

パンの物理的性状に及ぼすもち米粉添加の影響 (1)

奥田 弘 枝, J. G. PONTE Jr.*

(2001年10月9日 受理)

The Effect of Glutinous Rice Flour on the Properties of Bread

Hiroe OKUDA and J. G. PONTE Jr.*

Abstract

Since there has been no study of bread using glutinous rice flour, this report is an examination of the effects on bread production and quality when glutinous rice flour is added to the ingredients.

Studies of bread and cake using non-glutinous rice flour in the ingredients have been reported. Glutinous rice flour is different from non-glutinous rice flour in the characteristics of dextrin. Its dextrin consists of 100% amylopectin, and this helps the dough expand and the high coefficient of viscosity may give bread stickiness which the Japanese would care for.

The processed form of glutinous rice is crushed grain. Its use in processed food is limited to rice cakes or Japanese cakes. It can be anticipated that glutinous rice flour might be used in making bread, which will be a new use for glutinous rice.

The combination proportion of basic ingredients of the bread is based on the AACC method, which was made the control sample. The effect of bread production with a proportion of glutinous rice flour from 5% to 20% instead of wheat flour was examined.

The bread with 5% glutinous rice flour added by was a little large in specific gravity compared with the control sample, and the specific volume was about 95% of the control sample. The hardness was almost the same as the control sample with the balance of the shape and rising (air bubbles) very good for bread. When glutinous rice flour was added, the coefficient of adhesion was characteristically large.

Bread with 10% glutinous rice flour added to the ingredients had an increased coefficient of gravity by 15% compared with the control sample, and the coefficient of volume was about 85% of the control sample. Some changes were observed in other physical properties, including a higher value of hardness.

The bread with glutinous rice flour added to the ingredients in a proportion of 15% had an increased coefficient of gravity by 37% compared with the control sample, and a coefficient of volume that was about 74% of the control sample. The value of hardness was about twice as hard as that of the control

* Department of Grain Science and Industry, Kansas State University

sample. It turned out to be hard bread. The coefficient of adhesion was of greater value than the bread with glutinous rice flour added by a proportion of 10%.

The bread with glutinous rice flour added to the ingredients in a proportion of 20% had a more increased coefficient of gravity, and the coefficient of volume was about 60% of the control sample. The balance of the shape was not good and rising (air bubbles) of the internal tissue was not even. The value of hardness was 5.5 times that of the control sample. The coefficient of adhesion was 4.4 times that of the control sample.

According to the results mentioned above, the maximum amount of glutinous rice flour to be added to wheat flour in the ingredients for bread turned out to be 10%. It was possible to make bread with a good flavor and texture by adding glutinous rice flour.

I 緒 言

前報¹⁾では、毎日のように食卓にのぼるパン製品に食物繊維の添加を試み、製パン性や、パンの品質に与える影響、及び食味等について検討した結果を報告した。

本報は、もち米粉をパンに添加することを試み、製パン性やパンの品質に与える影響、及び食味等について検討した結果を報告する。

うるち米粉（以下、米粉）を添加したパンやケーキに関する従来の研究は、米粉の粘度と損傷でんぷんの含量に関する研究や^{2,3)}、添加米粉の処理法^{4,5,6)}及び、米粉の品質⁷⁾等によるパン製品の性状に及ぼす影響等が明らかにされている。しかし、もち米粉を添加したパンに関する研究はまだ報告されていない。また、米粉を添加したパンの場合も製品や膨化状態や嗜好上の問題が指摘され、外観やテクスチャー特性に対する改善の課題も残されている。

今回、実験に用いたもち米粉は、米粉とはでんぷんの性質が異なり、100%アミロペクチンのみで構成されているため、膨潤しやすく、分枝状構造であるために、粘度が米粉よりはるかに大きい。また、パン焼成後の時間経過に伴う粘弾性の変化が少なく、老化しにくいのではないかと推察される。

もち米の食品原料としての加工形態は主に粒食であり、その加工食品に関しては、米菓・和菓子の用途に限られている。そこで、もち米を粉体として利用出来るパンに添加することによって、もち米の新規用途にも繋がるのが期待される。

