

共同研究

米菓の食感改質技術に関する研究

金井 悠輔* 阿久津 知宏* 守谷 和高** 川島 律子** 峰岸 沙代子**

Research on Texture Modification Technology for Rice Crackers

KANAI Yusuke, AKUTSU Tomohiro, MORIYA Kazutaka, KAWASHIMA Ritsuko and MINEGISHI Sayoko

米菓に関する消費者ニーズとして、スナック様の軽い食感を有する米菓製品が近年注目を集めていることから、本研究では、各製造工程が米菓の膨化性や食感に及ぼす影響を検討した。餅搗き回数の増加に伴い、生地中の残存米粒の破砕が進行するとともに焼成品の比容積が向上し、硬さが低減することが分かった。餅生地の水分率は、30%付近が最も大きく膨化し、これより不足または過剰な場合は、比容積及び食感は悪化した。予熱処理は膨化性の向上のためには不利である一方、膨化処理においては高出力で加熱するほど比容積が向上し、軽い食感につながる事が明らかとなった。

Key words: 米菓, 顕微鏡観察, 膨化, 比容積, テクスチャー

1 はじめに

米菓市場は、2013年から生産量・消費金額ともに一進一退を繰り返しながらも微増している堅調な市場である。直近では、新型コロナウイルスの感染拡大に伴う巣ごもり消費により売り上げが好調なメーカーが目立つ。しかし長期的には、主な購買層が高齢者である現状から脱却すべく、若年層への消費喚起など、新たな需要の掘り起こしが急務となっており、各社とも付加価値の高い新商品開発に取り組んでいる。

新たな消費者ニーズとして、従来よりも食感が非常に軽く、スナック感覚で食べられる米菓製品が注目を集めており、県内の中小米菓メーカーにおいても同様の特徴を持つ商品開発に取り組む事例が増えている。米菓の製造には糯米の餅搗き、冷却固化、乾燥、焼成など多くの工程があるが、食感の軽い米菓を安定的に製造するためには、各工程において米菓を最大限膨らませるための適切な処理を行う必要がある。しかし、製造条件と膨化性の関係性が不明確であり、詳細な製造条件の決定には現場作業員の勘と経験に頼るところが大きく、再現性・安定性に課題がある。

そこで本研究では、従来よりも食感の軽い米菓製造技術の開発を目的として、膨化度の高い米菓製造に適したマイクロ波焼成品を対象とし、餅搗き・乾燥・焼成の各工程が餅生地の膨化性や食感に及ぼす影響の検討を行った。

2 研究の方法

2.1 餅生地の調製

原料は国産糯米を用い、丸彦製菓(株)が保有する各種製造設備により餅生地を調製した。糯米を8時間浸漬後、圧扁、蒸練したものに対し60~200回の胴搗を行った。その後、練り出し、冷却固化させたものを幅40mm×長さ70mm×厚み5mmに切断し、所定の水分率まで乾燥させることで餅生地を調製した。

2.2 餅生地の残存米粒評価

ロータリーマイクロトム(マイクローム社 HM340)により餅生地から厚さ20 μ mの薄片を切り出し、光学顕微鏡(オリンパス(株) BX-53)により倍率100倍で撮像した(図1)。1試験区あたり20枚の薄片を切り出し、薄片1枚あたり3ヶ所撮像することで、1試験区あたり計60枚の観察画像を得た。画像解析ソフトImage Jにより、得られた画像から残存米粒を検出し、残存米粒の

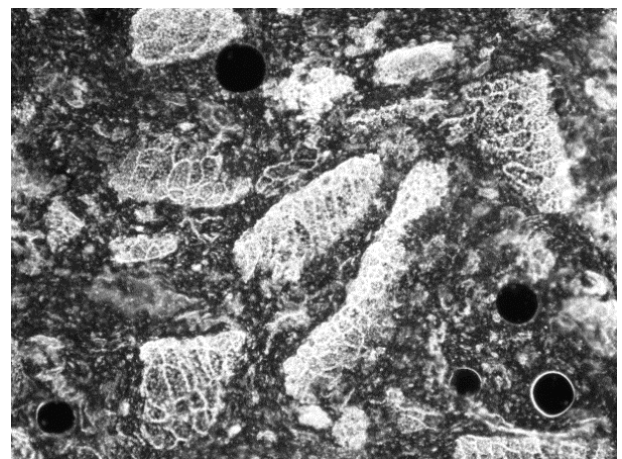


図1 餅生地の顕微鏡観察画像例

* 栃木県産業技術センター 食品技術部

** 丸彦製菓株式会社

面積ごとに4区分(区分1:100~1,000 μm^2 , 区分2:1,000~10,000 μm^2 , 区分3:10,000~100,000 μm^2 , 区分4:100,000~1,000,000 μm^2)に分別して積算し, 分布を評価した。

