

研究論文

あられの製造条件の違いによる物性への影響

棚橋伸仁*1、長谷川 摂*2、矢野未右紀*2、井原絵梨子*2

Effects on Physical Property of Cubic Rice Crackers are due to Differences in Manufacturing Condition

Nobuhito TANAHASHI*1, Osamu HASEGAWA*2, Miyuki YANO*2 and Eriko IHARA*2

Food Research Center*1*2

乾燥生地 of 保存日数が異なるあられを試作し、物性の違いに与える影響を評価した。餅生地の乾燥条件を生地の厚さ、乾燥回数、乾燥時間について検討し物性測定に適した条件を決定した。保存日数を変えた乾燥生地からあられを焼成したところ、乾燥生地の水分が同じであっても保存日数が長いほどあられの厚さのばらつきと平均値が小さくなり、最大荷重や割れ回数などの物性に違いがみられた。割れ回数による物性評価は米菓の物性の指標として期待された。

1. はじめに

食品の物性評価は、製造法やおいしさの違いを客観的に評価する重要な手法として用いられる。あられやせんべいなどの米菓も、硬さやくちどけなどの物性評価が調べられている^{1),2)}。

米菓業界では膨化を“うき³⁾”という言葉で表現し、うきの程度で食感としての米菓の品質を分類している。一般に、米菓は生地の水分などの製造条件により、焼成時の膨化率が大きく異なることが知られている。そのため、加熱乾燥や焼成までの保存などの工程が、米菓の物性に大きく影響する。

そこで本研究では、乾燥後から焼成までの保存日数の異なるあられを試作し、物性の違いに与える影響の明確化に取り組んだ。また、あられの硬さ評価時に割れ方が異なることに着目し、最大荷重と割れる回数の関係性の明確化にも取り組んだ。

2. 実験方法

2.1 原料

糯米はココノエモチ(年産:平成 30 年、産地:愛知県山間農業研究所)を使用した。

2.2 あられの試作条件

あられの試作フローチャートを図 1 に示す。糯米 560g を水洗後、加水して総重量 940g に調整し、ホームベーカリー(SD-BM151、パナソニック(株)製)を使用して餅を作成した。餅を厚さ約 16mm となるよう形を整え、5℃の低温室で、官能評価に用いたあられは 4 日間、それ以外は 3 日間保存して硬化させた。硬化後、16mm

×16mm×2mm または 16mm×16mm×3mm の大きさに切断した。切断した生地を 60℃の乾燥機(MOV-212F、三洋電機(株)製)で加熱乾燥した後、密閉して 30℃で恒温保存し、乾燥生地を調整した。餅生地の乾燥³⁾⁻⁵⁾は、90 分 1 回のみと 35 分、45 分、55 分で 2 回とした。乾燥を 2 回行った場合は、1 回目の乾燥後密閉して 30℃恒温器で終夜保存し、翌日に 2 回目の乾燥を行った。乾燥生地は焼成前に 30℃で、0 日間、1 日間、2 日間保存し、