なお、もち米粉添加パンの比較対象として、米粉添加パンについても検討したので、その結果も合わせて報告する。

II 実験方法

1. 基本材料

基本材料は、表1に示した。基本材料の配合割合は AACC 法⁸⁾に基づいたものとし、これをコントロールとした。基本材料の小麦粉は、製パン用強力粉“イーグル”(水分14.3%、たんぱく質12.0%、灰分0.38%)を用いた。

表1 基本材料

材 料	品 名	製 造 者
小麦粉	強力小麦粉 イーグル (70メッシュ) (水分14.3% 灰分0.38% 蛋白質12.0%)	日本製粉株式会社
砂糖	グラニュー糖 スズラン印	日本甜菜製糖株式会社
塩	精製塩	日本たばこ産業株式会社
ショートニング	クリスコ	Manufactured by Procter & Gamble Made in U.S.A
ドライイースト	顆粒 スーパーカメリア	日清製粉株式会社
イーストフード	(株) 西林パンで使用されているもの	(株) 西林パン
水	水道水	

添加材料のもち米粉は、広島県産のもち米高砂(1996年産)を胴搗製粉した、90メッシュのものを用いた。米粉は、山口県産、岡山県産の加工用米(1996年産)を、同じく胴搗製粉した、80メッシュのものを用いた。

2. 試料パンの調製

試料パンの調製方法は、松下電器産業 KK 製の自動ホームベーカリー (SD-BT100型) によって焼成した。

焼成後、30分間室温に放置後、Ritter Werk 社製のスライサーでパンの両端を 1.5 cm で 1 枚切り取り、以下 2.5 cm 幅で 4 枚切断して物理的特性の測定や品質評価に供した。

3. 測定方法

(1) パン生地 の測定方法

パン生地は、ミキソグラフ (ナショナル、マニファクチャリング株式会社製) によって測定し、そのグラフの面積を TAMAYA Planix (タマヤテクニクス株式会社製) によって測定後、生地エネルギーを算出した。さらにビスコグラフ (BURABENDER 株式会社製) によって、実

験に使用した強力粉（イーグル）、もち米粉、及び米粉の糊化開始温度、最高粘度、最低粘度、最終粘度、ブレイクダウン及びコンシステンシー等を測定した。

(2) パンの評価方法

パンの評価方法は、次の項目に従って測定し、評価を行った。

- ① 体 積 業種法により測定した。
- ② 重 量 焼成後、30分間室温に放置後の重量を測定した。
- ③ 比 重 パンの重量／パンの体積として算出した。
- ④ 比 容 積 パンの体積／パンの重量として算出した。
- ⑤ 焼 色 パンの外皮部と内相部に分け、色計測機器（ミノルタCR-200）でLab表色系（C光源）により測定した。
- ⑥ テクスチャーの測定 パンの硬さ、弾力性、凝集性等のテクスチャーの測定は(株)山電製のクリープメーター（RE3305）を使用した。
- ⑦ 品質評価 パンの品質評価は、日本パン科学会における方法とし、パップローフ採点表⁹⁾を用いた。

Ⅲ 結果と考察

1. もち米粉添加と製パン性への影響

小麦粉に対して5～20%のもち米粉を置換添加した場合の測定結果を図1～10に示した。

もち米粉5%添加パンは、無添加のコントロールに比べて重量が約1%増加したに過ぎないが（図1）、体積は約5%減少した（図2）。比重は約6%（図3）、比容積は約9.5%減少した