2.3 焼成試験

バンドソーにて15mm×15mmに切断した餅生地12枚を予熱処理及び膨化処理を行うことで焼成した。予熱処理は, ガスオーブン((株)マルゼン MRX-097E)または業務用電子レンジ(シャープ(株) RE-3300P)を用いて行った。膨化処理は, 同上の業務用電子レンジを用いることでマイクロ波焼成を行った。

2.4 比容積測定

焼成品の膨化性評価のため, $\phi 2\text{mm}$ のガラスビーズを使用した菜種置換法により, 焼成品の比容積を求めた。1回の試験で焼成品6個の比容積を測定し, 3回繰り返した平均値を求めた。

2.5 テクスチャー測定

テクスチャー測定はテクスチャーアナライザー(Stable Micro Systems TA.XT plus100c)を用いた。焼成品をバンドソーで厚さ10mmに切断し, 切断面から $\phi 6\text{mm}$ の円柱プローブにより圧縮速度:1mm/s, 圧縮距離:7mmの条件で圧縮試験を行った。得られた荷重データのうち圧縮距離1mm~7mmの範囲を解析範囲に設定し, この範囲における平均荷重及び平均ピーク深さを求めた(図2)。

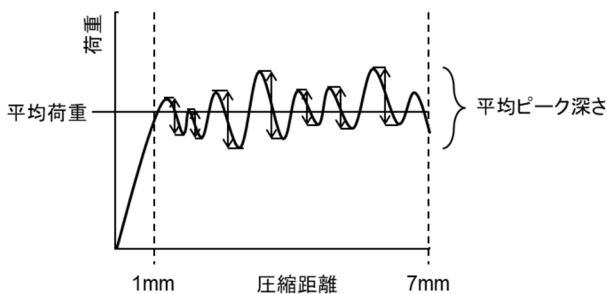


図2 テクスチャー測定結果の解析

3 結果及び考察

3.1 餅搗き工程が膨化性に及ぼす影響

米菓は, 餅生地に含まれる水分が加熱により蒸発する際, 体積が急激に増大する力を利用することで膨化する。このため, 餅生地の物性は米菓の膨化性に大きく影響することが予想される。そこで, 餅生地製造工程のうち, 特に餅生地の物性に大きく寄与すると思われる餅搗きの回数が膨化性に及ぼす影響を検討した。

