

新品種モチコムギの特性調査および製パン試験

山本真紀*, 森恵理香**

Characteristics and bread-making quality of waxy wheats

Maki Yamamoto and Erika Mori

要旨：従来からイネ科植物のモチ性は、トウモロコシ、イネ、オオムギ、モロコシなどで知られているが、モチ性のコムギは存在していなかった。近年、わが国において、パンコムギのもつ A、B、D の 3 つのゲノムに由来する Wx 遺伝子 (Wx-A1、Wx-B1、Wx-D1) のすべてが変異してデンプン成分のアミロスを産生しないモチ性小麦が世界で始めて開発された。以来、東北農業試験場 (現・東北農業研究センター) と農業研究センター (現・作物研究所) で数系統が育成・品種登録され、モチコムギの普及を目指し実証栽培と製品試作が行われているが、製粉性や粉色等の品質が商品化の基準に達していないことなどからモチコムギの普及は進んでいなかった。しかし最近、ウルチ性小麦との交配によりそれら品質の改善が進み、「もち姫」などの新品種が育成されている。本研究は、東北農業研究センターから譲り受けたモチコムギ「あけぼのもち」および「もち姫」を用いた新商品の開発を行うことを目的として行った。「粗タンパク質量」や「粘性」などの加工特性を検討し、製パン試験によって外観や内相、「粘り」「弾性」「クラムの色」「味」等を評価した。その結果、モチコムギの粗タンパク量は準強力粉に相当し製パンが可能であるが、モチの性質によってクラムの気泡がつぶれることがわかった。しかしながら、市販の強力粉と混合することによって、強力粉だけの場合とは異なる優れた食感や風味が生じることも確認できた。さらに、モチコムギ粉の物性を調べた結果、吸水性と弾力性に優れていることもわかった。本研究から、モチコムギ 100% の製パン条件の確立には、さらなる検討が必要になることが判明した。

Abstract : In Poaceae, waxy cultivars have been identified in maize, rice, barley, sorghum and so on. Recently, amylose-free (amf) mutants of waxy wheat have been established in Japan. Since then, the waxy wheat cultivars were developed in “National Agricultural Research Center for the Tohoku Region” and “National Institute of Crop Science”. The trial cultivation was performed with the aim of the spread of the waxy wheat. However, the use of waxy wheat was not widespread because the quality of wheat flour did not meet standards. Therefore, the genetic improvements were made in waxy cultivars as to the quality of flour, the milling characteristics, flour color, etc. As a result, their weak points in the quality of flour were improved, and new elite lines such as “mochihime” were developed. In the present study, we aimed to develop the new products by using the two kinds of waxy wheat (“akebono-mochi” and “mochihime”), which were kindly obtained from

*関西福祉科学大学 健康福祉学部 教授

**関西福祉科学大学 健康福祉学部 卒業生

the National Agricultural Research Center for the Tohoku Region. We investigated processing characteristics of the waxy wheat such as crude protein content and viscosity, and evaluated a bread-making quality (volume, elasticity, color, taste and etc.). In conclusion, a bread-making condition could not be established, using only 100% waxy wheat flour, and but it was confirmed that a different superior feeling of appetite and flavor were provided by mixing waxy wheat with commercial strong bread flour in comparison with the use of only strong wheat flour.

Key words : モチコムギ waxy wheat モチ waxy 新品種 new cultivar アミロース amylose
製パン性 bread-making quality

I 緒 言

国内産小麦の用途は、かつて、うどんなどの日本式めん用が主流であったが、最近、国産の食材や食品が見直されるようになり、国産小麦を用いたパンや菓子類が注目を集めている。

農林水産省の統計によると、わが国の小麦消費量は、昭和 40 年度に 463.1 万トンであったのが平成 20 年度には 608.6 万トンになり、およそ 40 年間のうちに 2 割半ほど増加している。平成 20 年度の国民 1 人当たりの年間消費量としては 31.1 kg で、昭和 40 年度の 29.0 kg からも若干増加している。それに対して国内生産量は、昭和 40 年度に 128.7 万トンであったのが平成 20 年度には 88.1 万トンに減少し、自給率で考えると 28% から 14% にまで半減している。このように自給率の低下している作物は、豆類で同様に 25% から 9% に、大麦などでは 73% から 11% となっていて減少が目立つ。肉類についてはおよそ 100% から 50% ほどに減っているが、消費量は 10 倍近くまで増加している。一方、大豆や緑黄色野菜は数%増加しており、自給率 100% を維持している米については、昭和 40 年度は生産量 1240.9 万トンで国民 1 人あたりの年間消費量は 111.7 kg あったのが、平成 20 年度は生産高 881.2 万トン、年間消費量は 59.0 kg となり、この 40 年間で消費が半減している。

このようにみても、わが国の小麦消費量

は、米のように生産の減少に伴って消費量も減少しているのとは異なり、生産量は減っているが消費量はむしろ増加傾向にある。このことは、日本人の食生活の変化に起因すると思われる様々な問題をはらんでいる。しかし一方で、小麦粉消費の高まりとともに、近年は消費者による国産食材の需要も高まっている。例えば小麦食品では、国産小麦を用いたケーキや、国産小麦用の家庭用パン焼き器まで市場に出回っている。したがって、わが国の気候や風土に適した国産コムギの品種改良は急務と思われる、近年、製パンや製麺に適した優良な新品種が次々と精力的に開発されてきている¹⁻³⁾。