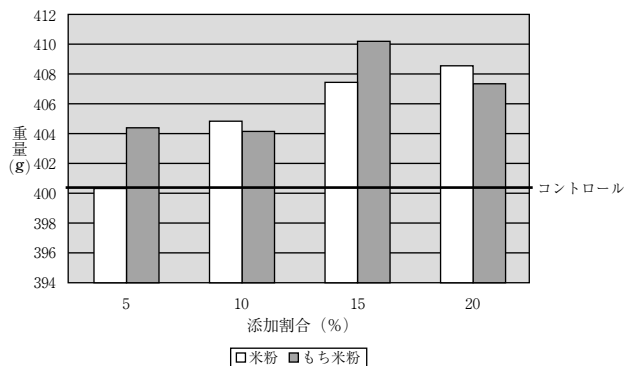


図1 重量

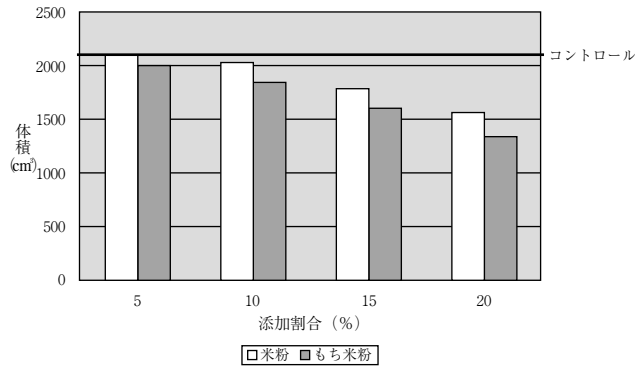


図2 体積

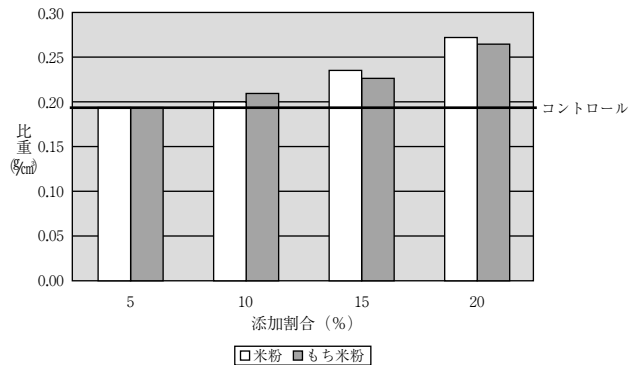


図3 比重

(図4)。理想的な比容積は4.5~5 (cm³/g) と言われているが、その数値は5.07 (cm³/g) であり、理想的な比容積の数値の範囲にあることから、製パン性は良好と言える。

パンとしての形均整率や内相のすだちも良好で、外観はコントロールとほとんど変わらなかった。

物性値にも余り変化が見られず、硬さもコントロールとほとんど変わらなかった(図5)。ガム性は約5%増加したが(図6)、凝集性は逆に約3%の減少で(図7)、数値的には微妙な変化と言える。もち米粉を添加した場合、付着性がやや大きいのが特徴的であった(図8)。パンのテクスチャーは約9%の増加であったが(図9)、ミキソグラフによる生地エネルギーの測定では、逆に約8%減少した(図10)。

米粉置換添加の場合は、いずれの値もコントロール(テクスチャー以外)に近かった(図1~10)。

もち米粉10%置換添加パンは、重量の変化はもち米粉5%添加のパンと変わらなかったが(図

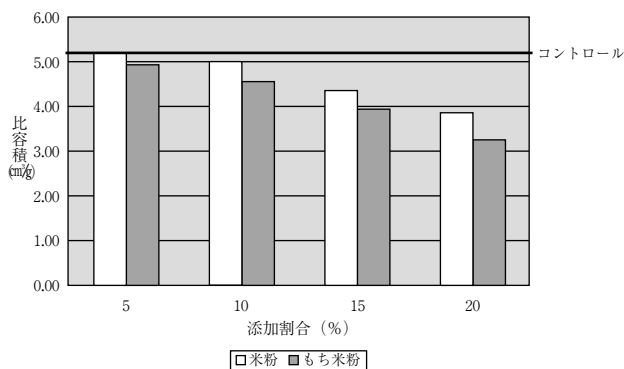


図4 比容積

1), 体積はコントロールに比べて約12%減少しており (図2), 比重は約16%増大した (図3)。これらの数値からも推測されるが, 比容積はコントロールの約90%に減少しており, その数値は4.72 (cm³/g) で, さらに膨潤度の減少がみられた (図4)。

物性値にもやや変化がみられ, コントロールに比べて凝集性はやや小さく (図7), 硬さ, ガム性の数値は約20~30%増大した (図5, 6)。凝集性は, もち米粉5%添加パンとほぼ同じ割