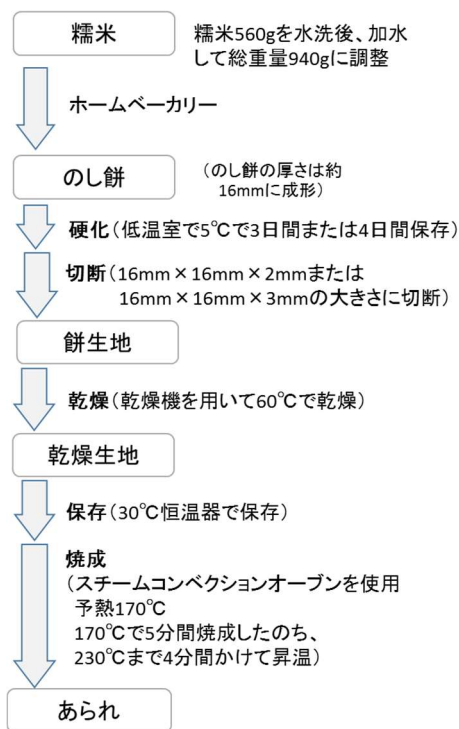


図 1 あられの試作フローチャート

*1 食品工業技術センター 分析加工技術室(現尾張繊維技術センター 機能加工室) *2 食品工業技術センター 分析加工技術室

スチームコンベクションオーブン(SCOS-5230RS-L、ニチワ電機(株)製)を用いて 230℃で焼成してあられとした。

2.3 乾燥生地水分測定とあられの外観評価

乾燥生地水分は、試料を細断し、加熱乾燥法(135℃で 2 時間加熱)で測定した。様々な水分の乾燥生地を焼成後、外観観察して割れや亀裂を確認した。

2.4 あられの物性の測定

試作したあられの破断強度測定を、クリーブメーター(RE2-330005C、(株)山電製)を用いて行った。プランジャーは円柱型 φ16mm を使用し、プランジャー移動速度は 0.5mm/sec、測定歪率は 50%とした。ロードセルは 200N を使用した。なお、あられの厚さは、物性測定時にプランジャーがあられに接触した時のプランジャーと試料台の距離から求めた。

2.5 物性測定結果の解析

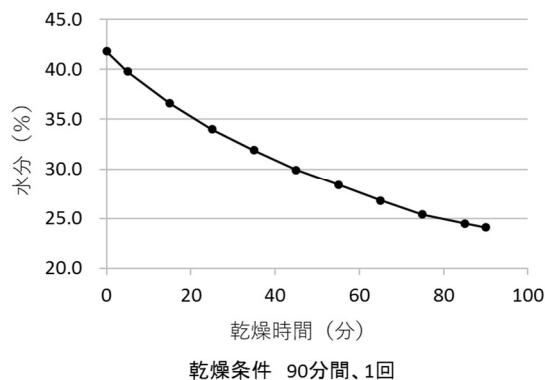
物性測定したあられの歪み深さ 0~1.5mm の範囲内での最大荷重を求めた。また、荷重-歪み曲線において荷重が降伏する点(上降伏点)の総数を割れ回数とした。ただし、歪み深さが 1.5mm に達するまでにあられが割れて飛散するなどにより、あられとプランジャーが接しなくなり測定途中で 0N を観測した試料および、クリーブメーターの測定上限である 200N に達し荷重超過となった試料は、解析の対象から外した。

2.6 官能評価

60℃、35 分で 2 回、または 60℃、55 分で 2 回乾燥させたあられを試作して、同様に物性測定及び解析を行った。そのあられの硬さの官能評価を、食品工業技術センター職員 22 名をパネリストとし、1 対 2 点試験法で行った。提示した試料数は各 4 個とした。官能評価の解答項目は、対照と異なる試料の選択とした。

3. 実験結果及び考察

3.1 あられ生地の試作条件の検討



3.1.1 生地の厚さの検討

あられを図 1 のフローチャートの手順で試作し、餅生地(のし餅)形状を検討した。餅生地の厚さを 2mm と 3mm とで比較したところ、2mm の試験区は切断時に餅生地の厚さのばらつきが大きくなり、均一なあられの試作が難しかった。したがって、以降の実験では餅生地の厚さは 3mm で切断することとした。

3.1.2 乾燥回数の検討

餅生地の乾燥条件を検討した。切断後の餅生地を 60℃の乾燥機で、90 分間 1 回の条件で乾燥した場合と、45 分間 2 回の条件で乾燥した場合の、水分の変化を図 2 に示す。

