

## 国産もち小麦「もち姫」を含む国産小麦パンの製パン性 および特徴的物性の解析

Bread-making Qualities and Analysis of the Characteristic Physical Properties of Bread Made from Domestic Wheat Flour Containing Domestic Waxy Wheat Flour (*Mochihime*)

長澤 幸一\*<sup>§</sup> 田引 正\* 西尾 善太\* 伊藤美環子\*

Koichi Nagasawa Tadashi Tabiki Zenta Nishio Miwako Ito

中村和弘\*\* 谷口義則\*\* 山内宏昭\*

Kazuhiro Nakamura Yoshinori Taniguchi Hiroaki Yamauchi

The bread-making qualities and an analysis of the physical properties of bread and bagels made from wheat flour containing *mochihime* domestic waxy wheat flour, were investigated. *Mochihime* was blended at 0-50% with *yumechikara* domestic extra-strong wheat flour or camellia foreign strong wheat flour. The specific loaf volume of the bread samples decreased with increasing *mochihime* content in each blend, while the opposite occurred with bagels whose volume increased. Breadcrumbs made from the blended *mochihime* and *yumechikara* flour were softer than those made from blended *mochihime* and camellia flour. The rate of bread staling decreased with increasing *yumechikara* content, while the cohesiveness of both kinds of bread tended to decrease with increasing *mochihime* content. It is thought that this decrease in cohesiveness was due to the increased glutinous sensation by adding *mochihime*. It is considered that soft and glutinous domestic flour bagels, which would be liked by the Japanese, could be made by using blended wheat flour of *yumechikara* with 40% of *mochihime*.

キーワード：もち小麦粉 waxy wheat flour；超強力粉 extra strong wheat flour；製パン bread-making；ベーグル bagel；物性 physical property

### 緒 言

近年、小麦品種の育成の分野では、製パン適性に優れ、且つ農業特性に優れた国産小麦の新品種が次々と開発され、着実な普及活動が進められている。例えば、北海道産のパン用小麦では、国産の中では製パン性が優れているパン用小麦の「春よ恋」<sup>1,2)</sup>、中力粉とのブレンドにより国産の中では優れた製パン性を発揮するパン用小麦「ゆめちから」<sup>3-5)</sup>などが、品質のみならず、耐病性に優れたパン用小麦として挙げられる。

一方、世界に先駆けて育成された農業特性、小麦粉品質の優れたもち小麦品種「もち姫」は、その新規性、独創性から非常に注目され、もち性をもたらす新食感の食品の開発が期待されて用途開発が行われてきた<sup>6)</sup>。

しかしながら、差別化可能な固有の用途が十分に開発できていないのが現状である。特に消費の多いパン製品においては、もち小麦のもち性デンプンの特徴を最大限生かし、且つ製パン性に優れた国産小麦を原料とした小麦粉の開発

は十分になされていない。また、小麦関連業界から求められているもち小麦を用いたパンの特徴的食感に関する科学的な基礎的解析等についても十分な研究が行われていない状況である。

「もち姫」は、デンプン中にアミロースを殆ど含まず、そのもち性の小麦粉は従来の小麦粉とは大きく性質が異なり、糊化温度が低い、膨張性が高い、食品にもちもち感、しっとり感を与えるなどの特徴を持っている<sup>6)</sup>。これまでに「もち姫」を用いた南部せんべい、新粉餅、ロールケーキが開発されており、新感覚の食感が高く評価されている。

「もち姫」のようなもち小麦粉をパンに用いた場合、単独では特徴のあるもちもち感をもたらすものの、製パン性が悪く、得られたパンが焼成後ケービングする等の欠点があり<sup>7,8)</sup>、パンに使用する場合にはかなり改善が必要である。このことは、「もち姫」のタンパク質含量が通常10%程度であり、パンに用いるには低いこと、デンプンの糊化温度が通常のうるち性小麦粉よりも約20℃低い<sup>6)</sup>ため、パン焼成中に中温域で速やかにデンプンの糊化が進み、溶け出した際にグルテンとデンプンにより形成される泡壁のガス保持力が悪くなること、焼成後のパンのデンプン物性が弱く、収縮してしまうこと等が考えられる。このため「もち姫」使用の高品質のパンを創り出すには、グルテンの添加や他の製パン性に優れた小麦粉とのブレンドが有効と考えられる。

前者は麩質の強化によりもち小麦粉の製パン性の向上が

\* (独)農研機構 北海道農業研究センター  
(National Agricultural Research Center for Hokkaido Region)

\*\* (独)農研機構 東北農業研究センター  
(National Agricultural Research Center for Tohoku Region)

<sup>§</sup> 連絡先 (独)農業・食品産業技術総合研究機構 北海道農業研究センター 芽室研究拠点 パン用小麦研究チーム  
〒082-0081 北海道河西郡芽室町新生南9-4  
TEL 0155(62)9210 FAX 0155(62)9210  
E-mail : nagako@affrc.go.jp

## 国産もち小麦「もち姫」を含む国産小麦パンの製パン性および特徴的物性の解析

期待できるが、「もち姫」が高含量の場合、デンプン特性に由来するガス保持力の低さを改善することはあまり期待できない。それゆえ、製パン性に優れた小麦粉とのブレンドにより、デンプンのゲル特性とガス保持性を改善することが有効であると考えられる。

そこで、本研究では中力粉とのブレンドに適性のある国産のパン用小麦「ゆめちから」および製パン性に優れている市販の外国産小麦を原料とした強力粉とのブレンドにより「もち姫」の食感の特徴を生かしつつ、製パン時の弱点の補強、品質の向上が可能かどうか検討した。

本研究で使用するパン用小麦「ゆめちから」（北海道農業研究センター試験栽培サンプル）の小麦粉のタンパク質含量は13.2%であり、「もち姫」とブレンドすることでグルテンの量と質の向上が見込める。

また、「ゆめちから」はWx-B1タンパク質を欠損したやや低アミロースの品種であることが明らかとなっているため<sup>9)</sup>、高アミロースの小麦粉とのブレンドによるものよりも「もち姫」の特徴的なもちもち感を損なわず、且つ老化しにくいパンを創出できると予想される。