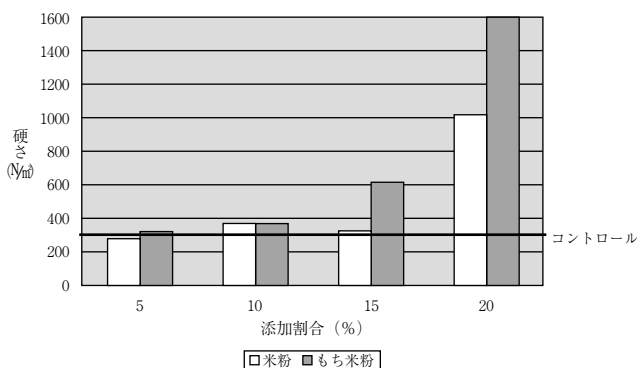


図5 硬さ

合の減少であった (図7)。付着性は, もち米粉5%添加の場合と同様に, 高くなる傾向がみられたが (図8), 生地エネルギーは減少した (図10)。

米粉置換添加パンの場合も, テクスチャー以外はもち米粉とほぼ同様の傾向を示したが, 体積 (図2), 比容積 (図4) の減少率は, もち米粉添加の場合よりも小さかった。

もち米粉, 米粉添加のいずれの場合も比容積の減少がみられた。小麦粉と置換することにより, 必要なガス保持に関係しているグルテンたんぱく質量に低下をきたし, 製パン性が大きく

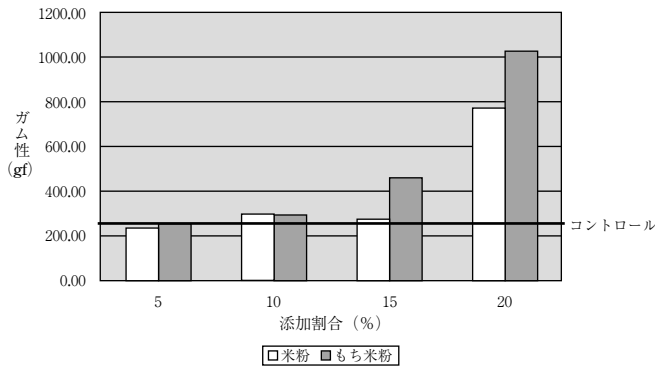


図6 ガム性

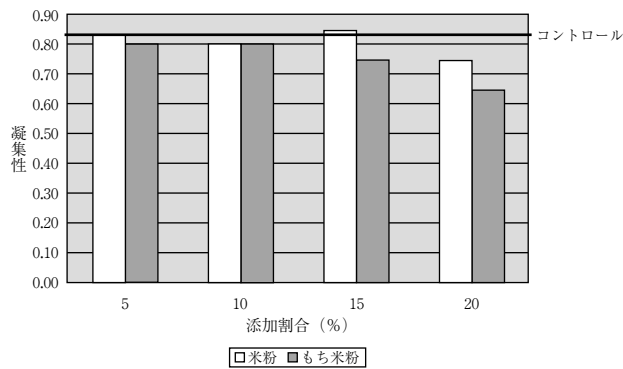


図7 凝集性

左右されたものと考えられる。

もち米粉15%置換添加パンは、重量はコントロールより約2.4%の増加であったが(図1)、体積は約24%減少したことからも(図2)、比重はコントロールの約1.4倍となった(図3)。比容積はコントロールの約80%と、さらに小さくなり(図4)、4.04 (cm³/g)の値で、内相のすだち状態も悪くなった。もち米粉が15%添加されることによって、グルテンの割合がさらに減少し、でんぷん割合の増加から来る膨化力の減少が、より明らかとなった。

膨化力の減少に伴って、硬さ、ガム性はいずれもコントロールの約2倍の数値となった(図5, 6)。凝集性は、もち米粉の添加量が多くなるに従って次第に減少するが、15%添加ではコントロールより約10%低下した(図7)。付着性はさらに高くなり、コントロールの約2倍となった(図8)。テクスチャーは、もち米粉5%添加した場合の約3倍の数値であったが(図9)、生地エネルギーは同じ傾向を示した(図10)。