その新品種の一つとして期待されているのが「もち性小麦 (モチコムギ)」で、小麦粉のアミロース含量がほぼ 0% で、もち米のように完全なモチ性を示す。日本人は、ウルチ米でもアミロース含量が低く粘りの強い品種を好む。小麦もその嗜好に合わせて品種改良がなされ、うどんに適した低アミロース品種も育成されている。しかしながら、残念なことに小麦にはモチ品種が存在していなかったのであるが、1995 年に中村らによって世界で初めてモチ性種子が得られた⁴⁾。その後、東北農業試験場 (現・東北農業研究センター) と農業研究センター (現・作物研究所) から 2 系統ずつ選抜され、2000 年に世界に先駆けてモチ性小麦として品種登録された⁵⁻⁹⁾。これらモチコムギを実用化するために、1996 年度から 5 年間、「モチ性小麦の生

産・利用技術実用化事業」(農林水産省)の一環として全国規模の実証栽培と製品試作が行われ、めん用粉やパン用粉にブレンドすると、「食感が良くなる」「日持ちがする」などのメリットがあることがわかり、モチ性を活かしたせんべい、ケーキ、和菓子、そば、だんご、餃子の皮など、地域の特産品として試作が行われた。いくつかの食品でその有用性が実証されたが、東北地域では普及せず、三重県で「あけほのもち」がわずかに栽培されているのみである。その理由には、耐寒雪性、収量、製粉性、粉の色などが製品化のための品質水準に達していなかったことが指摘されていたが、それらを克服すれば普及は十分に可能であることから、後にそれら品質に対して遺伝的改良が加えられ、「うらもち」¹⁰⁾や「もち姫」^{9, 11)}など、モチコムギの新しい品種が育成された。たとえば「もち姫」の場合には、「もち盛系 C-3150」(東北糯 217 号)について 2004 年から青森県畑作園芸試験場により加工利用の検討が重ねられた結果、「南部せんべい」や「しんこもち」などで市販が可能なレベルの商品が試作されモチコムギ流通の展望が開けた。よって同種は 2005 年に「もち姫」と命名されて 2006 年に育成が完了し、粉色が白く優れているので菓子用としての利用が期待されている¹¹⁾。また、日本でのモチコムギ育成成功の波及は国内にとどまらず海外でも注目され、アメリカ、オーストラリアにおいても同じ組合せの交配によるモチコムギ育成が進められている¹²⁾。

現在我々も、東北農業研究センターから「あけほのもち」と「もち姫」の 2 品種の製粉した小麦粉を譲り受け、製パン条件の検討と応用食品の開発に取り組んでいる。本研究では、市販の家庭用製パン機を用いたパン作製に取り組み、モチ性小麦粉の特性についても様々な検討を試みた。その結果、通常的小麦粉にはない性質が見られたので、それらについても報告を行う。

II 材料と方法

1. 貯蔵デンプンとモチ性

本研究の材料としたモチコムギは、種子の内乳貯蔵デンプンがモチ性を示している。このようなモチの性質は、野生植物には見られず栽培植物にのみ見出される特殊な形質である。デンプンの主成分はアミロースとアミロペクチンであり、前者は直鎖状、後者は枝分かれ構造をもつ巨大な多糖分子である。デンプンの構造形成に関わる酵素は多数あり、直鎖を伸長するデンプン合成酵素 (Starch Synthase)、枝分かれに関わるデンプン枝付け酵素 (Branching Enzyme) やデンプン枝切り酵素 (Debranching Enzyme) がある。それぞれの酵素について多数のアイソザイムとこれに対応する多数の遺伝子が存在している。普通の貯蔵デンプンはウルチ性 (non-waxy; Wx) で、アミロース約 20~25%、アミロペクチン約 75~80% からなっている。アミロースを合成しているのは、Waxy (Wx) 遺伝子がコードしている Wx タンパク質で、これは顆粒性デンプン合成酵素 (Granule Bound Starch Synthase I: GBSS I)^{13, 14)}として働き、グルコースを数百から数千の長い鎖状に連結する。この形質が劣性突然変異を起こすとモチ性 (waxy; wx) になる。つまり、Waxy (Wx) 遺伝子の変異型である wx 遺伝子からは正常な酵素が作られずアミロースが合成できなくなるので、この種子のデンプンはアミロペクチンのみから構成されることになる。一般にデンプンは、アミロース含量が低くなるほど粘りが出てくる。

モチコムギが作出されるまでは、モチ性が知られているイネ科穀類は、アワ、イネ、オオムギ、キビ、トウモロコシ、ハトムギ、モロコシ¹⁵⁾の 7 種類に限られていたが、近年、コムギでもアミロースを作らない品種が育成された⁴⁾。イネ科植物は同一起源であると考えられており、Waxy 遺伝子はゲノムあたり 1 遺伝子存在している。先にあげたキビを除くと他のイ

ネ科植物はすべて 2 倍体の栽培植物であり、*Wx* 遺伝子に変異型の *wx* 遺伝子へと変化した場合、劣性ホモが得やすくモチ性になりやすいと考えられる。そして興味深いことに、これらの穀類のモチ性の地理的分布は東アジアに局限されており、東アジアの農耕文化や食生活様式と密接に結びつきたきわめて特異的な文化的形質とも言われている¹⁶⁾。たとえばアワは中近東から東アジアにかけて広く栽培されているが、モチ粟の分布は、アッサム、ビルマから日本にかけての東アジアのみで中近東やインドではモチ性は皆無である。このように慣習的にモチの性質を好む民族によって、自然界からモチ性植物が人為的に選抜されてきたと考えられる。