このようなパン用小麦の粉の特性を活かし、「もち姫」含有のもちもち食感のパンとして、食パン、ベーグルを製作し、製パン特性および特徴的食感の物理的解析を行った。

## 実験方法

### 1. 試料小麦粉

小麦粉は、「もち姫」（2008(平成20)年度産、東北農業研究センター試験栽培サンプル）の粉（タンパク質含量10.2%、灰分0.45%、60%粉の明度（L値）85.3、以下「もち姫」は「もち姫」の小麦粉を指す）、パン用小麦「ゆめちから」（2009(平成21)年度産、北海道農業研究センター試験栽培サンプル）の粉（タンパク質含量13.2%、灰分0.44%、60%粉の明度（L値）88.2、以下「ゆめちから」は「ゆめちから」の小麦粉を指す）を用いた。比較として製パン性に優れている市販の外国産小麦を原料とした強力粉「カメリヤ」（日清製粉製、タンパク質含量11.7%、灰分0.39%、（L値）88.7）を用いた。なお、タンパク質、灰分含量は水分含量13.5%ベースの値である。「もち姫」および「ゆめちから」はそれぞれ昔原製粉製麺工業および江別製粉で製粉し、60%粉として得た。

### 2. 製パン試験

#### 1) 食パンの製法

食パンの製法はノータイム法で行った<sup>3)</sup>。製パン材料の配合は、小麦粉200g、砂糖10g、食塩4g、ショートニング10g、イースト4g、L-アスコルビン酸0.02g、蒸留水133~143mlとした。小麦粉は、「ゆめちから」100%および「ゆめちから」に「もち姫」を10%、20%、30%、40%、50%置換添加したもの（「ゆめちから」ベース）を用いた。また、「カメリヤ」100%および「カメリヤ」に「もち姫」

を10%、20%、30%、40%、50%置換添加したもの（「カメリヤ」ベース）を用いた。砂糖は三井製糖製のグラニュー糖、食塩は塩事業センターの精製塩、ショートニングはカネカ製のスノーライト、イーストは日本甜菜製糖製のレギュラーイースト、L-アスコルビン酸は和光純薬製の特級試薬を使用した。

吸水量は、各小麦粉のファリノグラフでのミキシングテストで500B.U.を示す吸水量を基本に実際のミキシング時の生地形成を確認しながら決定した。生地の最適ミキシング時間は、ミキシングモーターの電流値のピークを指標にして山内らの方法<sup>3)</sup>に準じて決定した。吸水量は、「ゆめちから」ベースの「もち姫」0%、10%、20%、30%、40%、50%添加ブレンド粉では、それぞれ143ml、142ml、141ml、139ml、138ml、137mlとした。「カメリヤ」ベースの「もち姫」0%、10%、20%、30%、40%、50%添加ブレンド粉では、それぞれ135ml、135ml、134ml、134ml、133ml、133mlとした。

上記配合の材料を100—200gピンミキサー（ナショナルMFG製）でミキシング（捏ね上げ温度30℃）し、得られた生地から100gを2個分割し、製パン試験に供した。残りの生地から20gずつを分割し、ベンチタイム（30℃、湿度85%）20分を経て、生地のガス発生量の測定、生地真空膨張試験<sup>10)</sup>に供した。

製パン工程は、生地の丸め処理後、30℃、湿度85%の条件でベンチタイムを20分間とり、シーター、モルダー（ナショナルMFG製）を通した生地をワンローフ型に成型した。成型生地を型枠に入れ、38℃、湿度85%で70分の最終発酵を行った後、200℃で25分焼成した。

#### 2) ベーグルの製法

ベーグルの材料の配合は、小麦粉200g、砂糖14g、食塩3g、ショートニング14g、イースト3g、L-アスコルビン酸0.006g、蒸留水118~126mlとした。小麦粉は、「ゆめちから」100%および「ゆめちから」に「もち姫」を30%、40%、50%添加したもの（「ゆめちから」ベース）と「カメリヤ」100%および「カメリヤ」に「もち姫」を30%、40%、50%添加したもの（「カメリヤ」ベース）を用いた。

吸水量およびミキシング時間は食パンの場合と同様の方法で決定した。吸水量は「ゆめちから」ベースの「もち姫」0%、30%、40%、50%添加ブレンド粉では、それぞれ126ml、125ml、124ml、123mlとした。「カメリヤ」ベースの「もち姫」0%、30%、40%、50%添加ブレンド粉では、それぞれ123ml、122ml、120ml、118mlとした。

上記配合の材料を食パン同様にミキシングし、30℃、湿度85%の条件で60分発酵させた。次に生地を100gずつ3個に分割し、ベンチタイム15分を経た後に成形し、38℃、湿度85%で15分の最終発酵を行った。その後、沸騰水中で1分間湯通しし、1分間乾燥後に200℃で19分焼成した。なお、分割工程で残った生地は20gずつ分割し、生

地のガス発生量の測定に供した。

### 3) 生地, パンの評価

#### i) 生地のガス発生量の測定<sup>3)</sup>

生地のトータルガス発生量は, ファーモグラフ (ATTO AF-1100-20) を用いて生地 20 g (n=2) の二酸化炭素発生量を 5 分ごとに測定した。

#### ii) 生地真空膨張試験<sup>10)</sup>

生地 20 g (n=2) を 500 ml 用メスシリンダーに入れ, 真空デシケーター中で減圧しながら生地を膨張させ, 生地の高さを測定して評価した。

#### iii) 比容積の測定

パンの比容積は室温で 1 時間冷却したパンを用いて菜種置換法<sup>11)</sup> で求めた。

#### iv) 物性測定

食パンクラムより縦 30 mm×横 30 mm×高さ 20 mm 角に切り出したものをクリープメーター (山電 RE-3305 S) により, 角柱状プランジャー (40 mm×40 mm) を用いて, スピード 5 mm/sec, 10 mm まで圧縮した場合の応力カーブから硬さ, 凝集性を測定した。