異なる餅搗き回数の餅生地について残存米粒の評価を行った結果を図3に示す。餅搗き回数の増加に伴い,

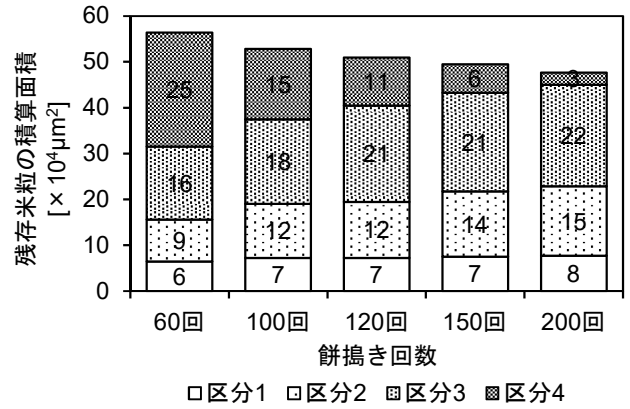


図3 残存米粒の評価結果

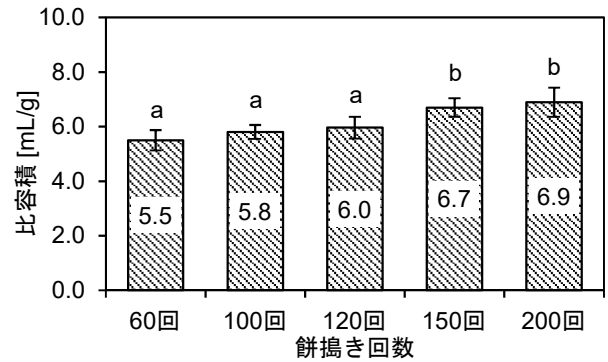


図4 餅搗き回数と比容積の関係

異なるアルファベット間では有意差あり ($p < 0.05$)。以下同じ。

水分率:25%, 焼成:電子レンジ200W 1分→600W 2分

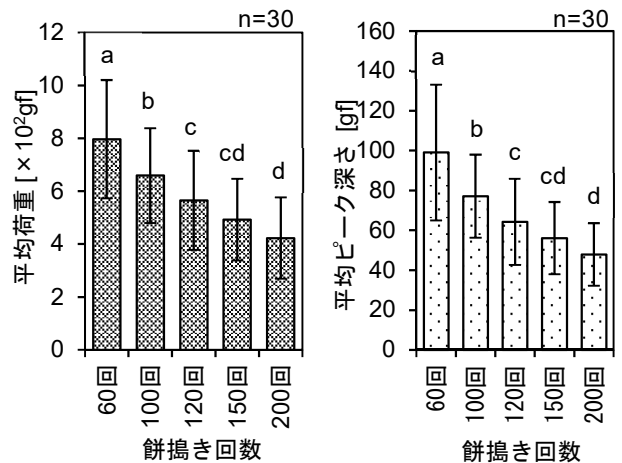


図5 餅搗き回数とテクスチャー評価結果

最も大きな区分4の残存米粒が顕著に減少し, 区分1~3の比較的小さな残存米粒はわずかながら増加する傾向となった。一方, 全ての残存米粒面積値の総和は餅搗き回数の増加とともに減少した。これは, 餅搗きにより大きい米粒が破碎されて小さな米粒の欠片が増え, これが繰り返し行われることで残存米粒として検出されない100 μm^2 未満の米粒が増えた結果と考えられた。これらのことから, 搗き回数を増やすことで残存米粒が破碎さ

れ、餅生地均質化が進行することが明らかとなった。

次に、それぞれの餅生地を同一条件で焼成し、焼成品の比容積を算出した(図4)。その結果、餅搗き回数が多い餅生地ほど比容積が高くなる傾向が見られ、餅搗き処理は膨化性の向上につながることを確認された。これは、餅搗き回数を増やすことで残存米粒が破碎され、きめ細かい餅生地となるため、焼成時の蒸気を捕捉する能力が高まった結果、より大きく膨らむものと考えられた。しかし、150回と200回の間では有意差がないことから、餅搗きによる膨化性向上には限界があるものと考えられた。

続いて、焼成品の食感を評価するため、テクスチャーアナライザーによる圧縮試験を行った。その結果、餅搗き回数の増加に伴い、平均荷重及び平均ピーク深さが大幅に低下することが確認された(図5)。平均荷重は試料の全体的な硬さ、平均ピーク深さは咀嚼時の歯ざわり感(サクサク、ガリガリ)を表す。今回の結果から、餅搗き回数の増加により、全体的な硬さが低減し、サクサクとした軽い食感に近づくものと考えられた。

