の約72 から約89 に上がり、最高粘度が大幅に低くなった。X線回折では湿熱処理によりA図形に近い図形となった。湿熱処理を施しても食物繊維の増加はほとんど認められなかった。食物繊維量の増加には、単いでん粉単独の作用だけでなく、たんぱく質との相互作用が関係していると考えられた。

4. 結び

小豆あんは小豆の品種によってその性状に差異があり、加工処理を行うことにより性状が変化する。今回あんの湿熱処理により食物繊維量を増加したことは、あんの機能性を高め、健康志向の強い消費者への利用を進める上で大きな進歩であると考えられる。食感の面で若干問題が残ったが、その原因としてはあん中の糊化でん粉の減少が考えられるため、食感向上のためにでん粉等の添加が必要と考えられた。このことはまたあん粒子が崩壊しにくいことを示すと考えられ、加熱や攪拌にも強いことが推定された。また今回の試料ではしゅまりが食物繊維量の増加が少ないなど特異な点が認められたためこの点の更なる解析を進めたい。

文献

- 1) 本多千代, 難波豊彦, 浅岡修: 食品衛生雑誌, **33**, 46 (1992)
- 2) 小林恒夫: 澱粉科学, **40**, 285 (1993)
- 3) 貝沼圭二: 澱粉科学ハンドブック, 中村道徳, 鈴木繁男編, P534 (1997), 朝倉書店
- 4) 佐々木香子, 清水英樹, 大庭潔: 北海道立十勝圏地域食品加工技術センター平成11年度事業報告, 16 (1999)
- 5) 川村信一郎: 澱粉科学実験法, 中村道徳, 鈴木繁男編, P18(1979), 朝倉書店
- 6) 佐々木堯: 澱粉科学実験法, 中村道徳, 鈴木繁男編, P6 (1979), 朝倉書店
- 7) 日本薬学会: 衛生試験法・注解 1990, P294 (1990), 金原出版株式会社
- 8) 丹羽昭夫, 小早川和也, 永田美世, 村瀬誠: 愛知県食品工業技術センター年報, **42**, 22 (2001)
- 9) 山口静子: 官能検査ハンドブック, 日科技連官能検査委員会(編), P249(1979), 日科技連出版社
- 10) 丹羽昭夫, 小早川和也, 永田美世, 村瀬誠: 愛知県食品工業技術センター年報, **41**, 22 (2000)