ベーグルのクラムより縦 20 mm×横 20 mm×高さ 15 mm 角に切り出したものを卓上物性測定器 (山電 TPU-2 S) により, 円柱状プランジャー (φ40 mm), スピード 5 mm/sec, 5 mm まで圧縮した場合の応力カーブから硬さ, 凝集性を測定した。

有意差の検定は, t 検定および Tukey の方法による多重検定を実施した。

#### v) パンの老化試験

パンの老化試験は, 比容積測定後のパンをビニール袋中に密閉し, 20°C, 相対湿度 70% で保存したものについて経時的にクラムの物性測定を行って評価した。

### 4) 官能評価

官能評価は評点法で行った。焼成 1 日後のベーグルを用い, 底面からの高さ 5 mm から 20 mm の間を水平方向に切り出した厚さ 15 mm のクラムの白さ, 硬さ, もちもち感, のどごしについて, 7 名パネラー (年齢は 30 代, 40 代, 男女比 2:5) で「もち姫」無添加のサンプルを基準に +4 点~-4 点までの評点で評価した。各検査項目に対し 0 点: 同じ, +1 点, -1 点: わずかに差が認められる, +2 点, -2 点: 少し差が認められる, +3 点, -3 点: 差が認められる, +4 点, -4 点: 非常に大きな差が認められるという 9 段階で採点した。のどごしについては飲み込み易い場合にプラスの評点とした。

### 結果および考察

#### 1. 食パン配合での製パン性試験結果

##### 1) 生地の発酵特性

食パン生地のトータルガス発生量を Fig. 1 に示した。「ゆめちから」ベースでは, 発酵時間 150 分までは「もち姫」

の添加量の増加に伴いトータルガス発生量がやや低下する傾向が認められた。一方, 「カメリヤ」ベースでのトータルガス発生量は, 「もち姫」の添加の影響をほとんど受けなかった。

生地のガス保持力の測定結果を Fig. 2 に示した。その結果, いずれのブレンド粉においても「もち姫」添加量の増加に伴いガス保持力が低下する傾向が見られた。

##### 2) 製パン性

食パンの比容積および食パン断面の写真を Fig. 3 に示した。「ゆめちから」ベース, 「カメリヤ」ベースのいずれにおいても「もち姫」の添加量の増加に伴い比容積が低下する傾向が認められ, 50% 添加では無添加の 9 割程度であった。このことは, 「もち姫」添加量増加に伴うタンパク質含量の低下, 生地の発酵特性, 特にガス保持力の低下 (Fig. 2) によるもの考えられる。結果は示さないが, 「もち姫」のみで食パンを焼成すると, 焼成中にガスが生地から抜け出

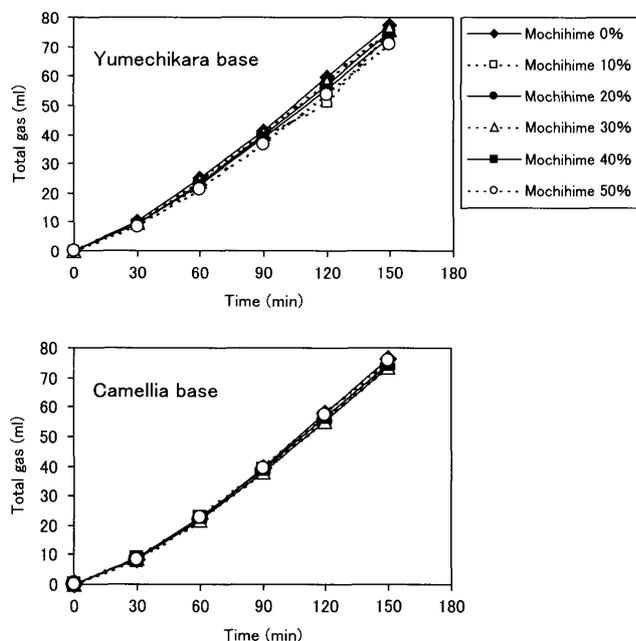


Fig. 1. Production of gas of doughs containing Mochihime flour.

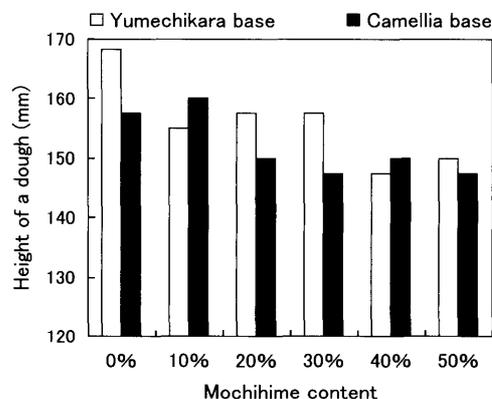
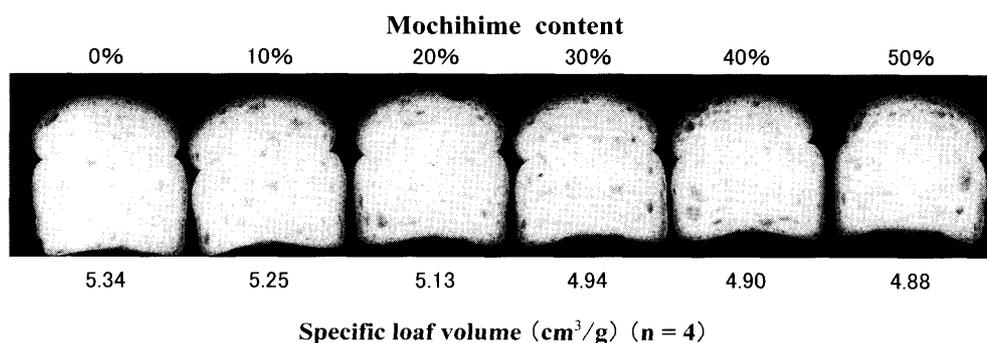


Fig. 2. Gas-retaining property of doughs containing Mochihime flour under the condition of 730 mmHg

