

過熱水蒸気焼成あられの膨化要因の解析

丹羽昭夫*¹、本山 愛*²、中莖秀夫*³

Analysis of Swelling Factors on Rice Crackers Cooked by Super Heated Steam

Akio NIWA*¹, Ai MOTOYAMA*² and Hideo NAKAKUKI*³

Food Research Center, AITEC*^{1,3}

Chubu University, College of Bioscience and Biotechnology*²

あられの過熱水蒸気による焼成を行い、通常の熱風による焼成品との物理的・化学的性状の差異を解析した。過熱水蒸気による焼成品では水蒸気の凝縮が生地表面の硬化を抑制していること、水蒸気の凝縮を抑制することで通常品と同等のあられとなることを見出した。これらの結果は過熱水蒸気によるあられの製造を行うに当たり、製品を多様化するために重要な知見であると考えられる。

1. はじめに

近年、過熱水蒸気によって食品を加熱・乾燥する方法が実用化されつつある。過熱水蒸気は飽和水蒸気にさらに熱を加えたものであり、比較的簡易に作ることができる。熱風加熱に比べて熱効率が高く対流伝熱も早い、凝縮による急速な加熱が可能、無酸素状態に近いことから酸化が起こりにくいなどの特徴がある¹⁾ため、食品加工において非常に有効と考えられるが、まだ十分に利用法が確立されていない。そこで、もち米を用いてもち生地を調製し、過熱水蒸気焼成によるあられを製造して、通常の熱風での焼成との物理的・化学的性状の差異を解析した。さらに、凝縮を抑制する焼成についても検討を行った。

2. 実験方法

2.1 試料

市販のもち米を使用してあられ生地を調製した。もち米2.8kgを5℃で一夜浸漬し、水を切った後、ガス万能蒸し器（(株)荒畑製作所製）で50分蒸煮した。これを餅搗機べったん子V型（(株)小田商店製）で約2.5分ついた後、16 mmの深さの型に入れて5℃で3日間静置して硬化させた。これを10×10×16 mm角に切断し、水分が20.6%となるまで乾燥した。さらに必要に応じて加水、乾燥により水分を調整した。

2.2 あられの焼成及び比容積の測定

過熱水蒸気は過熱水蒸気処理装置 DHF Super-hi-5（第一高周波工業(株)製）を用いて生成した。焼成は内寸255×255×370 mmの過熱水蒸気処理装置処理室を用い、蒸気量5kg/hで行った。加熱空気での焼成（以後、

通常法と呼ぶ）は定温乾燥器 FS-620（(株)東洋製作所製）を用いて行った。焼成はともに全量100gの生地を用い、庫内温度170℃または230℃で行った。試料温度の測定はK熱電対を使用して行った。焼成は試料温度が160℃に到達した時点で終了とし、試料投入から終了までの時間を焼成時間とした。あられの比容積は菜種法により体積を測定し、試料1gあたりの体積として表した²⁾。

2.3 予熱した生地の過熱水蒸気による焼成

生地表面への水蒸気の凝縮があられ焼成に及ぼす影響について調べるため、生地を予熱して凝縮を抑制した条件での焼成を行った。生地の予熱は水分20.6%の生地をポリエチレン袋に密閉し、密閉状態で100℃で30分加熱して行った。その後袋より生地を取りだし、直ちに230℃で過熱水蒸気による焼成を行った。この予熱後焼成品と同水分量の生地の230℃過熱水蒸気焼成品（予熱なし）との比較を行った。

2.4 あられの組織構造の観察

焼成したあられを室温でn-ブタノールに浸漬し、デシケーターを用いて脱気した。このあられを70℃で溶融したパラフィン中に移し、真空定温乾燥機 DP33（(株)ヤマト科学製）で70℃、5分脱気後1時間静置した。このあられを70℃で溶融した新たなパラフィン中に移し、同様の操作をさらに2回繰り返した後そのまま静置して硬化させた。パラフィン包埋したあられを切り出し、ミクロトーム（(株)ファインテック製）のステージにのせた。この状態でステージを加熱してステージ面に接するパラフィンを溶解させ、これを冷却して溶解したパラフィンを硬化させることでステージ上に固定した。これをミクロトームで長軸に対して垂直に切断した。あられの切断