それならば、なぜコムギだけモチ性がなかったのか。パンコムギは A、B、D の 3 ゲノムから構成される 6 倍体 (ゲノム式 = AABBDD、 $2n=42$) であり、A、B、D の各ゲノムに由来する *Wx* 遺伝子 (*Wx-A1*、*Wx-B1*、*Wx-D1*) が 3 対存在しており、それらすべてが *wx* に変異しなければモチの性質にはならない。したがって確率的には、自然であれ人工的であれ、交雑によってパンコムギが偶然モチ性を得ることはほぼ不可能であることがよくわかる。しかし、理論的には、3 対の 6 つの遺伝子すべてが *wx* に変異した個体はアミロースを産生することができないので、必ずモチ性を示すはずである。

2. 世界で初めての「モチコムギ」の作出

コムギはゲノムあたり 7 本の染色体をもつが、パンコムギでは 7 A 染色体短腕 (7 AS) 上に *Wx-A1*、4 A 染色体長腕 (4 AL) 上に *Wx-B1*、7 D 染色体短腕 (7 DS) 上に *Wx-D1* の 3 つの相同遺伝子座が存在しており、それぞれ *Wx-A1*、*Wx-B1*、*Wx-D1* タンパク質が生成されていることが知られている^{17, 18)}。これらタンパク質は、電気泳動によって分離できるので¹⁸⁾、これを利用して *Wx* 遺伝子の欠失系統が同定されている^{19, 20)}。*Wx* 遺伝子座の b 対立遺伝子について欠失シリーズが育成されてお

り、それらのうち *Wx-A1b* の変異株は、韓国、日本、トルコの系統、*Wx-B1b* の変異株については、オーストラリアとインドの系統から見出された。*Wx-D1b* 変異は非常に希であったが、中国の「白火 (Bai-Hou)」系統に存在していることが発見された¹⁹⁾。それらの系統から、Tammin、Eradu (オーストラリア、*Wx-B1b* 欠失系統)、Fujimikomugi (日本、*Wx-A1b* 欠失系統)、Bai-Hou (中国、*Wx-D1b* 欠失系統) が選ばれて交雑が行われた。まず、Tammin と Eradu に Fujimikomugi を交雑した F₂ の中から、*Wx-A1b* 欠失および *Wx-B1b* 欠失のホモ接合体を選抜し (「関東 107 号」)²¹⁾、これに *Wx-D1b* 欠失系統の Bai-Hou コムギをかけ合わせた F₂ 種子の中からモチ性種子を発見し、3 種の *Wx* 対立遺伝子の欠失系統を得ることに成功した⁴⁾。「関東 107 号」×「白火」を交配したモチ性品種、「盛系 C-D1478」「盛系 C-D 1479」^{3, 6)} は、2000 年にそれぞれ「はつもち」、「もち乙女」と命名され品種登録がなされている⁹⁾。「はつもち」という名称は、世界で初めて育成されたもち性コムギ品種であることに因んでおり、「もち乙女」は草丈が低く草姿も美しいことから命名されている。その後、2006 年度に両品種の製粉性や粉色、収量性を改良した「もち姫」が育成された¹¹⁾。アミロース含量については、60% 粉において「はつもち」は 1.2~1.3%、「もち姫」は 1.1%~1.4% という報告がなされている¹¹⁾。これらの新品種育成は、東北農業試験場 (現・東北農業研究センター) において行われた。

一方、農業研究センター (現・作物研究所) でも、1992 年から、「西海 168 号」を母方にして「谷系 A 6099」との組合せからモチ性 5 系統が育成された。そのうちの 2 系統が 2000 年に「あけほのもち」「いぶきもち」と命名、品種登録された⁸⁾。その後、作物研究所においてさらに収量性や製粉性が改良された「うららもち」が育成された¹⁰⁾。この品種は「バンドウセ」と「あけほのもち」との交配種で、アミロ

ース含量（60% 粉）は「あけぼのもち」2.1%、「うららもち」1.9%である。

3. 材料としたモチコムギの来歴

(1) 「あけぼのもち」

農業研究センター（現・作物研究所）において、本来は「西海 168 号（きぬいろは）」の早生の性質と「谷系 A 6099」の極低アミロース（17.7%、電流滴定法）の性質をあわせもつコムギ系統の育成に始まり、半数体育種法によって作出された倍加半数体の中から 5 系統のモチ性系統が発見された。「谷系 A 6099」は中間母本農 7 号とも呼ばれ、「関東 107 号」のアミロース含量（20.9%、電流滴定法）が突然変異（人為突然変異処理）によってさらに低くなった系統である。両新種の F₁ 個体にトウモロコシ花粉をかけて半数体個体を得て、コルヒチン倍加処理によって遺伝的に固定した個体から選抜された 2 系統「もち谷系 H 1881」「もち谷系 H 1884」が、それぞれ「あけぼのもち」「いぶきもち」と呼ばれる品種である。これら新品種のアミロース含量は電流滴定法によると 0.4%であった。ちなみに、60% 粉（歩留り 60% に製粉調整した小麦粉）のアミロース含量は両種とも 2~3% である。実用化に関しては、「いぶきもち」は種子が小粒すぎたため「あけぼのもち」の方を奨励品種「関東糯 121 号」として関係府県に配付しているそうである⁸⁾。

「谷系 A 6099」は、「西海 168 号（きぬいろは）」以外の系統と掛け合わせてもモチ性を示すことから、モチ性の要因は「谷系 A 6099」にあると考えられている⁸⁾。しかし、この種の *Wx-D1* 遺伝子は、「関東 107 号」のものを受け継いでいた。