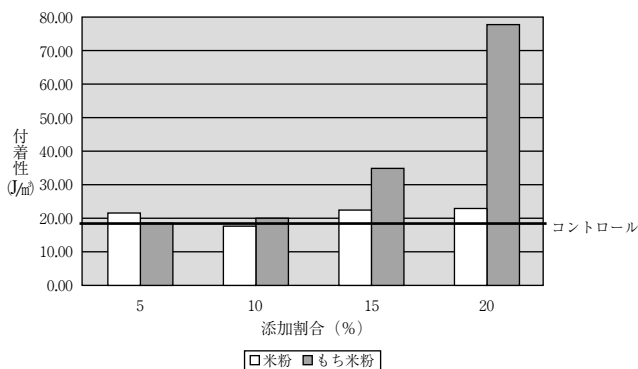


図8 付着性

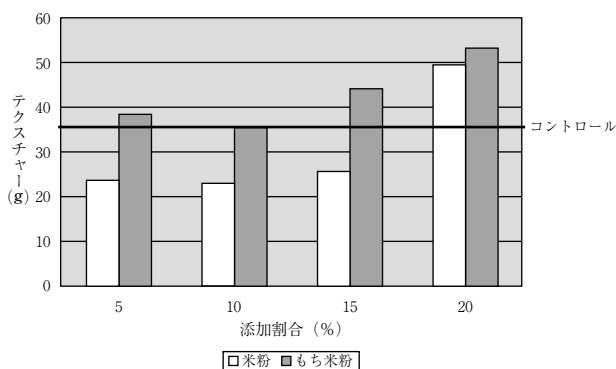


図9 テクスチャー

米粉を添加したものの方が、コントロールに比べて、もち米粉を添加した場合よりも、実験値の変動が小さかったが（テクスチャーを除く）、パンとしての風味は、もち米粉添加パンの方がより優れていた。

もち米粉20%置換添加パンの場合は、コントロールに比べて、重量は約1.7%多くなり（図1）、体積は64%に減少し（図2）、比重は1.6倍となった（図3）。比容積はコントロールの約63%で（図4）、最も減少率が大きく、その数値は3.38 (cm³/g)で、膨化状態は非常に悪くなった。

パンとしての形均整率が悪く、内相部のすだちも不均一でムラがみられた。硬さ、ガム性、付着性等の物性値はコントロールの4～5倍まで、増大した（図5, 6, 8）。

テクスチャーはコントロールの1.5倍と高い数値になったが（図9）、生地エネルギーはもち米粉添加量が増えても大きな変化はみられなかった（図10）。

もち米粉と米粉を比較すると、同じ添加割合では米粉添加の方が、硬さ、ガム性の数値が低

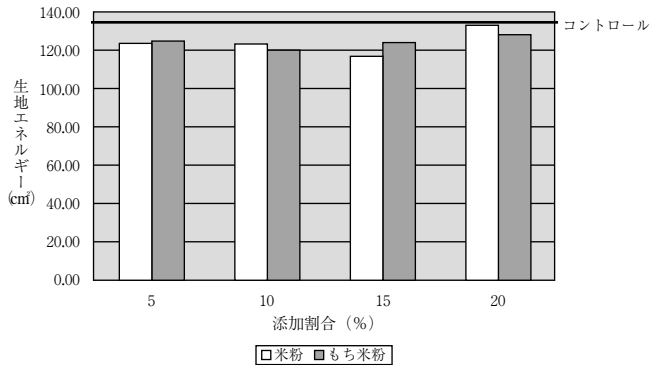


図10 生地エネルギー

かった。付着性は両者に大きな違いがみられ、米粉20%添加でもコントロールより約25%の増加に過ぎなかったが、もち米粉の場合は同じ添加割合で、約50%と高くなった(図8)。もち米粉添加では、アミロペクチンの影響が大きいものと考えられる。

もち米粉添加量が増えるに従い、パンの比重が次第に大きくなっていった。これに反比例して比容積は次第に小さくなった。その数値は、コントロールが5.24 (cm³/g) に対して、もち米粉5%添加で5.07 (cm³/g)、10%添加で4.72 (cm³/g)、15%添加で4.04 (cm³/g)、20%添加で3.38 (cm³/g) であった。

米粉添加の場合も、もち米粉添加とほぼ同じ傾向であったが、変化の度合は米粉添加の方が小さかった。

パンの容積と、小麦たんぱく質の含量(特にグリアジンとグルテニン)とは大きな関係があることは良く知られている。グルテンたんぱく質が膜状構造を作り、その膜の中でんぷん粒を抱えこむことによってパン生地の構造が出来上る。たんぱく質の中でも稀酢酸可溶性グルテンがパンの容積に大きく関係すると言われている¹⁰⁾。又、生地的小麦粉中の水溶性多糖類が生地の安定性に関係することが報告されていることから¹¹⁾、パンの容積に関係するのは単一の成分によるものではなく、もち米粉を加えることによる生地を構成する成分の割合の大きな変化や、成分の相互関係等、種々の要因が複雑に組み合わせられた結果であろうと推察される。

