

フード ケミカル

月刊

食品のおいしさと安心を科学する技術情報誌
A Technical Journal on Food Chemistry & Chemicals

2017

6

386

特集1 冷凍食品新時代

特集2 畜産エキスの市場と技術



世界の食品・原材料・添加物トピックス②①
より優しく、穏やかな食品加工
賞味期限、消費期限の延長

もち米粉の粒度および添加量が
米粉ケーキの品質に及ぼす影響

土屋京子 Kyoko Tsuchiya

東京家政大学家政学部栄養学科・短期大学部栄養科 教授

つちや・きょうこ

- 略歴 東京家政大学家政学部栄養学科卒業，放送大学大学院文化科学研究科修了。助手，講師，准教授を経て，2013年より現職。
- 主な著書 「調理科学実験」新版 調理—実習と基礎理論—「健康を考えた調理科学実験」他
- 専門分野 調理科学，食生活

1. はじめに

平成27年度の日本のカロリーベースの総合食料自給率は39%で，アメリカ127%，フランス129%，ドイツ92%，イギリス72%と，他の先進国に比べて最低水準である¹⁾。昭和40年度は73%だったが，ここ数年は40%前後と大きく低下している。生産額ベースの食料自給率においても，昭和40年度に86%だったものが平成27年度は66%と低下している¹⁾。長年にわたる食料自給率の低下は，生産と消費両方の原因によるものといわれており，私たちの食生活にも影響を与えている。農林水産省では，平成22年3月「食料・農業・農村基本計画」を策定し，食料自給率の向上を図っており，消費においては，米粉パンや麺をはじめとする製品や新商品の開発が進んでいる²⁾。

米は日本人の主食であり，古くから親しまれている食品である。うるち米・もち米それぞれから上新粉・白玉粉が作られ，米と同様に米粉を利用した食物も多く作られている。しかし，日本人に身近な米粉製品には，独特の臭いがある，口ざわりが悪い（ザラツキ感），老化が早いなどという問題がある³⁾。また，小麦粉の代替に米粉を使用した製品はその代替率の増加に伴い，容積や膨化率が低く硬くなるといわれている⁴⁾。これまでに，米粉製品の性状や物性，嗜好性を改良するために，米粉の水和処理⁵⁾，トレハロースの添加⁶⁾，電解生成水の使用⁷⁾，絹フィブロインの添加⁸⁾

などの報告がされている。栄養強化のために，鉄を強化したもの⁹⁾もある。

これらの米粉はいずれもうるち米を使用しているが，団子調理には，一般にテクスチャーの改良や老化を抑制する目的で，うるち米粉に，もち米粉を10%程度混合して用いる¹⁰⁾。また，米粉製品は，米の粒径により，製品のでき上がりが違うことが報告されている^{11, 12)}。

そこで，焼き菓子の米粉ケーキにおいて，もち米粉を添加した場合，製品にどのような影響を及ぼすか，粒度と添加量を変えて検討した。合わせて，老化の抑制効果をみるために，保存した場合についても検討した。

2. 実験方法

1) 材料

米粉は，うるち米粉ではリ・ファリーヌ（群馬製品，平均粒径73.8 μm ）を用い，もち米粉では，微粒粉はリ・ファリーヌ・レジェール（同，平均粒径48.3 μm ），粗粒粉ではぎゅうひ粉（同，平均粒径144.6 μm ）を用いた。砂糖はスプーン印上白糖（三井製糖），マーガリンはニューコンボル500LT（不二製油），鶏卵は白色レグホーン種鶏卵（昭和鶏卵），ベーキングパウダー（以下B.P.）はアイコクベーキングパウダー（アイコク）を用いた。

2) 調製方法

米粉ケーキは，米粉，砂糖，マーガリン，鶏卵各100gにB.P.を2.8%加えた配合を用いた（表1）。

調製方法は，卵黄の割合を34%に調製し

表1 もち米粉添加米粉ケーキの配合 (g)