## 【Yumechikara base】



## 【Camellia base】

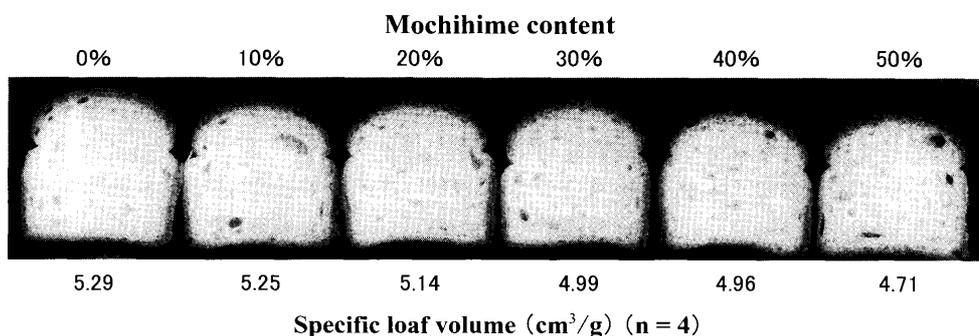
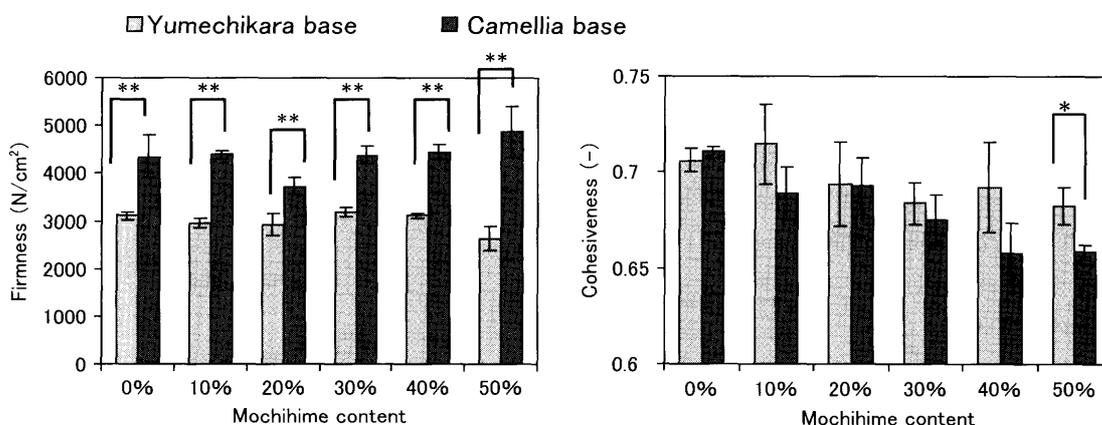


Fig. 3. Specific loaf volume and photographs of cross-section of breads containing Mochihime flour.

Fig. 4. Firmness and Cohesiveness of bread crumbs containing Mochihime flour. (n=3)  
Differences between Yumechikara base and Camellia base of the same Mochihime content were evaluated by t test. \*p<0.05, \*\*p<0.01

している様子が観察された。これは、「もち姫」のグルテンの量の低さに加え、デンプン特性がガス保持に影響するためと考えられる。アミログラムによる「もち姫」の糊化開始温度が56.9℃、最高粘度時温度が65.2℃と通常のうるち性の小麦粉のそれぞれの値よりも約20℃低いため<sup>6)</sup>、焼成時の温度上昇に伴いデンプンの糊化(溶解)が速く進み、グルテンとデンプンにより形成される泡壁のうち、溶解部分からガスが抜けやすくなるためと考えられる。

「ゆめちから」ベースと「カメリア」ベースの比較では、比容積に差がなかった。

外観については、写真より「もち姫」の含量が増加するとケービングの程度も増すことが認められ、「ゆめちから」ベースでは顕著であった。この原因として「ゆめちから」ベースの場合、吸水量が多いこと、低アミロースであることが関係していると考えられた。パンのケービングを抑制するには、吸水量が少なく、やや高アミロース含量の小麦粉とのブレンドが効果的であると考えられる。

## 3) 物性測定結果

焼成1日後のクラムの硬さと凝集性の結果をFig. 4に示した。両ベース間の差異は硬さに顕著に表れ、凝集性には

それほど表れなかった。硬さでは「ゆめちから」ベースの方が「カメリヤ」ベースよりも有意に柔らかいという結果が得られた。「ゆめちから」ベース、「カメリヤ」ベースとも「もち姫」の添加による硬さの変化は小さかった。凝集性ではいずれも「もち姫」の添加量が増すほど凝集性が低下する傾向が認められ、「カメリヤ」ベースの方が顕著であった。この低下は「もち姫」添加量の増加に伴いもちもち感が増したためと考えられる。

なお、Tukeyの方法による多重検定の結果、硬さでは、「ゆめちから」ベースの「もち姫」30%添加と50%添加の間および「カメリヤ」ベースの20%添加と50%添加の間において有意水準5%で有意な差が認められた。凝集性では、「カメリヤ」ベースのそれぞれ「もち姫」無添加と30%添加、無添加と40%添加、無添加と50%添加、20%添加と40%添加および20%添加と50%添加の間において有意水準5%で有意な差が認められた。

また、老化試験の結果をFig.5に示した。その結果、「ゆめちから」ベースでは、「もち姫」無添加および10%添加で老化が遅く、3日後まで硬くなりにくく、30%添加以上では老化が速まる傾向が認められた。「カメリヤ」ベースでは、「ゆめちから」ベースよりも老化が進みやすく、30%添加以上で老化が進みやすい傾向が認められた。

「ゆめちから」ブレンド粉のパンクラムの老化抑制効果については、「きたほなみ」(2008(平成20)年度、北海道農業研究センター試験栽培サンプルの粉)を原料とした中力粉とのブレンド試験でも実証され、製パン性に優れている輸入小麦銘柄「1CW」および「HRW」のブレンド粉よりも老化抑制効果があることが認められている<sup>5)</sup>。さらに、「ゆめちから」75%、「きたほなみ」25%のブレンド粉では、「カメリヤ」よりもクラムの老化が抑制されていた<sup>5)</sup>。本