(2) 「もち姫」

「はつもち」と「もち乙女」の作出以来、モチコムギの実用化と普及を目指し、ウルチ性品種との交配などによって、収量性、外観品質等の栽培特性、製粉性および粉色等の品質特性を通常のコムギ（ウルチ性）にまで近づけるよう

な遺伝的改良がなされてきた。当時、東北農業試験場では、早生・モチ性の「もち盛系 C-D 1478（はつもち）」を母方とし、父方には早生・モチ性「もち盛系 C-G 1517」と耐雪および耐病性・ウルチ性の硬質小麦「盛系 B-8605（ハルイブキ）」との F₁ を用いて交配した種を選抜・固定し、2006 年に小麦農林糯 166 号「もち姫」が誕生した。「もち姫」は「はつもち」より耐寒雪性がやや優れており多収で製粉性や粉色が大幅に改善されている¹¹⁾。本品種は、寒冷地域での作付けが可能になり製品化のための品質水準にも適っており、パンをはじめ菓子類への適用が期待されている。

4. モチコムギの特性調査

(1) 小麦粉材料

特性調査としては、粗タンパク質の定量および、物性（粘り、弾力など）の官能検査を試みた。粗タンパク質の定量については、「もち姫」と、比較、参考のために全粒粉（インド製）を用いた。また、物性の官能検査では「あけぼのもち」、市販の薄力粉「フラワー」（日清製粉グループ）、市販の中力粉「雪」（日清製粉グループ）、市販の強力粉「カメリヤ」（日清製粉グループ）を対照材料として実験に用いた。

(2) 調査方法

① 粗タンパク質の定量

粗タンパク質の定量はケルダール法により、三田村理研工業社製の窒素迅速分解装置（QDS-10 M・CON-1）および自動蒸留装置（VS-FA I）を用いて行った。「もち姫」の粉を 1.0002 g、全粒粉 1.0095 g をそれぞれ精秤し、通常の方法で定量を行った。得られた値を次の式、粗タンパク質量（%）= 1.4 × (a-b) × 窒素係数 × 希釈率 × 100 ÷ 資料採取量（mg）に当てはめて計算したが、窒素係数（窒素-タンパク質換算係数）については、「もち姫」は小麦粉と同じ 5.70、全粒粉は 5.83 を用いた。

② 物性の官能検査

モチの性質を確かめるために、小麦粉を水で

表 1 団子の組成とゆで時間

小麦粉	粉分量 (g)	水分量 (ml)	浮くまでの時間 (秒)	ゆで時間合計 (秒)
あけぼのもち	100	65	220	550
薄力粉 (フラワー)	100	55	604	829
中力粉 (雪)	100	55	615	844
強力粉 (カメリヤ)	100	100	610	829

練って団子を作成した時の粘り具合を調べてみた。団子の作成は、上新粉を用いる一般的な方法 (上新粉 150 g に対して水 150 ml を使用) を参考にした。

「あけぼのもち」の粉 100 g に水 65 ml を少しずつ加えて捏ね、適度な硬さ (耳たぶ状) になったら生地を団子状にして沸騰水中でゆでた。浮き上がってきてから 2~3 分さらにゆで、熱湯から取り出した。

対照実験に用いた小麦粉 (薄力粉、中力粉、強力粉) についても同様に処理し、実験を行った。粉の分量や水量、ゆで時間等は表 1 の通りである。さらに、ゆでた後ホットプレートで焼いて、物性が変化するかについても調べた。

調査した物性は、「歯ざわり」「粘り」「弾力」等についてであり、すべて官能評価を行った。

5. 製パン試験

(1) 材料

「あけぼのもち」および「もち姫」を用いた。市販のパン用小麦粉 (強力粉) との配合試験を行うために、「カメリヤ」 (日清製粉グループ) を用いた。さらに、米粉 (料理・製菓用米粉、片山製粉) との配合も試みてみた。

製パンの小麦粉以外の材料としては、スーパーカメリヤドライイースト (日清製粉グループ)、上白糖 (スプーン印)、塩 (伯方の塩)、無塩マーガリン (明治乳業)、スキムミルク (森永乳業) を用いた。

(2) 方法

人為的な誤差を防ぐためと、将来モチコム吉を一般家庭でも利用できるかどうかをねらいと

表 2 「あけぼのもち」「もち姫」「米粉」の配合割合

材料	配合分量 (g)	配合割合 (%)	強力粉* (g)	もち姫粉 (g)
あけぼのもち	0	0	250	-
	25	10	225	-
	50	20	200	-
	75	30	125	-
	100	40	150	-
	125	50	125	-
	150	60	100	-
	175	70	75	-
	200	80	50	-
	225	90	25	-
もち姫	250	100	0	-
	75	30	175	-
	125	50	125	-
	175	70	75	-
	225	90	25	-
米粉	250	100	0	-
	125	50	125	0
	125	50	0	125

*カメリヤ (日清製粉グループ)

して、市販の家庭用製パン機 (National ホームベーカリー家庭用 (1 斤タイプ) SD-BM 101) を用いて製パン試験を行った。まずイーストを除く材料を標準分量 (小麦粉 250 g、水 180 ml、上白糖 17 g、塩 5 g、無塩マーガリン 10 g、スキムミルク 6 g) 用意した。専用のステンレス製パンケースに中央が高くなるように粉を入れ、水を周囲に回しながら入れた。中蓋を閉じ、ドライイースト (2.8 g) を中蓋のドライイースト容器に入れ、コースボタンを押しドライ