一方、小麦でんぷんにはグルコースが直鎖状に連結したアミロースと、 α -1,6結合により、枝分れした構造をもつアミロペクチンがあるが、これらのでんぷん分子が結晶状に集合してでんぷん粒を形成している。ここにアミロペクチン100%からなるもち米粉でんぷんが加わることによって、でんぷん粒を構成する成分の割合が大きく変化することになり、製パン性が大きく変化するのではないかと考えられる。

小麦粉のみを用いて、最も良い状態に形成されたパン生地は、生地形成中のたんぱく質と、で

んぷんの相互作用の結果として、滑らかなベール様の網目構造が形成される。この様な生地で焼き上げたパンは、内相のきめが細かく、薄いシートと単繊維から出来ているが、様々な添加物（小麦ふすま、オート殻等）を加えてそれらの影響を調べたところ、前述の様な構造が基本的にみられなかったと報告されている¹²⁾。添加物の割合が5%以下では、グルテンたんぱく質が薄まることから来る、予想される範囲の変化に過ぎなかったが、添加量が7%以上になると予想以上にパンの体積が小さくなったと述べている¹³⁾。今回の実験では、もち米粉5%添加で比容積はコントロールより約3%、10%添加で約10%、15%添加で約23%、20%添加で約37%それぞれ減少しており、添加量が増えるに従い、減少の割合はより大きくなっており、これらの報告を裏づけるものと言える。

パンの硬さ、ガム性、およびテクスチャーは、もち米粉添加量が増えるに従い数値が大きくなり、15~20%添加で、硬さ、ガム性はコントロールの2~4倍、テクスチャーは1.2~1.5倍となり、米粉添加の場合よりも大きく変化した。パンの比容積がこれらの硬さやガム性、テクスチャー等を決める重要な要因であると考えられる。これらの変化の速度や程度は比容積の増減に伴って直線的に変化すると言われている¹⁴⁾。しかし、生地エネルギーは、もち米粉添加量が増えても大きな変化がみられなかった。パン生地中のグルテンはSS結合で架橋した、たんぱく質のネットワーク構造を持っている。その物性は、弾性の部分をSS結合による架橋が受持ち、粘性の部分は、SH-SS交換反応の速度が関係しているのではないかとされている¹⁵⁾。そこへ添加物が増えられればそれらの何らかの影響によって、SS結合が切断されたり、SH化合物に変化が起きると、たんぱく質の立体構造や表面の状態が変化し、その結果、たんぱく質の相互作用が弱くなり、パン生地の物性に変化がみられるのではないかと考えられるが、もち米粉を添加すると、やや生地エネルギーは弱くなるが、添加量が増えても一定の法則性がみられないことから、グルテン、つまりたんぱく質への化学的影響は少ないものと考えられる。

もち米粉を添加した場合に物性値で特徴的なのは、付着性への影響であった。添加量が増えるに従い、付着性が増大した。もち米粉10%添加では、コントロールに比べて約1割程度の増加に過ぎなかったが、15%添加で約2倍、20%添加で約4倍以上それぞれ増大して、非常にモチモチした触感になった。米粉添加の場合は、15~20%添加でコントロールに比べて約2割増加したに過ぎなかった。この様にもち米粉添加パンはモチモチ感が特徴的であることから、白パンのみならず欧米で好まれているイングリッシュマフィンにも適しているのではないかと考えられる。このパンは比較的モチモチした触感を持ち、やや生焼けであることから、食べる前に餅のように、再加熱して供卓される。

もち米粉や米粉添加パンを試食した場合、より香ばしさが感じられたのは、もち米粉添加パンの方であり、特に外皮がカリッとしているのが特徴であった。パンの焼成中には、外皮、内