材 料	もち米粉添加割合				
	0%	10%	20%	10%	20%
うるち米粉	100	90	80	90	80
もち米粉 (微粒)	0	10	20	0	0
もち米粉 (粗粒)	0	0	0	10	20
上白糖	100				
マーガリン	100				
鶏卵	100				
B.P.	2.8				

た卵液と上白糖を攪拌し、米粉と B.P. を加え、さらに攪拌したのち、40℃の溶かしマーガリンを加えて、半パウンドケーキ型2本に各90gのバターを入れて調製した。米粉は、うるち米粉100% (もち米粉添加0%)、もち米粉10%添加、20%添加のものを試料とした。

ケーキの焼成は、コンベクションオーブンを160℃に設定し、28分間焼成した。焼成後、ケーキクーラーの上で1時間放置して冷まし、重量を測定後、ラップフィルムに包み、ジップロック (密封ビニール袋) に入れ、室温28℃にあるデシケータ内で1日および7日保存した。

3) 測定方法

でき上がった製品については、以下に示す項目について測定を行った。

(1) ケーキの重量、体積および比体積

焼成後1時間、保存1日および7日のケーキの重量を測定し、菜種法により、体積を測定した。ケーキの比体積は、ケーキの体積をケーキの重量で除して算出した。

(2) ケーキの色度

保存1日および7日のケーキ中央部より2×2×2cmを切り出した試料を用いた。その6面を測色色差計 (日本電色工業: ZE-2000) により、L*, a*, b* 値を測定した。また、もち米粉添加0%試料との色差 (ΔE^*) を求めた。

(3) ケーキの物性測定

物性試料は色度と同様にケーキ中央部より切り出した試料を用い、硬さ、凝集性、付着性、もろさを測定した。クリープメーター (山電: RE2-3305B-1) を用い、ロードセル200N、測定スピード1mm/sec、プランジャーは円柱型径16mm、測定歪率80%の条件でテクスチャー試験を行った。保存1日および7日のケーキの試料を測定した。

(4) ケーキの官能評価

もち米粉添加0%、微粒20%添加、粗粒20%添加の3種のケーキについて、分析型官能評価と嗜好型官能評価を行った。

パネルは20歳代の女子学生で、保存1日試料は16名、保存7日試料は24名で実施した。分析型官能評価では、色、きめ、もろさ、弾力、硬さ、粉っぽさ、米粉の香り、バターの香りの8項目について、7段階評点法により評価した。大変弱い (粗い、薄い) を1、どちらでもないを4、大変強い (細かい、濃い) を7とした。

嗜好型官能評価によるケーキの総合評価では、再度別な記号をつけた試料を提示して、順位法で行った。

(5) 統計処理

得られたデータは、t検定により有意差検定を行った。官能評価では、分散分析後、t検定を行った。順位法によるケーキの総合評価は、Newell & MacFarlaneの検定により判定した。

3. 実験結果および考察

1) ケーキの比体積

保存1日および7日のケーキの比体積を示した (表2)。

保存1日のもち米粉添加0%試料の比体積は2.43で、もち米粉添加試料よりやや値は

表2 もち米粉添加米粉ケーキの比体積 n=4~6 (n.s.)

	添加 (%)	保存1日	保存7日
もち米粉	0	2.43±0.20	2.27±0.15
微粒	10	2.38±0.19	2.35±0.12
微粒	20	2.40±0.08	2.43±0.91
粗粒	10	2.31±0.15	2.36±0.34
粗粒	20	2.32±0.87	2.30±0.27