イーストを選び、メニューボタンで食パンに設定し、最後にスタートボタンを押し4時間待った。以上の方法および条件は、最も標準的な全自動コースである。

モチコムギ粉の配合については、「あけぼのもち」は10%ずつ変化させ、「もち姫」は30%から100%までの5段階に分けて製パンを行った(表2)。また製パンには温度や湿度も影響するため、室温をできるだけ一定にし(22~25℃)、雨の日は避け、1日1回、ほぼ決まった時間から製パンを開始した。米粉については、「カメリヤ」あるいは「もち姫」に対して50%ずつ配合して実験を行った(表2)。

III 結果と考察

1. モチコムギの特性調査

(1) 粗タンパク質の定量

一般に小麦粉のタンパク含量は、目安として強力粉が11.5~13.0%、準強力粉は10.5~12.5%、中力粉は7.5~10.5%、薄力粉は6.5~9.0%とされている²²⁾。強力粉は主にパン用に使われ、準強力粉はパンや中華めん、中力粉はゆでめんや乾めん、そして薄力粉は菓子に使われることが多い。このようなタンパク含量による用途別分類を詳しく見ると、灰分量(粉の色相)で決まる等級(1~3等級)によってタンパク含量の基準が異なっている²²⁾。等級と灰分量との関係は、1等級は0.3~0.4%、2等級は0.5%前後、3等級は1.0%前後、2~3%前後は末粉になる。そして、等級が増すほど、タンパク含量の基準は若干高くなる。

小麦粉は小麦の粒子を粉碎、篩別して得られるが、小麦の粒子は皮部と胚乳部を分離することが構造上きわめて困難である。そのため、何段階かのロール粉碎機にかけ、小麦の粒子を開裂し、胚乳の粗粒(セモリナという)にして胚乳を掻き取り、さらに粉碎、篩別して得る方法をとる。このようにしても皮部が粉碎されることは避けられず、どうしてもその粉碎物が混入してくることになる。この皮部の粉が麩(ふす

ま)であるが、これが混入すると粉の色を悪くしたり、酵素活性を強めてグルテンの質を低下させたり、含まれる脂質の酸化による異味異臭の発生を起こしたりして、小麦粉の品質を左右することになる。従って、皮部の混入の少ないものほど白度も高く、加工性もすぐれ上級の小麦粉ということになる。このような胚乳純度による分類法は品位別分類と呼ばれる。皮部には灰分や繊維が多く、灰分は皮部の混入度によって増減の相関が高いので、一般に灰分含量によって小麦粉の品位が表わされる。下級の小麦になるほど粉碎機にかけられる回数が増えるため、麩の混入も多くなって粉に負荷がかかり、澱粉粒の損傷やタンパク質の変性も進み加工性は低下する。従って3等粉以下のものは末粉といわれ、通常は工業用や飼料用に使われている²³⁾。

ケルダール法による計測の結果、「もち姫」粉の粗タンパク質量は11.17%であった。また「もち姫」粉の60%粉の灰分含量は0.4%を超えているので¹¹⁾、2等級に属すると考えられ、このタンパク含量であれば準強力粉に分類される。全粉粒は現地でチャパティに用いられているものであるが、10.70%という結果が得られ中力粉程度に相当すると思われる。

谷口ら¹¹⁾によれば、「もち姫」のタンパク含量は、高いものでは原粒で13.1%(東北農業試験場における試験期間5か年分の平均)、60%粉で12.2%(同じく5か年分の平均)と報告されている。よって「もち姫」は準強力~強力粉に分類され、タンパク含量の面からは十分に製パン性を有していることがわかる。一方、本研究では供試していないが、「あけぼのもち」のタンパク含量は1995~1998年の平均で、原粒が14.4%、60%粉は11.5%という報告があり⁸⁾、60%粉の灰分は0.4%前後である。灰分量から1等級に相当し、タンパク含量は準強力~強力粉に十分属していると考えられる。

(2) 物性の官能検査

① 「あけぼのもち」

調査した物性は「歯ざわり」「粘り」「弾力」等の食感であり、全て官能評価を行ったため、平成18年度に農業・食品産業技術総合研究機構から報告された「官能評価のための日本語テクスチャー用語リスト」に従って、視覚的な言語や、食感ならびに触感を示す語句で表現する。

モチコムギ粉を水で練ってゆでた状態では、両品種ともに表面に餅のような艶や肌理がみられ、若干「ねばついて」いた。食感については、噛んだ時の歯ざわりは「ザクザク」していたが、咀嚼がすすむと餅のような「もちもち」した弾力が感じられた。しかし、餅ほど柔らかくはなく伸びるような粘りもなかった。

次に上記の生地をホットプレート上で焼いてみたところ、「あけぼのもち」についてその性状が劇的に変わり餅のような性質を示した。焼き始めると表面には焦げ目がつき、デンプンが糊化した薄膜で覆われた。触感については焼く前と同程度の弾力であったが、粘りが増して餅のように膨らみ、生地を引っ張ると餅のように伸びた(図1a、b)。食感もほとんど餅と変わらない弾力と粘りがあった。