相ともに様々な変化が起きる。砂糖のカaramel化や、還元糖とアミン類の相互作用によるメラノイジン褐変反応等である。パンを好ましい風味にするのは、外皮の形成とこれらの褐変反応と言える。外皮中に褐変で作られた風味成分が、冷えるにつれて内相へ拡散し、パンの内部の風味を増すものと考えられる。又、でんぷんは熱分解してデキストリンが生成され、風味と味の成分が同時に形成される。焼成中のみならず、生地が発酵中の反応によっても様々な成分が生成され、パンの風味に関係する化合物（有機酸、アルコール、カルボニル、エステル等）としては、これまでに約150の成分が確認されている¹⁶⁾。これまでに述べて来た複雑な反応によって、より香ばしい風味と味が形成されるのは、もち米粉パンの方であった。

以上の結果から、パンの比容積、物性値等を総合的に判断して、もち米粉添加の限界は10%と言える。もち米粉を添加することによって、モチモチ感と香ばしい風味を特徴とするパン作りが可能となったが、比容積の改善が問題点として残された。そこで、比容積をより良くする為の実験を試みた。

2. もち米粉と膨化剤の添加量の違いによる製パン性への影響

もち米粉を添加した場合、前述の様に添加量が増えるに従い比容積の低下が著しい。そこで比容積低下の改善を試みた。比容積の低下を改善するには、まず第一にパンの膨張を促進させる必要がある。パンの膨張機構は、パン生地の熟成が起きると、パン酵母によって発生する炭酸ガス(CO₂)の圧力によって生地が押し上げられることによる。このパン酵母となるのが一般的なパン作りの際に添加させるイーストであることから、まず始めにその添加量を増加することを試みた。

AACC法⁸⁾に基づいた基本の配合割合でのドライイースト量は、1%であったことから、これをコントロールとした。AACC法⁸⁾での基本配合割合に基づいた場合、小麦粉に対するもち米粉の添加割合の限界は10%であったことから、小麦粉に対して最大限のもち米粉置換添加量をまず15%として、この添加量での比容積低下の改善を試みることにした。

小麦粉に対して、もち米粉を15%置換添加し、ドライイーストを1%添加した場合の平均比容積は4.04 (cm³/g)であった。これに対してもち米粉15%置換添加で、ドライイーストを2倍の2%に増やしたものの比容積は3.49 (cm³/g)となった(表2)。この結果から、ドライイーストを2%に増量してもパンの膨張は促進されないことが分かった。

良く膨化したパンが出来る過程は、①炭酸ガスの気泡によって、パン生地が良く膨れること、②そのパン生地を焼き上げる時、膨化した状態のままパンの組織が固定されることの2つに分けることが出来る。①はパン生地中のたんぱく質(グルテン)が主役であり、②が主役となるパン生地では、でんぷん粒、たんぱく質、脂質その他の成分が複雑に相互作用してパン生地

表2 膨化剤の添加量の違いによる製パン性 (もち米粉15%置換添加)

試料	測定項目									
	重量 (g)	体積 (cm ³)	比重 (g/cm ³)	比容積 (cm ³ /g)	硬さ (N/m ²)	ガム性 (gf)	凝集性	付着性 (J/m ³)	テクスチャー (g)	
ドライイースト										
1%添加	407.2	1,550	0.26	3.81	723	680.4	0.737	—	45	
	408.2	1,675	0.24	4.10	595	289.8	0.734	55.54	29	
	411.7	1,735	0.24	4.21	533	405.9	0.762	40.24	29	
平均	410.2	1,606	0.26	4.04	617	458.7	0.744	47.89	34	
ドライイースト										
2%添加	411.6	1,210	0.34	3.24	395	246.7	0.624	—	—	
	405.8	1,510	0.27	3.72	1,260	917.8	0.728	70.18	48	
	405.5	1,430	0.28	3.53	1,218	872.1	0.716	53.30	48	
平均	407.6	1,383	0.30	3.49	958	678.8	0.689	61.74	48	