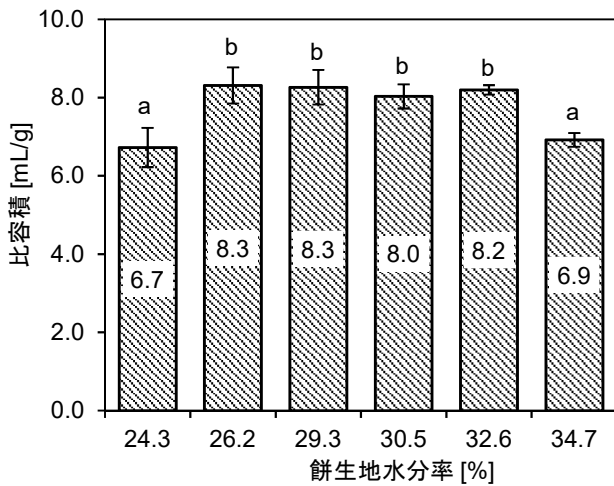


図6 餅生地水分率と比容積の関係

餅搗き回数：150回、焼成：電子レンジ200W 1分→600W 2分

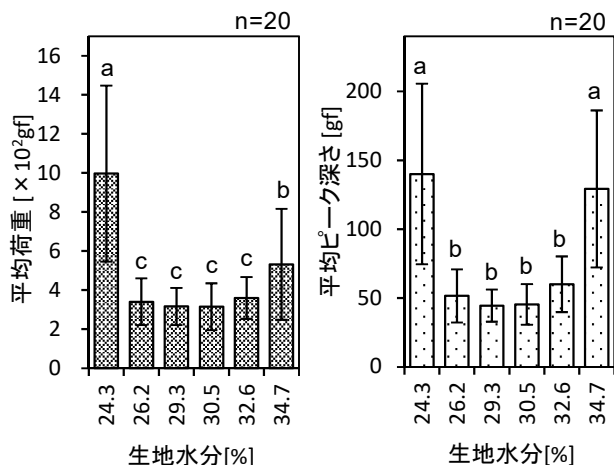


図7 餅生地水分率とテクスチャー評価結果

3. 2 乾燥工程が膨化性に及ぼす影響

米菓の膨化現象において、餅生地物性と同等に重要な要素が、餅生地に含まれる水分の蒸発である。そこで、水分率の異なる餅生地を調製し、同一条件で焼成試験を行った。焼成品の比容積測定結果を図6、テクスチャー測定結果を図7に示す。焼成品の比容積は、水分率26.2~32.6%の間で極大(約8mL/g)となり、水分率がこの範囲外になると比容積が低下した。テクスチャー評価においても、平均荷重・平均ピーク深さともに水分率26.2~32.6%の範囲において低値となった。これらのことから、餅生地の水分率が約30%において膨化性が良く、最も軽い食感を実現する水分率であることが明らかとなった。低水分率で膨化性が悪い原因として、餅生地の柔軟性が低いため蒸気を捕捉しきれないことに加え、発生する蒸気量が少ないことが考えられる。また、高水分率の場合は、多量の水分が蒸発する際に周囲の熱を気化熱として吸収し、水蒸気発生が低下することが要因の一つと考えられた。

3. 3 焼成条件が膨化性に及ぼす影響

米菓は、一般的に予熱、膨化及び焼き色付けを一連の流れで行う運行焼機にて焼成される。品質安定のためには、各処理区分の加熱出力や通過時間、ショット数などを緻密に設定して焼成することが求められる。そのため、焼成条件が米菓の膨化性に及ぼす影響を検討した。

3. 3. 1 予熱工程の検討

焼成前の餅生地に含まれるデンプンは、冷却固化工程において老化しているため、予熱により再び糊化させ、柔軟性を回復させることで焼成時の膨化性が向上するものと考えられる。そこで、予熱処理が米菓の膨化性に及ぼす影響を調べた。同一の餅生地をガスオープンにて予熱後、ただちにマイクロ波焼成を行った。予熱時の庫

表1 オープン予熱条件一覧

庫内温度	生地温度	加熱時間
予熱なし	-	-
100℃	80℃	2分11秒
	90℃	4分12秒
	100℃	9分37秒
120℃	80℃	1分9秒
	90℃	1分41秒
	100℃	3分30秒
140℃	80℃	0分40秒
	90℃	1分4秒
	100℃	1分36秒