「あけぼのもち」は、ゆで時間が他のコムギに比べ半分以下であったにもかかわらず表面の艶や生地「もちもち」した弾力は最も高かった。この理由として考えられるのは保水性である。小麦粉の吸水率は同一条件では強力粉が最も高く、準強力、中力、薄力粉の準で低くなる。吸水率に最も影響するのはタンパク質量であり、中でもグルテンになる部分が強い吸水力をもっているため、タンパク含量が高い強力粉の吸水率が高くなるのである。同じ品種の小麦粉でも、タンパク含量や等級、原料コムギの性状などによって差が出てくる。タンパク質の他に吸水に大きく関係する成分は、デンプン、ペントサンである²⁴⁾。モチコムギのデンプンはアミロースが欠失しアミロペクチンのみのため、

アミロペクチンの性質である保水性が表面の粘りに影響したと考えられる。また、「あけぼのもち」の団子を平らな形に成形し、ゆでた後焼いたものでは焼餅の様に膨らみ伸びたが、これはモチコムギの特性である膨張性が働いたためと思われる。現在までに、「もち姫」を用いた試作の結果、南部せんべいなどの「小麦せんべい」への利用が有望であると考えられている。モチコムギの膨張性により、通常必要とされる重曹の添加が必要ないためである¹¹⁾。

② 薄力粉

水で練ってゆでたものは、「あけぼのもち」と比べて表面の艶は少なかった。モチコムギ同様に表面は若干「ねばついて」いた。食感はモチコムギよりも「ザクザク」して「歯切れがよく」、「もちもち」した弾力はなく非常に硬かった。噛み砕くと硬めの白飯のような「ぼそぼそ」とした食感になり、「もっちり」とした粘りは全く感じられなかった。ゆでた後に焼くと焦げ目がつく前に乾燥し始め、表面の艶や「ねばつき」は全く失われた。食感としては、「柔らかさ」が少し増したが、弾力はほとんど変化しなかった。

③ 中力粉

水で練った生地をゆでた結果、表面が水分を含んで膨潤していたが、それ以外は薄力粉と同様の性状を示した。食感は薄力粉の場合よりもさらに硬く「ぼそぼそ」としていた。これを焼くと薄力粉よりも比較的速やかに焦げ目がつき、表面の様子は薄力粉の結果と同様で、食感は「ぼそぼそ」したままでほとんど変化しなかった。

④ 強力粉

水で練ってゆでた結果、水分をよく含んだ表面が膨潤し「つるつる」と滑らかに見えたが、「ねばつく」感じは最も低かった。食感の中力粉の生地をさらに硬くしたようで、「もちもち」とした弾力は全く感じられなかった。焼くと薄力粉の場合と同様に焦げ目がつかず乾燥するばかりで、食感はさらに「がちがち」とし

て硬くなった。

2. 製パン試験

パンの物理的評価で最も重点を置く項目は、外観では「表皮色（表面の焼き色）」と焼き上げの「均等性」（パンの膨らみの均一性）、内相は「すだち」である。「表皮色」は均一な「キツネ色」であれば官能評価が高くなる。「すだち」とは焼き上げたパンの断面に見える気泡の跡のことで、良い「すだち」は気泡が細かく均一になっている。また官能評価項目として「香り」もあげられ、「香ばしさ」「風味」等が基準

となる²⁵⁾。本製パン試験では、モチコムギと市販のパン用強力粉を種々の割合で配合して行ったため、これらの一般的な評価項目にモチコムギの特性である「粘り」と「弾力」の項目を追加し、強力粉（カメリヤ）100%の食パンを基準にして比較しながら官能評価を試みた（表3）。さらに、モチコムギを配合すると製パン後に生地が着色することが判明したため、「クラム（パンの内側の柔らかい部分）の色」および「味」も項目に追加した。また、「均等性」については評価が困難であったため項目から省いた。

表3 「あけぼのもち」「もち姫」「米粉」を用いた製パン性の官能評価

あけぼの もちの割合 (%)	もち姫の 割合 (%)	米粉の 割合 (%)	強力粉の 割合 (%)	表皮色	香り	すだち	クラム の色	粘り	弾力	味	高さ (cm)
-	-	-	100	※	※	※	※	※	※	※	21.0
10	-	-	90	+2	※	1	※	※	※	※	20.0
20	-	-	80	※	※	1	※	+1	+1	※	21.0
30	-	-	70	※	1	1	※	+1	+1	2	21.0
40	-	-	60	※	1	1	1	+1	+1	2	18.5
50	-	-	50	+1	※	2	1	+1	+1	1	19.5
60	-	-	40	+1	2	2	2	+2	+1	3	19.0
70	-	-	30	-1	※	2	2	+2	+2	3	20.5
80	-	-	20	※	※	2	3	+2	+2	3	20.0
90	-	-	10	+2	2	2	3	+2	+2	3	19.5
100	-	-	0	+1	3	2	3	+2	+2	3	17.5
-	30	-	70	※	※	※	※	+1	+1	1	19.0
-	50	-	50	※	1	1	※	+1	+2	2	18.5
-	70	-	30	※	4	2	※	+2	+2	4	19.5
-	90	-	10	※	※	2	※	+2	+2	4	18.0
-	100	-	0	※	4	2	1	+2	+2	4	15.5
-	-	50	50	-1	4	3	※	※	+1	※	12.0
-	50	50	-	-1	4	3	※	+1	+1	3	8.0

注記) パン用強力粉（カメリヤ）100%の製パン結果は、高さを除いて「※」で示し、これを評価の基準とした。表中の「※」はすべて基準と同等であることを示す。

【表中記号の説明】

(表皮色)+2:濃い、+1:少し濃い、-1:薄い。(香り)1:甘い香り、2:焦げた香り、3:酸っぱい香り、4:香り無し。(すだち)1:少し粗い、2:粗い、3:潰れている。(クラムの色)1:薄黄色、2:黄色、3:薄茶色。(粘り)と(弾力)+1:少し有り、+2:有り。(味)1:少し甘味、2:甘味、3:えぐ味・苦味、4:餅風味。