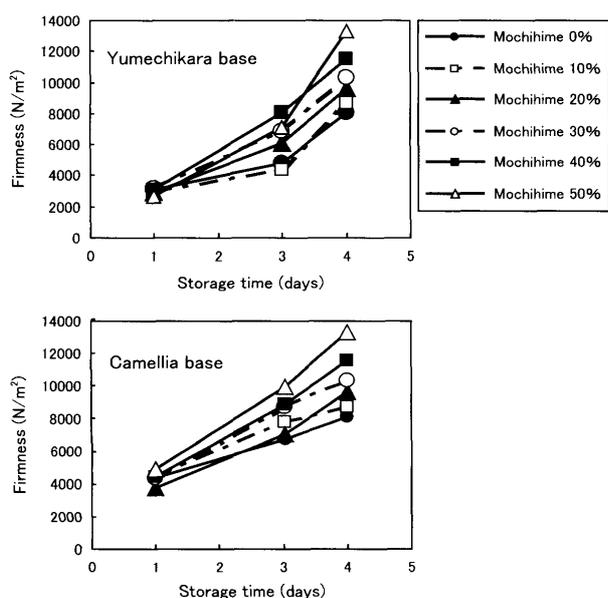


Fig. 5. Effect of the addition of Mochihime flour on time-dependent change of firmness of bread crumbs.

研究においてもそれを支持する結果が得られた。その要因として、吸水量が高いことと、デンプンが外国産小麦を原料としたパン用の小麦粉のものよりもやや低アミロースであるためと考えられる<sup>9)</sup>。

クラムの凝集性の経時変化についてFig.6に示した。「ゆめちから」ベース、「カメリヤ」ベースとも凝集性が経時的に低下し、「もち姫」の添加量が増すほどより低下する傾向が認められた。この傾向は、「カメリヤ」ベースの方が顕著であった。このことは、Fig.5の硬さの経時変化に関連して、クラムの老化が進み、硬く復元力の無い状態になったためと考えられる。

以上より、「もち姫」の添加によりクラムのもちもち感を付与させることができるが、添加量が増すほど老化しやすくなる傾向が認められた。クラムを柔らかくし、老化を遅らせるためには「ゆめちから」とのブレンドが効果的であることが明らかとなった。また、さらにバイタルグルテンの添加により、特にもち小麦含量15~30%における比容積、柔らかさを増大できる可能性があり<sup>12,13)</sup>、他材料との併用により品質が向上する余地があると考えられる。

## 2. ベーグル配合での製パン性試験結果

ベーグルは、食パンではボリュームの出にくい国産小麦を原料とした小麦粉単独でも外国産小麦を原料とした強力粉に近い品質のものが作成できる<sup>14,15)</sup>とされているが、「もち姫」のデンプン特性を考慮すると、製パン性に優れた粉とのブレンドが効果的と考えられる。本研究では、以下の観点から「もち姫」ブレンド粉使用のベーグル製パン試験への着想に至り、特に、「ゆめちから」と「もち姫」のブレンド粉により、柔らかくもちもち感を好む日本人の嗜好に合ったベーグルが作成できると考えた。

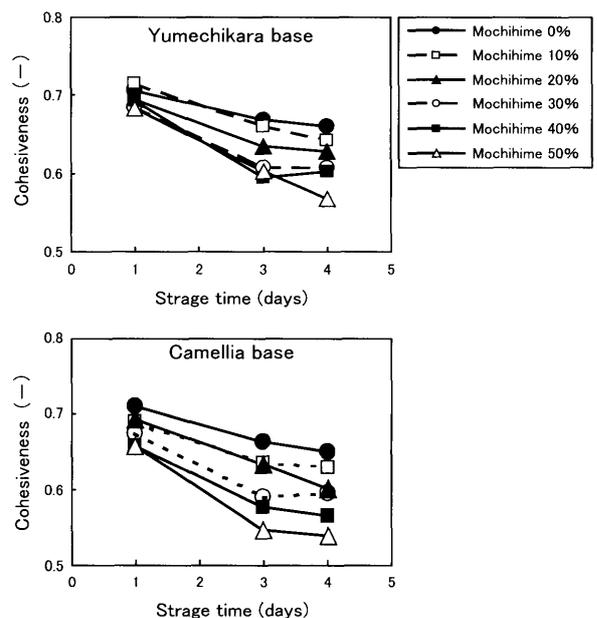


Fig. 6. Effect of the addition of Mochihime flour on time-dependent change of cohesiveness of bread crumbs.

## 国産もち小麦「もち姫」を含む国産小麦パンの製パン性および特徴的物性の解析

食パンの試験において、特に「ゆめちから」ベースは、焼成後ケービングしやすくなった。通常、ケービングはパンの外観の評価を損なうものとされるが、ベーグルの製法では沸騰水中で茹でる工程で生地の上層を固めるため、ケービングが防止できると考えた。

さらに、食パンの試験より「ゆめちから」ベースはクラムが柔らかく、老化しにくいという結果が得られており、「もち姫」が付与するもちもち感を有し、柔らかく、硬くなく、品質のものが得られると考えた。

以上を踏まえ、ニューヨーク式ベーグルとは異なり、柔らかく、もちもち感があり、老化しにくい品質のベーグルの創出を試みた。なお、副原料に製パン性向上に寄与し、老化防止効果の有る油脂（カネカ製のスノーライト）を使用している。

## 1) 比容積および外観

「もち姫」を30~50%添加したベーグルの比容積および外観の写真をFig.7に示した。比容積は、「ゆめちから」ベースの方が「カメリヤ」ベースよりも大きく、「もち姫」の添加により比容積が増大した。いずれも「もち姫」添加量40%まで比容積が増大し、50%添加で比容積がやや低下した。食パンの結果(Fig.3)と異なり、ベーグルでは「もち姫」添加量40%までは比容積の増大を可能にした。ベーグル生地のトータルガス発生量は食パンの場合と同様の傾向であった。したがって、発酵特性が比容積向上に関与していないと示唆された。