高く、粗粒10%添加試料は2.31とやや低い値を示した。いずれも有意差はなかった。奥田らはもち米粉を添加した米粉パンについて、パンの体積が低くなることを報告している¹³⁾。もち米粉を添加したケーキでも、体積はやや低くなる傾向を示した。これは、もち米粉の粒度がうるち米粉より小さく、膨化する製品には、膨張を抑制すると考えた。強力粉にグルテンを使用した米粉パンと違い、薄力粉を用いた強固なグルテン構造を必要としないケーキでは、体積において、もち米粉による明瞭な低下傾向が得られなかったと考える。

保存7日では、もち米粉添加0%試料の比体積は2.27とやや小さくなる傾向を示し、保存による収縮がみられた。しかし、他のもち米粉添加試料ではあまり変化がなく、試料間および保存日数による有意差はなかった。

これらのことより、もち米粉を添加した試料では、焼き上がりの体積は無添加試料より

やや小さい傾向があるが、保存した場合の収縮は少ないことがわかった。

2) ケーキの色度

保存1日および7日のケーキ中央部の内相の色と色差を示した(表3)。

保存1日の試料では、もち米粉添加0%試料に対する色差はもち米粉10%添加試料で「わずかに」、20%添加試料でも「かすかに」で、粒度の違いによる差はほとんどなかった。

保存7日の場合のそれぞれの1日目との色差は、もち米粉10%添加試料は「わずかに」で、粒度の違いによる差は見られなかった。粗粒20%添加試料は「感知できる」、微粒20%添加試料では「目立つ」になったが、これらはいずれも同じ色として扱える範囲であった。

これらより、米粉ケーキの内相の色については、もち米粉の添加の有無や粒度の差異に影響しないことが分かった。また、保存日数による影響はほとんどないことが確認された。

3) ケーキのテクスチャー

保存1日および7日のケーキ中央部の硬さ、凝集性、付着性、もろさを図1～図4に示した。

(1) ケーキの硬さ(図1)

保存1日では、微粒10%添加試料がやや高い値を示し、粗粒10%添加試料でやや低い値を示したが、試料間にいずれも有意差はな

表3 もち米粉添加米粉ケーキの内相の色および色差

もち米粉 添加割合	保存1日			保存7日			0%試料 1日に対する 色差 ΔE*	7日保存に対する 色差 ΔE*
	L*	a*	b*	L*	a*	b*		
0%	55.2 ±2.7	-2.8 ±0.8	14.8 ±0.7	56.4 ±4.0	-1.7 ±0.8	14.5 ±0.8	—	わずかに 1.5
微粒 10%	55.6 ±4.0	-2.8 ±0.8	14.6 ±0.5	54.8 ±3.4	-2.0 ±0.8	14.7 ±0.6	かすかに 0.4	わずかに 1.1
微粒 20%	53.9 ±2.0	-3.1 ±0.6	14.7 ±0.7	57.9 ±1.8	-1.2 ±0.6	15.5 ±0.6	わずかに 1.3	目立つ 4.5
粗粒 10%	55.6 ±1.4	-3.0 ±0.7	14.9 ±0.6	54.9 ±2.6	-1.7 ±0.6	14.5 ±0.8	かすかに 0.4	わずかに 1.4
粗粒 20%	55.9 ±2.0	-3.2 ±0.6	14.4 ±0.9	56.4 ±6.3	-1.5 ±1.1	14.6 ±1.7	わずかに 0.9	感知できる 1.7