(1) 「あけぼのもち」を用いた製パン試験

① 外観

「表皮色」は、あけぼのもちの配合に関係なく濃い場合や薄い場合があったため、「あけぼのもち」の割合を必ずしも反映しているとは言えないが、配合が高くなると「クラム」の色のせい、若干濃くなっているように思われる(図2a~c)。焼き上がりの「香り」は、カメラヤ100%を基準とすると「あけぼのもち」の割合が30%と40%で甘い香りが最も強く、「あけぼのもち」70%と90%では焦げたような香りに変化した(表3)。これは、「あけぼのもち」30%と40%の場合は食味との関係があるように考えられ、70%と90%では「表皮色」に関係があると考えられる。「あけぼのもち」を100%用いて焼いたパンでは、香ばしい香りはあるものの酸っぱさも感じられた(表3)。「山の高さ」は、「あけぼのもち」の割合が0%~90%まではほとんど変化はなく20~21cmであったが(図2a、b)、「あけぼのもち」100%ではおよそ17cmで若干低くなっている(図2c)。断面を見ると、「あけぼのもち」の割合が高くなるほど気泡がつぶれて縮んでいた(図2d~f)。

② 内相

パンの内相を評価するには中央で二つ切りにして観察した。「すだち」はカメラヤ100%がもっとも細かく、「あけぼのもち」の配合の割合が高くなるにつれ粗くなっていった(表3、図2g~i)。また「あけぼのもち」の割合が80%を超えると、パン用包丁で半分切った際、粘りのためクラム(パンの内側の柔らかい部分)が沈んで縮んでしまった(図2f)。すだちはパン作りのミキシング及びパンチの工程で成形される。今回用いた家庭用ホームベーカリーの機械は市販のカメラヤなどの強力粉に対応しているため、粘りが増すと十分にそれらの工程が行われない可能性があり、「あけぼのもち」の割合が多くなるにつれすだちが粗くなるのはこのためと思われる。「クラムの色」もまた、

「あけぼのもち」の割合が多くなるに従って黄色が濃くなり、100%の割合の時、ページュ色のような薄い茶色になった。これは、「あけぼのもち」の粉色の特徴であろう(表3、図2d~f、g~i)。パン生地の「粘り」も「あけぼのもち」の配合の割合が高くなるにつれ増し、60%より配合率が高くなると切った包丁の表面にクラムが接着するようになった(表3)。「弾力」についても同様で、「あけぼのもち」の割合に比例して強さを増し、50%を越える頃から餅のような食感が感じられるようになった。さらに口腔内で破碎するうちに弾性を増したのは、アミロペクチンの性質によりパン生地が吸水したためではないかと考えられる。最後に「味」については、「あけぼのもち」10%、20%では特に変化は感じなかったが、30%と40%のパンでは強い甘味を感じ、この配合が最も美味しいと感じた。50%を超えると徐々に「あけぼのもち」に特有であろう、えぐ味や苦味が増していった(表3)。

(2) 「もち姫」を用いた製パン試験

① 外観

「表皮色」は「あけぼのもち」と同様、配合の割合にはよらないようであった(表3、図3a~e)。「香り」は「もち姫」を50%配合したときに香ばしく甘いにおいがし、70%と90%ではそのような香りはあまり感じられなかった(表3)。「山の高さ」も「あけぼのもち」と同様、「もち姫」100%のときに明らかに低くなったが、全体的にどの配合でも「あけぼのもち」よりも1~2cm低めであった(図3a~e)。断面を見ると、「もち姫」が90%と100%では、気泡がつぶれて縮んでしまった(図3f~j)。

② 内相

「すだち」は「あけぼのもち」と同様、配合が多くなるほど粗くなった(表3、図3k~o)。「クラムの色」は、「もち姫」の配合が多くなってもカメラヤ100%のパンとほぼ同じ位の白さを保っており、良好であった(表3、図3

k~o)。「もち姫」は、灰分含量や灰分移行率の育種の改良により粉色が大幅に改善されたことが特徴のひとつで¹¹⁾、この性質が反映されている。「粘り」は全体的に少し弱く、70% 配合でも包丁にクラムが接着することはなかった。「弾力」については、「もち姫」の配合が50%を越えると強く感じるようになった。「あけぼのもち」と比較すると、「弾力」は同様で、「粘り」は「もち姫」の方が低いと言えよう(表3)。「味」は、「もち姫」を50% 配合したときに最も甘味が認められ美味しく感じた。また、興味深いことに「あけぼのもち」で感じたえぐ味や苦味は「もち姫」100% では感じられず、もち米の餅の風味が感じられた(表3)。味については、クラムの色の違いが特徴的であったので灰分含量によるものであろうかと考えたが、谷口ら¹¹⁾の「あけぼのもち」のデータからは灰分移行率が若干劣っているように見られるものの、灰分含量に有意な差があるかどうかはわからなかった。