*1 食品工業技術センター 加工技術室（現尾張繊維技術センター 応用技術室） *2 中部大学 応用生物学部

*3 食品工業技術センター 加工技術室（現食品工業技術センター 発酵技術室）

面をヨウ素液で着色し、エタノールで洗浄した。放置により、エタノールを蒸発させて乾燥後、スキャナーで撮影した。

3. 実験結果及び考察

3.1 あられの比容積

表1に焼成法及び焼成温度を変えて焼成したあられの比容積を示した。あられの比容積は、過熱水蒸気焼成品が通常法焼成品よりも大きく、庫内温度 170℃よりも 230℃によるものがより大きくなった。また、生地水分を変えて過熱水蒸気焼成品の比容積を比較したところ、**表2**に示したように、生地水分が多いほど比容積が高くなる傾向があった。これらの傾向は前報の結果と一致した³⁾。

表1 過熱水蒸気焼成あられと通常法あられの比容積

焼成法 (温度℃)	比容積 (ml/g)
過熱水蒸気焼成 (230)	3.45
通常法焼成 (230)	1.85
過熱水蒸気焼成 (170)	2.84
通常法焼成 (170)	1.26

(生地水分：20.6%)

表2 生地水分とあられの比容積との関係

生地水分 (%)	比容積 (ml/g)
16	2.89
20	3.45
23	3.78
26	5.09

(焼成法：過熱水蒸気焼成、焼成温度：230℃)

3.2 生地予熱の影響

表3に過熱水蒸気焼成における生地予熱の有無とあられの比容積との関係を示した。予熱後焼成品は比容積 1.73ml/g となり、通常法焼成品の 1.85ml/g と大差がなかった。これより過熱水蒸気焼成においては予熱によって凝縮を制御することで焼成品の性状を変化させられると考えられた。

表3 生地予熱とあられの比容積との関係

予熱の有無	比容積 (ml/g)
予熱あり	1.73
予熱なし	3.45

(焼成法：過熱水蒸気焼成、焼成温度：230℃、
生地水分：20.6%)

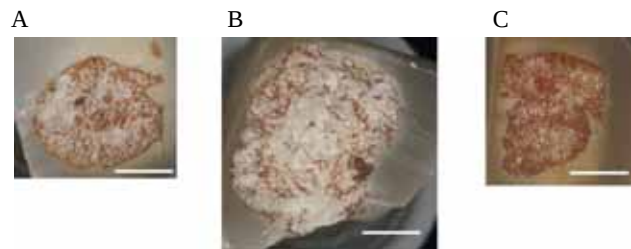


図1 各種焼成法によるあられの断面写真

A：通常法焼成品 230℃ (水分 20.6%)

B：過熱水蒸気焼成品 230℃ (水分 20.6%)

C：予熱後焼成品 230℃ (水分 20.6%)

白線は 5mm を示す。

3.3 あられの組織構造の観察

図1に各種焼成法によるあられの断面を示した。図1からわかるように、通常法焼成品 (A) 及び予熱後焼成品 (C) では、あられ外周部の隔壁の厚さが内相部の隔壁よりかなり厚かった。これに対し、過熱水蒸気で直接焼成した過熱水蒸気焼成品 (B) は、あられ外周部と内相部とで隔壁の厚さに差がなかった。この結果より、通常法焼成品及び予熱後焼成品では生地表面の乾燥により表面部の生地が硬化して生地表面での気泡生成が抑制されるため、あられ外周部の隔壁が厚くなり、膨化も抑制されたと考えられた。これに対して、過熱水蒸気焼成品では加熱直後の水蒸気の凝縮により生地表面が軟化し、表面も膨化できたと考えられた。

4. 結び

もち生地を加熱水蒸気によって急速に加熱することで大きな膨化、薄い外皮といった特徴のあるあられが製造でき、その原因についても一定の解析ができた。また、水蒸気の凝縮を制御することにより、通常の加熱空気によるものと同様の製品も製造できることを見出した。このことから、同一の過熱水蒸気処理装置により、多様な製品の製造も可能と考えられる。今後はこの技術の普及に努めると共に、うるち米による米菓など他の製品への応用も検討する。

文献

- 1) 保坂秀明：食品工業，42(16)，46 (1999)
- 2) 丹羽昭夫，伊藤雅子，村瀬誠：愛知県産業技術研究所研究報告，1，144 (2002)
- 3) 丹羽昭夫，佐伯雄哉，中莖秀夫，北野道雄：愛知県産業技術研究所研究報告，5，148 (2006)