1) 値は平均値±標準偏差

n=4~6

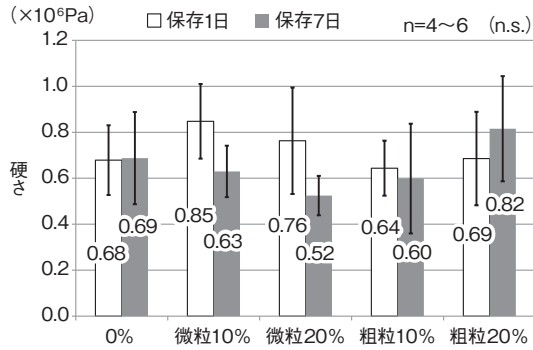


図1 もち米粉添加米粉ケーキの硬さ

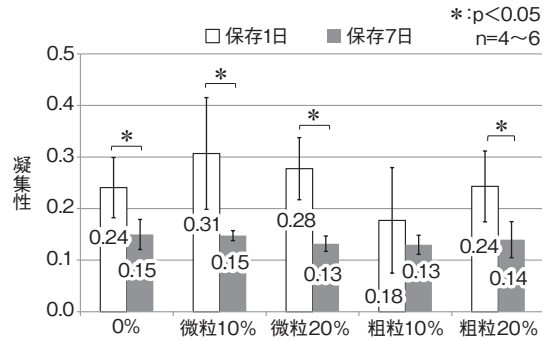


図2 もち米粉添加米粉ケーキの凝集性

かった。従って、もち米粉の添加量および粒度の違いによるケーキの硬さには違いがなかった。

保存7日では、もち米粉添加0%試料は、保存1日と比較して硬さに違いはなかったが、微粒添加試料および粗粒10%添加試料では、保存によりいずれも硬さは低下した。粗粒20%添加試料では 0.82×10^6 [Pa]とやや硬さが高くなる傾向を示したが、試料間および保存による有意差はいずれも見られなかった。

(2) ケーキの凝集性(図2)

保存1日では、微粒10%添加試料は0.31とやや高い値を示し、粗粒10%添加試料が0.18と低い値を示したが、試料間に有意差はなかった。

しかし、保存7日では、保存1日試料と比較すると、粗粒10%添加試料を除いて、凝集性はいずれも危険率5%で有意に低下した。試料間の違いは少なくなり、有意差はなかった。

このことから、保存によるデンプンが老化によって、構造内部の保持力が低下すると考える。

(3) ケーキの付着性(図3)

保存1日では、もち米粉添加0%試料よりももち米粉添加試料の方が高い値を示し、特に微

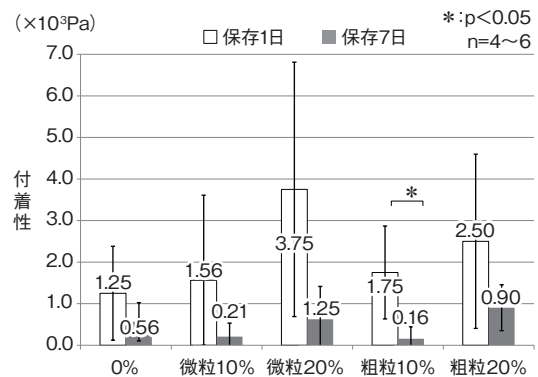


図3 もち米粉添加米粉ケーキの付着性

粒20%添加試料は 3.75×10^3 [Pa]と高い値を示した。奥田らはもち米粉を添加したパンは付着性が増加したことを報告している¹³⁾。本研究のケーキでももち米粉添加で同様の傾向を示した。

しかし、保存7日では、保存1日試料と比較すると、粗粒10%添加試料は危険率5%で有意に低下した。また、もち米粉の添加に関わらず、付着性はいずれも低下する傾向が示唆された。

(4) ケーキのもろさ(図4)