90 分間 1 回の乾燥では乾燥生地水分は 24.1%であり、表面に亀裂が確認された。一方、45 分間 2 回の乾燥は乾燥生地水分は 21.5%と 90 分 1 回より小さな値になったが、乾燥生地の表面に亀裂は確認されなかった。1 回乾燥、2 回乾燥のどちらも乾燥機投入後の時間経過につれて水分減少速度が緩やかとなった。これは、餅生地の水分は表面からしか蒸散しないため、生地内部の水分が表面に移動するのに時間を要するためと考えられる。2 回乾燥は、30℃恒温器で終夜保存している間に、餅生地の内側の水分が外側に移動したことにより同じ総乾燥時間でもより乾燥したと推測した。また、2 回乾燥に比べて、1 回乾燥は餅生地の表面に長時間連続して熱がかかるため、一時的に表面が過度に乾燥したことにより、亀裂が生じたと推測した。表面が割れたあられは物性試験に適さないと考え、餅生地の乾燥方法は 2 回に分けた乾燥が適していると判断した。

3.1.3 乾燥時間の検討

餅生地を 35、45、55 分で 2 回乾燥した場合の乾燥生地水分を調べた。その結果を表 1 に示す。乾燥後の水分は乾燥時間の増加に伴い少なくなった。

3 種類の乾燥生地を乾燥後直ちに焼成し、あられを試

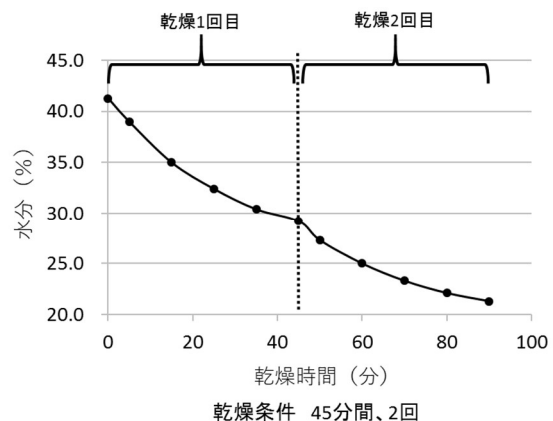


図 2 乾燥時間と餅生地水分の関係

作した。あられの外観を観察したところ、35 分 2 回乾燥の場合、あられの膨化率が大きくなり内部に大きな空洞が出来るあられが多くなった。55 分 2 回乾燥の場合、あられの膨化率が小さくなり表面に亀裂が入るものも多かった。物性測定用のあられの試作には 60℃、45 分で 2 回の乾燥条件で行うこととした。

表 1 乾燥時間の違いによる乾燥生地水分

	水分(%)
乾燥前	41.5
35 分×2 回乾燥後	23.2
45 分×2 回乾燥後	21.3
55 分×2 回乾燥後	19.2

3.2 焼成までの保存期間があられに与える影響

3.2.1 あられの厚さの影響

保存日数 1 日の乾燥生地でのあられの外観写真を図 3 に、各保存日数の乾燥生地を焼成したあられの厚さを図 4 に示す。保存日数が長くなるほど、あられの厚さの分布及び平均値が小さくなり、かつ中央 50%のデータのばらつきも小さくなった。



図 3 試作したあられの外観写真

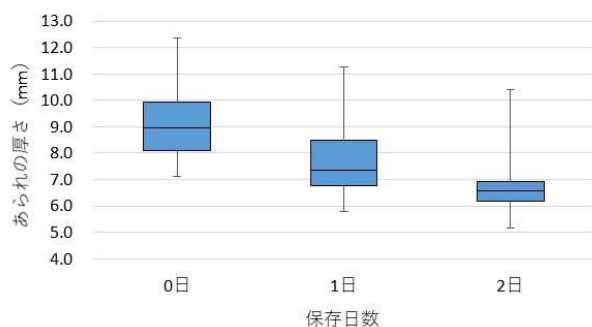


図 4 様々な保存日数の乾燥生地を用いたあられの厚さ

乾燥生地の保存は密閉状態で行っているため、保存日数の違いによる乾燥生地の水分の違いは発生しない。しかし、保存日数 0 日は乾燥から焼成までの時間がないため、乾燥生地の外側の水分が少なく内側の水分が多い状態だと考えられる。焼成時に内部の水分が気化して膨化を促し、厚さが大きく、またばらつきも大きくなったと推測した。一方、保存日数 1 日は、乾燥生地内の水分のばらつきが 0 日より小さくなっていると考えられ、それにより焼成後のあられの平均の厚みが小さくなり、また厚みのばらつきも小さくなったと推測した。それに加え