外観の写真より「もち姫」を添加したベーグルは無添加よりも焼き色が濃く、特にタンパク質含量が高い「ゆめち

から」ベースの方は焼き色が濃くなった。また、いずれのブレンドにおいてもケービングは認められず、1分間茹でることにより、糊化デンプンと変性グルテンから形成された外皮が焼成後も形状を維持できたためと考えられる。

茹で時間に関しては、ベーグルの体積、重量およびクラムの評価に影響を及ぼすことが報告されている<sup>16)</sup>。原らは、本研究と同じ重量の100gの生地に対して茹で時間40~50秒がベーグル官能評価の評価が最も良いという結果を報告し、茹で時間が増すと体積が減少することを報告している<sup>17,18)</sup>。本研究の条件でも外観上の目的は達成できたが、茹で時間を詳細に検討することにより、さらにボリュームを増大させたベーグルが焼成できる可能性がある。また、クラムの気泡の状態は「もち姫」を添加しても差が無かった。

## 2) 物性測定結果

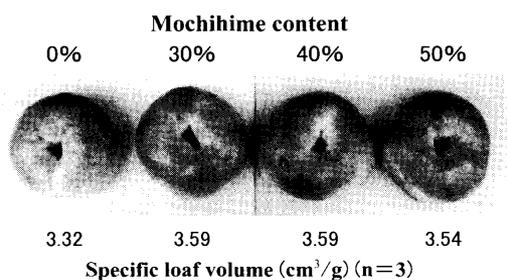
焼成1日後のクラムの物性測定の結果をFig.8に示した。ここでは「ゆめちから」ベースの結果を示した。「カメリヤ」のみに比べて「ゆめちから」のみの方がクラムが有意に柔らかかった。また、「もち姫」30%および40%添加によりさらに柔らかくなる傾向が認められ、比容積をほぼ反映した結果であった。Tukeyの方法による多重検定の結果、「カメリヤ」と「ゆめちから」ベース全てとの間において有意水準5%で有意な差が認められた。

データは示していないが、「カメリヤ」ベースも「もち姫」30%および40%添加により柔らかくなる傾向であったが、いずれも「ゆめちから」ベースの約2倍の硬さの値であった。

また、老化試験の結果をFig.9に示した。「ゆめちから」ベースでは、「もち姫」無添加および30%添加で老化が遅く、40%添加以上になると老化が速まる傾向が認められた。「カメリヤ」では、「ゆめちから」ベースよりも1日目の硬さが著しく硬く、「ゆめちから」よりも老化が進みやすかった。

「ゆめちから」ベースのクラムの凝集性の経時変化につ

## 【Yumechikarabase】



## 【Camellia base】

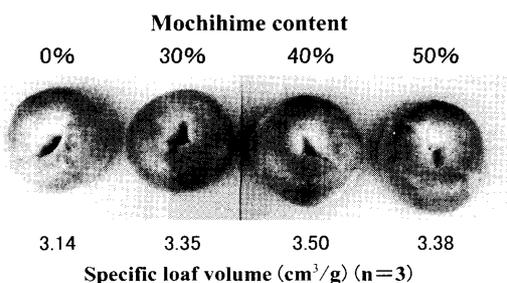


Fig. 7. Specific loaf volume and photographs of bagels containing Mochihime flour.

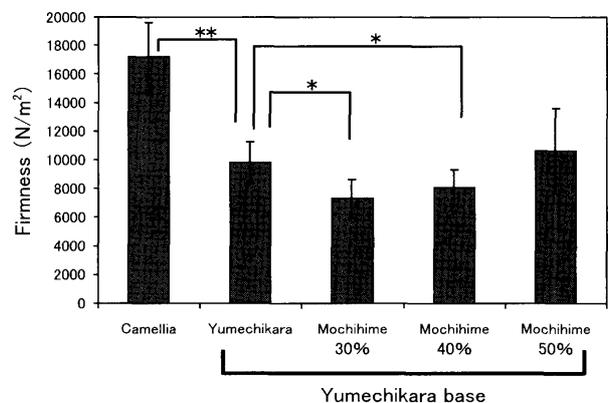


Fig. 8. Firmness of bagel crumbs containing Mochihime flour. (n=6)

Differences compared with Yumechikara were evaluated by t test. \*p<0.05, \*\*p<0.01

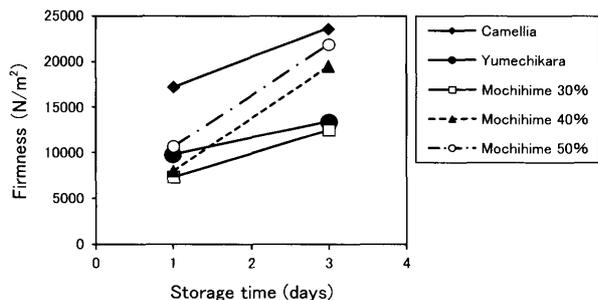


Fig. 9. Effect of the addition of Mochihime flour on time-dependent change of firmness of bagel crumbs.

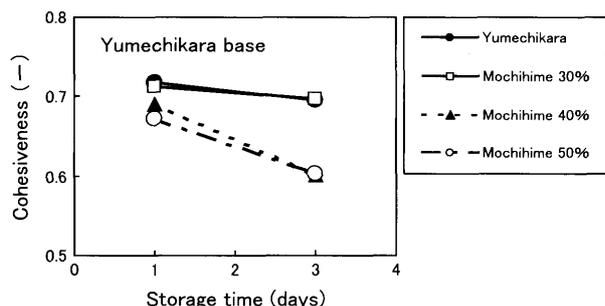


Fig. 10. Effect of the addition of Mochihime flour on time-dependent change of cohesiveness of bagel crumbs.