の物性を示しているものと考えられる。いくら酵母の量が増えて、生成する炭酸ガス (CO₂) が増加しても、これを支えるグルテンのネットワーク構造がしっかり形成されていなければ、パンは膨化することは出来ない。従って、小麦粉中のグルテンの量が少なければネットワーク構造に大きな影響を受けることになる。でんぷん以外の成分は分子の形でパン生地 of 性質に関与するが、小麦でんぷんは直径 2~20 μm、もち米粉でんぷんは 2~7 μm であることから、生地中では分子としての挙動は示さない。パンにおけるでんぷんの役割はコンクリートにおける砂利に相当すると考えられる。パンの組織を光学顕微鏡で見ると、でんぷん粒は膨潤して細長くなり、グルテン繊維に包まれて散在している¹⁷⁾。すなわち、グルテンのネットワーク構造が重要となる。パン生地中でのでんぷん粒はこれらの組織構造から、グルテンのたんぱく質との相互作用はさほど大きいものではないと言えるが、グルテンとでんぷんの量のバランスが崩れると、膨化にも影響が出てくるものと考えられる。そこで、別の面から膨化低下の改善に取り組むことにした。

パンの比容積低下の改善には、酵素の添加が効果的であるという報告があることから¹⁵⁾、今後、引き続き様々な種類の酵素添加を試みる実験を行う予定である。

IV 要 約

もち米粉を、パンに添加することを試み、製パン性や、パンの品質に与える影響、及び食味等について検討した結果、以下のことが明らかになった。

1. 小麦粉に対してもち米粉を 5%, 10%, 15%, 及び 20% の割合で添加したところ、もち米

粉添加量が増えるに従い、パンの比重が次第に大きくなった。これに反比例して比容積は次第に小さくなった。又、物理的な特性には大きな変化がみられた。

2. もち米粉を添加した場合、付着性への影響が特徴的であった。もち米粉の添加量が増えるに従い、付着性が増大した。
3. 小麦粉に対する、もち米粉添加量の限界は10%であった。
4. もち米粉を添加することによって、モチモチ感と、より香ばしい風味を特徴とするパン作りが可能となった。
5. もち米粉を添加した場合、添加量が増えるに従い、比容積の低下が著しいが、AACC 法⁸⁾の2倍の膨化剤の使用を試みたが、比容積の改善は認められなかった。

実験にご協力頂いた杉原智子さん、高井佳奈さんに対し厚くお礼申し上げます。

文 献

- 1) 奥田弘枝, J. G. Ponte Jr.: 広島女学院大学論集, 第49集 (1999)
- 2) 高野博幸, 豊島英親, 小柳 妙, 田中康夫: 食品総合研究所研究報告, 48, 52 (1986)
- 3) 高野博幸, 豊島英親, 渡辺敦夫, 小柳 妙, 田中康夫: 食品総合研究所研究報告, 49, 85 (1987)
- 4) 穴戸功一, 江川和徳: 新潟県食品研究所研究報告, 27, 21 (1992)
- 5) 長沼誠子, 畑江敬子, 島田淳子: 日本家政学会誌, 45, 783 (1994)
- 6) 高野博幸, 山方次郎, 花木 満, 小柳 妙, 田中康夫: 食品総合研究所研究報告, 34, 35 (1979)
- 7) 長沼誠子: 秋田大学教育学部研究紀要 (自然科学), 45, 39 (1993)
- 8) American Association of Cereal Chemists: Approved Methods of AACC, Method 10-11
- 9) 柴田茂久, 中江利昭: 小麦製品の知識, 144, 幸書店, 東京 (1995)
- 10) Preston, K.R. and Tipple, K.H.: *Cereal Chem.*, 59, 449 (1982)
- 11) Schroeder, F. and Hosney, R. C.: *Cereal Chem.*, 55, 348 (1978)
- 12) Pomeranz, Y., Shogren, M. D., Finney, K. F. and Bechtel, D. B.: *Cereal Chem.*, 54, 25-41 (1977)
- 13) Pomeranz, Y., Meyer, D., and Seibel, W.: *Cereal Chem.*, 61, 53-59 (1984)
- 14) Axbord, D. W. E., Colwell, K. H., Cornbord, L. J., and Elton, G. A. H.: *J. Sci. Food Agric.*, 95-101, (1968)
- 15) 田中康夫, 松本 博: 製パンプロセスの科学, 45, 83, (株)光琳, 東京 (1991)
- 16) Pomeranz, Y., Rubenthaler, G. L., and Finney, K. F.: *Food Technol.*, 18, 138-140 (1964)
- 17) 星野忠彦, 高野敬子, 松本エミ子: 食品組織学, 215, (株)光生館, 東京 (1998)