保存1日ではケーキのもろさはほとんど見られなかったが、7日では、いずれの試料にももろさが見られた。もろさの項目は、デン

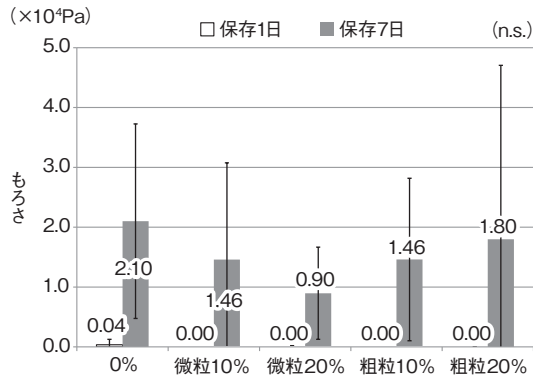


図4 もち米粉添加米粉ケーキのもろさ

ブンの老化状態をあらわすものと考えた。

微粒20%添加試料のもろさは低く、粗粒20%添加試料では高い値を示したが、もち米粉添加0%試料の 2.10×10^4 [Pa]よりは低い値だった。もろさの項目は、デンプンの老化状態をあらわすものと考えた。試料間で有意差はなかったものの、このもろさの値は、もち米粉を添加すると、無添加より老化抑制効果がある可能性を示していると考ええる。

5) ケーキの官能評価

(1) 保存1日試料(表4)

保存1日の3種の試料の分析型官能評価では、ケーキのきめでもち米粉微粒添加試料5.0点が最も高く、もち米粉粗粒添加試料の3.3点より有意に細かいと識別された。

ケーキの色では、もち米粉添加試料が高く、

いずれも添加0%試料より有意に濃いと識別された。

バター香りではもち米粉粗粒添加試料が強く、米粉の香りではもち米粉微粒添加試料が強い値であったが、いずれも有意差はなかった。

粉っぽさでは、添加0%試料で粉っぽく、もち米粉微粒添加試料で有意に低い値であった。

ケーキの硬さおよび弾力は、もち米粉微粒添加試料が有意に高く、粗粒添加試料>添加0%試料の順で低かった。

もろさでは、添加0%試料、粗粒添加試料で高い値を示し、微粒添加試料は有意に低かった。もち米粉微粒添加試料は、今回は示さなかったが、組織観察において、基本構造の連続性がよいことから、ケーキの硬さおよび弾力が他の試料より高いことが予想できた。

(2) 保存7日試料(表4)

保存7日の3種の試料の分析型官能評価では、ケーキの色はもち米粉添加試料が濃く、バターの香りは違いがなく、米粉の香りはもち米粉添加試料で高いが、いずれも有意差はなく、硬さはもち米粉微粒添加試料が有意に高かった。これらの項目の結果は、保存1日の試料と同様の傾向であった。

ケーキのきめでは、添加0%試料が有意に細かく、粉っぽさでは、もち米粉粗粒添加試料は、微粒添加試料、添加0%試料より有意

表4 もち米粉添加米粉ケーキの7段階評点法による分析型官能評価

評価項目	試料	保存1日試料 (n=16)			保存7日試料 (n=24)		
		添加0%	微粒20%	粗粒20%	添加0%	微粒20%	粗粒20%
きめの細かさ		4.2±1.7 ^y	5.0±1.2 ^x	3.3±1.3 ^z	4.9±1.1 ^x	3.7±1.2 ^y	4.0±1.3 ^{xy}
色の濃さ		3.3±0.9 ^y	4.3±1.1 ^x	4.5±0.9 ^x	3.9±0.7	4.3±0.7	4.4±0.9
バターの香り		4.2±1.3	3.8±1.3	5.0±1.0	4.3±1.3	4.0±1.2	4.1±0.9
米粉の香り		3.6±1.6	4.3±1.6	3.9±1.2	3.3±1.5	4.0±1.3	3.9±1.3
粉っぽさ		5.0±1.5 ^x	3.4±1.1 ^y	4.7±1.0 ^x	4.1±1.3 ^y	4.3±1.1 ^y	5.2±1.4 ^x
硬さ		3.3±1.1 ^y	4.3±1.4 ^x	4.0±1.2 ^{xy}	3.5±1.0 ^y	4.5±1.1 ^x	4.0±1.4 ^{xy}
弾力		2.8±1.2 ^z	4.7±1.4 ^x	3.8±1.3 ^y	3.8±1.4 ^{xy}	4.2±1.2 ^x	3.1±1.3 ^y
もろさ		5.3±1.0 ^x	3.2±0.9 ^y	4.8±0.9 ^{xy}	4.0±1.4 ^y	4.2±1.2 ^y	5.3±1.4 ^x