いて Fig. 10 に示した。焼成1日後では、「もち姫」の添加量が増すほど凝集性が低くなる傾向が認められた。Fig. 8 の焼成1日後の硬さにおいて「もち姫」30% および40% 添加では、無添加より柔らかいため、40% までの添加では、クラムは柔らかくなり、且つ添加量の増加に伴いもちもち感が増すと考えられた。焼成3日後では、凝集性は「もち姫」30% 添加では無添加と同等であった。40% および50% 添加では凝集性が大きく低下した。

この結果は食パンの場合と同様に、Fig. 9 の硬さの経時変化に関連して、クラムの老化が進み、硬く復元力の無い状態になったためと考えられる。

以上より、「もち姫」の添加によりクラムのもちもち感を付与させることができるが、添加量が増すほど老化しやすくなる傾向が認められた。また、「ゆめちから」とのブレンドは、老化を遅らせるためには効果的であることが明らかとなった。

### 3) 官能評価

ベーグルクラムの官能評価の結果を Fig. 11 に示した。「もち姫」無添加を基準 (0 点) として評価した結果、クラムの白さは、「ゆめちから」ベース、「カメリヤ」ベースとも「もち姫」の添加量が増すほど減少したと評価された。これは「もち姫」の明度が85.3と「ゆめちから」や「カメリヤ」より3程度低く<sup>6)</sup>、その差が目視でも確認されたためである。クラムの硬さは、「ゆめちから」ベースでは「もち姫」40% 添加以上で硬くなり、「カメリヤ」ベースでは50% 添加で硬くなったと評価された。もちもち感は、「もち姫」添加量が40% 以上で増加したという評価となった。のどごしでは、「もち姫」添加量50% では悪くなると評価された。飲み込みにくさを考慮すると、「もち姫」添加量50% ではもちもち感を付与できるものの多すぎると考えられた。

食感についてはいずれも評点的にはわずかに異なるから少し異なると感じる範囲での差であったが、「もち姫」の添加量が増すともちもち感が増すと考えた物性測定で認められた傾向が、確認できた。

また、データは載せていないが、「ゆめちから」ベースと「カメリヤ」ベースの間では、「カメリヤ」ベースの方がより生地が著しく硬く、パサつくという評価であった。これはベースとなる小麦粉に由来し、Fig. 8 で示した「カメリヤ」のベーグルクラム比べて「ゆめちから」のものの方が有意に柔らかいという結果と一致していた。

以上、製パン性および物性解析より、ベーグルでは「もち姫」の添加量40% 以内が品質を損なわずに特徴的なもちもち感を引き出す範囲と考えられた。特に「ゆめちから」とのブレンドにより、外国産小麦を原料とした強力粉とのブレンド粉よりも比容積が大きいベーグルが焼成できた。物性的には柔らかく、もちもち感があり、老化が遅いベーグルを創り出すことができ、国産小麦を原料とした小麦粉を用いた基本原料で日本人好みのベーグルが創り出せると考えられる。今後は、好ましさについての官能評価を行い、嗜好性についての評価を充実させて行きたい。

### 今後の展望

農林水産省の食糧需給(2008)によると、我が国の「パン・

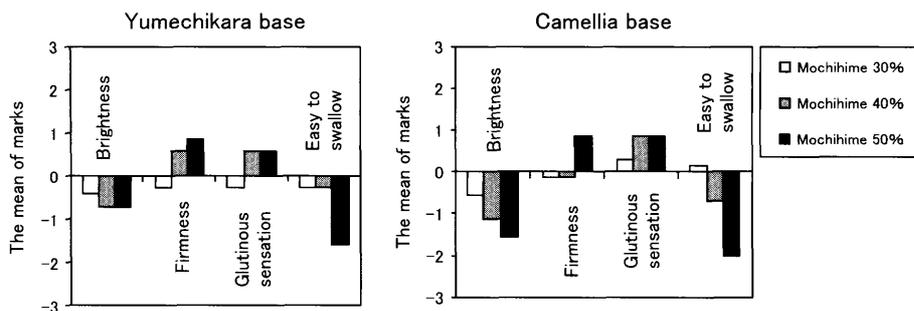


Fig. 11. Sensory evaluation of bagel crumbs containing Mochihime flour.

## 国産もち小麦「もち姫」を含む国産小麦パンの製パン性および特徴的物性の解析

中華麵用」の硬質小麦の国内自給率は1%程度である。農林水産省は約10年後の自給率目標の50%達成に向けて国産小麦の生産目標を現在の約2倍の180万トンとしている。これを達成するには、国産小麦を最も消費の多いパン用に利用出来るようにすることが効果的であると考えられる。

本研究の「もち姫」の特徴を生かし、パン製品への利用を目指す試みのように、「ゆめちから」と製パン性に劣る国産小麦を原料とした中力粉とのブレンド粉により高品質のパンの製造が可能になると、日本麵用で余剰の国産小麦を原料とした中力粉の消費も拡大し、国産小麦パンの普及に大きく貢献し得ると考えられる。

今後は副原料等の検討、製法の検討による品質の改善により「もち姫」の有効利用に繋がり、ひいては国産小麦の需要拡大、自給率向上に繋がる成果を目指していきたい。

## 要約

国産もち小麦粉「もち姫」の特徴を活かした用途開拓を目的として、タンパク質含量が高いパン用小麦「ゆめちから」の小麦粉および製パン性に優れていることが認知されている強力粉「カメリヤ」とのブレンド粉を用いて食パン、ベーグルの作成を試み、製パン性の評価と物性の解析を行った。

その結果、食パンでは「もち姫」50%までの置換添加を試みたが、生地へのトータルガス発生量は、「ゆめちから」ベースでは「もち姫」添加量の増加に伴いやや低下する傾向が認められ、「カメリヤ」ベースでは「もち姫」の添加の影響をほとんど受けなかった。生地へのガス保持力は「もち姫」添加量の増加に伴い低下する傾向が見られた。比容積は「もち姫」添加量が増すほど低下した。これは「もち姫」添加に伴うタンパク質含量の低下、生地へのガス保持力の低下と「もち姫」のデンプン特性が影響したと考えられた。クラムの硬さは「もち姫」の添加の影響が少なく、「ゆめちから」ブレンド粉の方がより柔らかく、老化が抑制された。また、「もち姫」添加量の増加に伴いクラムの凝集性は低下し、もちもち感が増大したと考えられた。