乾燥生地の硬化も進み、膨化を抑制した可能性も考えられる。保存日数 2 日は、さらに乾燥生地が硬化し膨化を抑制したため、保存日数 1 日と比べてあられの厚みやばらつきが小さくなったと考えられる。また、保存日数 2 日は表面に細かい亀裂がみられる試料が多かった。亀裂が確認された理由は、乾燥生地の硬化が、焼成時に膨化を抑制した影響だと考えられる。

3.2.2 あられの物性に与える影響

物性測定を行ったあられの測定点数とデータの採用率を表 2 に示す。

表 2 測定試料数とデータの採用率

	保存日数		
	0 日	1 日	2 日
測定試料数	100	100	100
解析に使用したデータ(%)	49.0	62.0	58.0
解析から外したデータ(%)			
荷重超過	0.0	9.0	25.0
飛散	51.0	29.0	17.0

解析から外したデータについて、保存日数が増えるほど荷重超過の割合が増え、飛散の割合が減った。これは、膨化が大きい保存日数 0 日のあられは、プランジャーから受ける荷重により破断時にあられが飛散することが多く、保存日数が増えるほど、あられの厚みが小さくなる(図 3)ことから膨化が小さくあられの空隙が少なくなり、内部がより密な状態になったため荷重超過が発生するようになったと考えられる。

あられの厚さと最大荷重の関係を図 5 に、あられの厚さと割れ回数の関係を図 6 に示す。厚さ 8mm 以上のものについてはあられの膨化率が大きいため、今回の測定方法では、最大荷重が小さく割れ回数もばらつく結果となり保存日数間の明確な差が得られなかった。そのため、以降の考察では厚さ 8mm 以下を中心とする。

保存日数 1 日を 0 日と比較すると、厚さに対して最大荷重が大きく割れ回数が少ないものが多くなった。これ

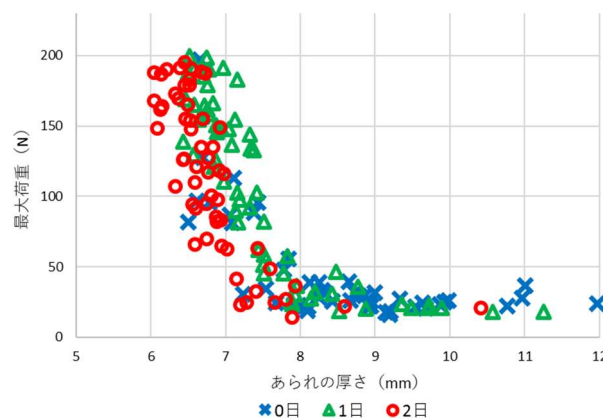


図 5 あられの厚さと最大荷重の関係

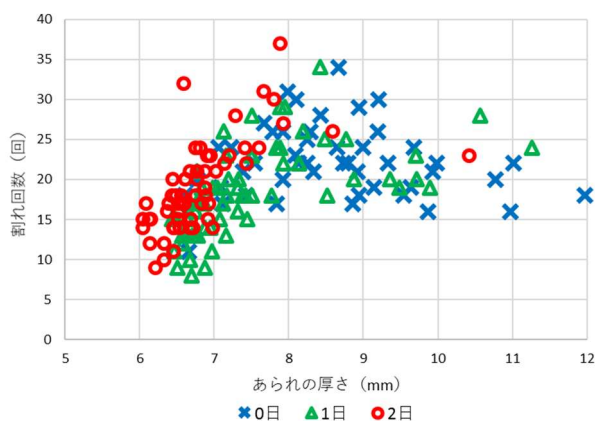


図6 あられの厚さと割れ回数の関係

は、1 日の方があられの平均厚さが小さいため内部が密になっており、同じ測定歪み深さの範囲の物性測定では荷重がかかりやすくなり、上降伏点も少なくなることから、上記の結果になったと推測される。