1) 値は平均値±標準偏差 2) x, y, z: 3種ケーキ間において、異符号は有意差あり(p<0.05)

に強いと識別された。

ケーキの弾力では、もち米粉微粒添加試料が4.2点で、保存1日試料と同様に最も高い値を示したが、添加0%試料と有意差はなく、粗粒添加試料は有意に低いと識別された。

もろさでは、粗粒添加試料が、微粒添加試料、添加0%試料より、有意にもろいと識別された。

保存1日試料と保存7日試料の結果を比べると、もち米粉粗粒添加試料では、米粉の香りおよび粉っぽさが強くなり、弾力が少なくなり、もろさが高くなる傾向を識別された。このことから、もち米粉粗粒20%添加試料は、保存による変化が大きいといえる。

(3) 3種ケーキの総合評価(表5)

保存1日の3種のケーキの総合評価では、微粒20%添加試料が有意に好まれ、粗粒20%添加試料は好まれなかった。

保存7日の3種のケーキの総合評価では、もち米粉添加0%試料と微粒20%添加試料は好まれたが、粗粒20%添加試料は有意に好まれなかった。

もち米粉微粒添加試料は、保存日数にかかわらず、好まれることがわかった。しかし、保存7日試料では、添加0%試料も好まれた。これは、分析型官能評価結果より考えると、もち米粉微粒20%添加試料は、保存1日で粉っぽさおよびもろさが低いのに対し、保存7日では、粉っぽさおよびもろさが添加0%試料より高い値を示したことから、粉っぽさ

表5 もち米粉添加米粉ケーキの総合的評価(順位法)

保存日数 (パネル)	添加0%	微粒20%	粗粒20%
1日 (n=16)	31	21	42
7日 (n=30)	48	50	78

** : p < 0.01

やもろさが嫌われ、米粉の香りも強いことから、パネルが慣れたうるち米粉ケーキを好んだことも考えられる。

4. おわりに

粒度の異なるもち米粉を10%、20%添加した米粉100%のケーキを調製し、もち米粉の添加が製品に与える影響を検討した。

ケーキの比体積、色度、物性、官能評価等から総合的に検討した結果、もち米粉を添加した米粉ケーキは保存により老化しにくい傾向を示し、嗜好的にも好まれた。もち米粉を用いる場合には、微粒もち米粉の使用が有効であると考えた。

参 考 文 献

- 1) 農林水産省(2017): 知ってる? 日本の食料事情, <http://www.maff.go.jp/j/zyukyu/>
- 2) 関東農政局(2012): 日本の食糧事情, <http://www.maff.go.jp/kanto/nouson>.
- 3) 農林水産省:平成23年度 食料・農業・農村白書, **92**, 96-98(2012).
- 4) 斎藤寛子ら: 山形県立米沢女子短期大学紀要, **42**, 93-99(2007).
- 5) 長沼誠子: 秋田大学教育学部研究紀要, **45**, 39-47(1993).
- 6) 橋場浩子ら: 聖徳栄養短期大学紀要, **34**, 13-17(2003).
- 7) 綿貫亜紀ら: 日本調理科学会誌, **37**(4), 18-25(2004).
- 8) 大崎聡子ら: 日本調理科学会誌, **45**(1), 9-18(2012).
- 9) 磯貝知美ら: 昭和女子大学生生活科学紀要, **770**, 64-73(2004).
- 10) 調理科学研究会: 『調理科学』, 260-261(光生館, 1984)
- 11) 大家千恵子ら: 調理科学, **19**(2), 110-118(1986).
- 12) 石田欽一: 愛知県食品工業技術センター年報, **36**, 28-35(1995).
- 13) 奥田弘枝ら: 広島女学院大学論集, **51**, 81-93(2001).