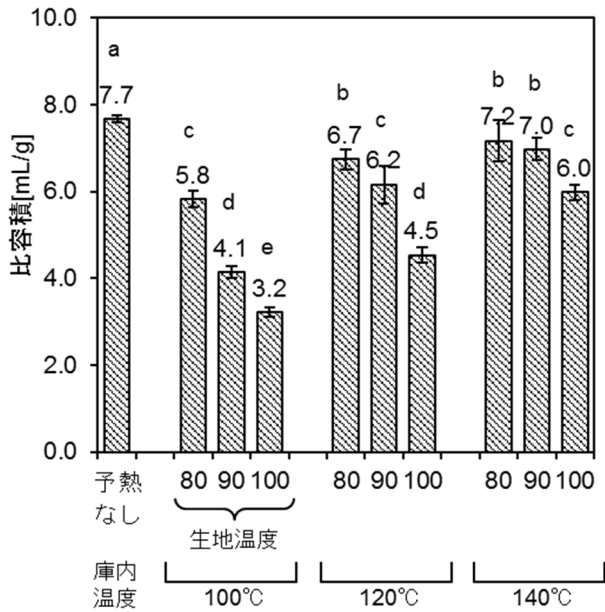


図8 予熱条件と比容積の関係

餅搗き回数:150回, 水分率:31.7%, 焼成:電子レンジ600W2分

内温度は100°C, 120°C, 140°Cとし, 各庫内温度にて餅生地を80°C, 90°C, 100°Cまで加熱した。予熱条件一覧を表1に, 焼成品の比容積を測定した結果を図8に示す。庫内温度で比較すると, 低温で時間をかけて加熱するより, 高温で急速に加熱することで比容積が高い結果となった。一方, いずれの庫内温度においても, 餅生地を高温に加熱するほど比容積が低下した。また, 予熱を一切行わずに焼成したものと比較すると, いずれの予熱条件も比容積が低い結果であり, 今回の試験条件においては, 膨化性向上のためには予熱処理は不利であるとの結論に至った。これは, 予熱により餅生地が乾燥し, 焼成時の蒸気発生量が減少してしまうことが主な要因と考えられる。対策として, 予熱による水分損失を見越し, 予め餅生地水分率を高め調整する方法が考えられた。

3. 3. 2 膨化工程の検討

膨化工程における加熱出力が, 米菓の膨化性に及ぼす影響を検討するため, マイクロ波焼成時の加熱出力を500~800Wの範囲で変化させ, 焼成品の比容積を測定した。その結果, 高出力で焼成したものの比容積が上昇し, 膨化が促進されることが明らかとなった(図9)。マイクロ波加熱は, 食品中の水分子を振動させて温度を上昇させるため, 高出力で加熱することで餅生地中の水分が急激に蒸発することが予想される。この蒸発の勢いを高めることで, 焼成品をより大きく膨化させることが可能になるものと考えられた。なお, 実際の製造現場においては, マイクロ波発振器(電源部)の能力や, マイクロ波遮蔽材の耐久性が課題となり, 大幅な加熱出力の上昇は困難な場合が多い。その場合, 時間あたりの餅生

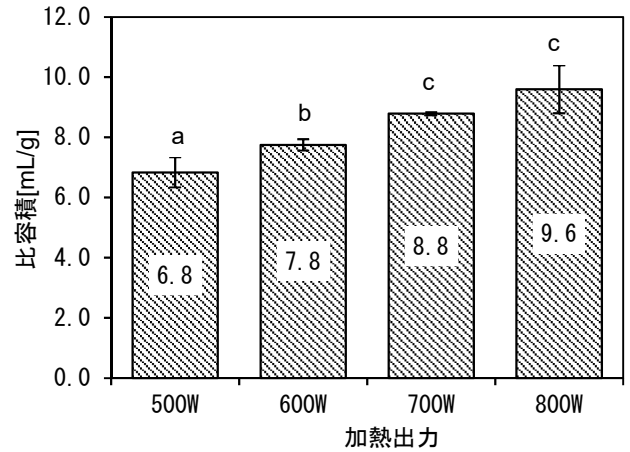


図9 膨化時の加熱出力と比容積の関係

餅搗き回数:150回, 水分率:31.7%, 予熱:電子レンジ200W1分

地投入量を減らすことで, 相対的な加熱能力が高まり, 同様の膨化性向上効果が得られる可能性が考えられた。

4 おわりに

従来よりも食感の軽い米菓の開発のため, 餅生地製造条件及び焼成条件が米菓の膨化性に及ぼす影響を検討した結果, 以下の知見を得た。

- (1) 餅搗き回数を増やすことで, 生地中の残存米粒の破碎が進行し, 焼成品の比容積が上昇するとともに, 硬さが低減し軽い食感につながる事が明らかとなった。しかし, 餅搗きによる膨化性の向上には限界があるものと考えられた。
- (2) 餅生地の水分率は30%付近において焼成品の比容積が最も高く, テクスチャー測定結果も低値を示した。これより水分が不足しても過剰でも膨化性は悪化することが確認された。
- (3) 予熱処理を行うことで, 焼成品の比容積が低下した。予熱を行う場合, 高温で短時間の加熱とすることで比容積の低下を防ぐ結果となった。
- (4) 膨化処理では, 高出力で加熱するほど比容積が向上することが明らかとなった。餅生地に含まれる水分を急激に蒸発させることが, 米菓を大きく膨化させる重要な要素であると考えられた。

米菓の膨化性は, 各工程の処理条件により大きく影響を受けることが明らかとなった。実際の製品製造においては, 上記の知見を踏まえつつ, 各事業者の保有設備に応じた適切な製造条件を検討することが重要である。

参考文献

- 1) 斎藤昭三: "製菓辞典", 朝倉書店, 390-420, (1981)
- 2) 永島伸浩, 川端晶子, 中村道徳: "澱粉科学", 37 (4), 243-250, (1990)