保存日数 2 日を 1 日と比較すると同等の厚さであっても最大荷重が小さく割れ回数が増える傾向がみられた。保存日数 2 日は表面に細かい亀裂を確認したあられが多かったことから、あられの厚さが同等であっても荷重の降伏を多く繰り返し割れ回数が増えたと推測される。このような割れ回数による評価は、最大荷重との相関や、試作条件の推定情報を得られる可能性があるため、引き続き米菓の物性の指標として今後も検討する予定である。

3.3 官能評価

官能評価用に試作した乾燥時間の異なるあられの厚さと最大荷重の関係を図 7 に示す。55 分で 2 回乾燥したものは、35 分で 2 回乾燥したものに対して、厚さが小さいものが多く、同等の厚さでの比較では最大荷重が大

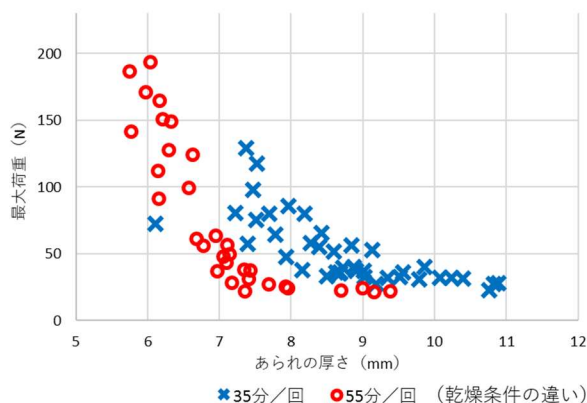


図7 あられの厚さと最大荷重の関係

きいものが多い。このあられ 2 点に対して官能評価を行ったところ、対照と異なる試料を選んだ正答者が 14 人、対照と同じ試料を選んだ誤答者が 8 人であり、5%の危険率で有意差はないと判断された。そのため、官能評価と物性解析結果との関係は明確にできなかった。物性解析時に荷重超過や飛散で解析対象から外れるあられを事前に除外して官能評価試料として供することは不可能なため、物性測定結果からの評価とは結果が異なると考えられる。

4. 結び

本研究の結果は、以下のとおりである。

- (1) 餅生地乾燥は、総乾燥時間が同じでも 2 回に分けることで物性測定に適した水分に調整しやすかった。本研究での餅生地の高さにおいては、60℃、45 分、2 回乾燥の条件が適していた。
- (2) 16mm×16mm×3mm の餅生地から製造したあられについて、歪み深さ 0~1.5mm の範囲において、乾燥生地の保存日数 1 日では、0 日に対して厚さが小さく最大荷重が大きいのが多くなった。また、厚さが小さく割れ回数が少ないものが多くなった。保存日数 2 日では、1 日に対して最大荷重が小さく割れ回数が増えた。
- (3) 割れ回数による物性評価は、最大荷重との相関が得られる可能性があり、米価の物性の指標として期待された。

謝辞

本研究の実施に当たって、糯米を分譲して頂いた愛知県農業総合試験場山間農業研究所の吉田様にお礼申し上げます。

文献

- 1) 知野秀次：新潟県農業総合研究所・食品研究所センター研究報告, 40, 1-4(2013)
- 2) 山谷健太, 細井友加里, 竹井亮, 鷲尾英明, 西津貴久：日本食品科学工学会誌, 66(3), 90-99(2019)
- 3) 西谷偉, 布目知広, 久松真：J. Appl. Glycosci, 50, 384(2003)
- 4) 有坂将美, 中村雅彦, 吉田洋一, 谷地田武男：新潟県食品研究所, 23, 15(1988)
- 5) 柳瀬肇, 遠藤薫, 奥野元子：食品総合研究所研究報告, 42, 2(1983)