ベーグルでは、「もち姫」の添加により比容積が増加した。物性測定により「ゆめちから」ブレンド粉の方が「カメリヤ」ブレンド粉より有意にクラムが柔らかいという結果を得た。凝集性と官能評価の結果より「もち姫」添加に伴いもちもち感が増大する傾向が見られた。総合的な評価より、「ゆめちから」に対して「もち姫」40%添加以内が柔らかく、もちもち感があり、老化しにくい日本人好みのベーグルが作成できると考えられた。

## 文献

- 1) Ito, M., Kim, S.J., Sarker, ZI., Hashimoto, N., Noda, T., Takigawa, S., Matsuura-Endo, C., Horibata, T., Nakaura, Y., Inouchi, N., Fukushima, M., Yamauchi, H. (2007), Staling

- and texture of bread prepared from new Japanese bread wheat varieties with slightly low-amylose starch, *Food Sci. Technol. Res.*, **13**, 121-128
- 2) 池口正二郎, 小松伸彦, 村井達夫, 長谷川明彦, 庵英俊, 森生元太郎, 筒井一郎, 熊谷利恵子, 大山耕二 (2006), 製パン性に優れる春まき小麦「春よ恋」の育成・普及, 農林水産技術研究ジャーナル, **29**, 8-11
- 3) Yamauchi, H., Nishio, Z., Takata, K., Oda, Y., Yamaki, K., Ishida, N. and Miura, H. (2001), The bread-making quality of a domestic flour blended with an extra strong flour and staling of the bread made from the blended flour, *Food Sci. Technol. Res.*, **7**, 120-125
- 4) 田引正, 山内宏昭 (2005), 国産小麦の高品質化をめざして新しい形質小麦品種「超強力小麦」への取り組み, 農林水産技術研究ジャーナル, **28**, 42-45
- 5) 西尾善太 (2009), 新規国産超強力小麦ブレンド粉から得られたパンの食感と老化に関する研究, (財)飯島記念食品科学振興財団平成19年度年報, pp.5-10
- 6) 谷口義則, 伊藤祐之, 平将人, 前島秀和, 吉川亮, 中村和弘, 八田浩一, 中村洋, 伊藤美環子, 伊藤誠治 (2008), 製パン性, 粉の色相及び収量性が改善された寒冷地向けもち性小麦新品種「もち姫」の育成, 東北農業研究センター研究報告, **109**, pp.15-29
- 7) Morita, N., Maeda, T., Miyazaki, M., Yamamori, M., Miura, H. and Ohtsuka, I. (2002), Dough and baking properties of high-amylose and waxy wheat flours, *Cereal Chem.*, **79**, 491-495
- 8) Hayakawa, K., Tanaka, K., Nakamura, T., Endo, S. and Hoshino, T. (2004), End use quality of waxy wheat flour in various grain-based foods, *Cereal Chem.*, **81**, 666-672
- 9) Nakamura, T., Yamamori, M., Hirano, H. and Hidaka, S. (1993), Identification of three wx proteins in wheat, *Biochem. Genet.*, **31**, 75-86
- 10) 山内宏昭, 一ノ瀬靖則, 高田兼則, 入来規雄, 桑原達雄 (2000), 改良真空生地膨脹量測定による小麦粉の製パン性の簡易評価, 日本食品工学会, **47**, 46-49
- 11) 大羽和子, 川端晶子 (2003), 調理科学実験, 学建書院, pp.12-13
- 12) Jinhee, Yi., Kerr, W. L. and Johnson, J. W. (2009), Effect of waxy wheat flour and water on frozen dough and bread properties. *J. Food Sci.*, **74**, 278-284
- 13) Jinhee, Yi., Johnson, J. W. and Kerr, W. L. (2009), Properties of bread made from frozen dough containing waxy wheat flour, *J. Cereal Sci.*, **50**, 364-369.
- 14) 島津裕子, 佐藤美佳子 (2008), ゆきちからベーグル開発, 岩手県工業技術センター研究報告, 第15号, pp.96-100
- 15) 島津裕子, 関村照吉, 大澤純也 (2008), ナンブコムギの特性に応じた製パン加工技術の開発, 岩手県工業技術センター研究報告, **11**, pp.27-32
- 16) Bath, D. E and Hoseney, R. C. (1994), A laboratory-scale bagel-making procedure, *Cereal Chem.*, **71**, 403-408
- 17) 原たつえ, 中ノ瀬千尋, 高崎房子, 梅國智子, 大家千恵子 (2004), ベーグルの調理特性, 日本調理科学会誌, **37**, 292-298
- 18) 原たつえ, 高崎房子, 中ノ瀬千尋, 大家千恵子 (2004), ベーグルの調理特性 (第2報), 東京文化短期大学紀要, **21**, 31-38

(平成22年7月20日受付 平成23年3月7日受理)

**和文抄録**

国産もち小麦粉「もち姫」の有効利用を目的とし、国産のパン用小麦「ゆめちから」の小麦粉および外国産小麦を原料とした強力粉「カメリヤ」とのブレンド粉を用いた食パン、ベーグルの焼成を試み、製パン性の評価と物性の解析を行った。食パンの比容積は「もち姫」添加量が増すほど低下した。物性測定によるクラムの硬さは「もち姫」の添加の影響をあまり受けず、「ゆめちから」ブレンド粉の方がより柔らかく、老化しにくかった。凝集性は「もち姫」添加量の増加に伴い低下し、もちもち感が増したと考えられた。ベーグルでは、「もち姫」を添加すると比容積が増加し、「ゆめちから」ブレンド粉では「もち姫」添加量 30%、40% で、「カメリヤ」ブレンド粉では 40% で最も増加した。クラムの物性は「ゆめちから」ブレンド粉の方が「カメリヤ」より柔らかく、老化も抑制された。また、「もち姫」添加によりもちもち感が付与され、「ゆめちから」に対し 40% 添加以内が柔らかく、もちもち感があり、老化しにくいベーグルが焼成できると考えられた。