(3) 「米粉」を用いた製パン試験

米粉については、強力粉(カメリヤ)と「もち姫」それぞれを50%の配合で製パンを試みた(表3)。

「表皮色」について焼き色は薄く表面の気泡跡の部分が白っぽくなり良好とは言えない。焼き上がりの香りもほとんどなく、外観は不良である(図4a、b)。米粉を半量混合してしまうとタンパク含量が全く不足し、パンとして膨らむことができないので、「山の高さ」は基準とした強力粉のパンの半分~3分の1ほどであった(図4a~d)。内相については、断面を見ると「すだち」は両者ともに潰れてしまっていた(図4c~f)。「もち姫」を用いた方は、より気泡が潰れてかなり生地が縮んでしまいモチ性の影響が顕著に見られた(図4d)。これはミキシングで十分に生地が混ざっておらず発酵もあまり進まなかったことも要因として考えられる。「クラムの色」は両方とも白く(図4e、f)、「粘り」は「もち姫」を用いた方に少し感じら

れたが、両方とも固くほそほそとした食感であった。また、すだちの目が詰まったためにクラムが硬く固まり「弾力」も全く感じられなかった。「味」については、強力粉を加えた方はカメリヤ100%の普通のパンと変わらなかったが、「もち姫」を用いた方は「あけぼのもち」100%のパンと同じようなえぐ味や苦味を感じた。その理由はわからないが、材料の成分の組合せが影響しているのかもしれない。

3. モチコムギ製品の展望

今回材料として用いた2種類のモチコムギについて、タンパク含量からは製パンが可能であることがわかった。しかし、「モチコムギパン」としては多くの問題が浮上した。まず、100%モチコムギを用いたパンはテクスチャー、味ともに市販のパンには到底及ばないということである。粘り、弾力がありすぎ、口当たりが重すぎるパンになっていた。味は「あけぼのもち」ではえぐ味や苦味があり非常に食べづらかった。また、クラムの色は食欲をそそる良い色とは言えなかった。一方「もち姫」のみを使用したパンは、えぐ味や苦味は感じられず、クラムの色もパン用強力粉による製品と遜色なかった。そのため、「あけぼのもち」のような香りが加わることで、製パン条件の工夫によって製品化に期待が持てるのではないと思われるため、今後は家庭用製パン機だけでなく業務用製パン機も利用しながら試作を進めていきたい。しかしすでに多くの報告があるように^{8,9,11)}、ウルチ性の小麦粉と適当な比率で配合すれば、めんやパン、ケーキ類へ使用して付加価値を与えることができるようである。本研究における製パン試験でも、強力粉との配合を調整さえすれば、湯種パンのようにもっちりとした食感のパンが、湯種を作らなくてもモチコムギだけで簡単にできるとわかった。また味においては、「あけぼのもち」では30%と40%、「もち姫」では50%の配合で、甘味を含んだ美味しいパンができることがわかった。また、これらモチコ

ムギを用いたパンを試食してもらったところ、唾液の分泌の少ない高齢者でも食べやすい食感であるという意見をいただいた。これはモチコムギの特徴である、粘弾性と吸水性の高さによるものであると思われ、介護食への応用も興味深い。

今回の実験ではプレーンの食パンでの比較になったが、まだ一層、形状や配合の工夫の余地があると考えられる。たとえば、モチコムギの性質を利用し、食パン以外のパン、たとえばフランスパンやベーグル作製をモチコムギのみで試してみると良いと思われる。フランスパンについては、ウルチ性小麦粉との配合ですでに試作が行われ好成績を得られているようであるが⁸⁾、モチコムギのみを用いても、さくっとしたクラストともっちりとしたクラムの対比効果が得られると期待でき、ベーグルでは特有の粘りと弾力を活かせるのではないかとと思われる。またパン以外の食品では、モチ性を活かしたせんべいやクラストのぱりぱり感を活かしたパン粉などに向いているのではないかと考えている。せんべいは商品化に向けて試作が進んでいるようであるので、今後の発展に期待したい。

また、製菓の場合には、オープンや油脂などを用いた加熱方法や、ベーキングパウダーやイーストなどの膨張剤の種類によって、配合する小麦粉を選択しなければならぬ²³⁾。たとえば薄い生地をオープンで焼いて膨らませる場合は、薄力粉だけでなく中力粉を混合すると良かったり、油揚げ菓子類では、中力粉を混ぜて吸油性を少なくすることが必要であったりする。また、イースト発酵を行うもの(菓子パン、イーストドーナツ、サバラン、クラッカーなど)では準強力粉がよいとされているし、ベーキングパウダーなど化学膨張剤を使用する場合(スポンジケーキやレヤーケーキなど)は薄力粉がよく、遅効性の膨張剤を使用する場合は若干の中力粉を配合するとよいそうである。砂糖や脂肪類の分量が異なる時も薄力粉や中力粉の配合を考えねばならないし、生地中にドライフル

ーツなどが入れられているときは準強力粉を配合して生地に粘りをつけてフルーツが沈むのを防いだりする。製菓では小麦粉の物性等を配慮した微妙な調整を要するため、モチコムギの性質が何かに利用できないか検討してみるのも面白いかもしれない。

以上のことや本研究の結果を勘案してみると、将来的にさらに検討を重ねていけばモチコムギ製品が誕生し市販される可能性は十分にあるのではないかと期待できる。

謝辞

本研究材料のモチコムギの小麦粉を提供していただいた農研機構東北農業研究センターの皆様にご心より感謝申し上げます。また本研究遂行にあたり、大阪教育大学向井康比己教授にご助言を賜りましたので御礼申し上げます。最後に、モチコムギの試作パンを試食しご意見をいただきました本学福祉栄養学科3期生の学生に御礼を申し上げます。

引用文献

- 1) 吉川亮, 中村和弘, 伊藤美環子, 星野次汪, 伊藤誠治, 八田浩一, 田野崎眞吾, 谷口義則, 佐藤暁子, 中村洋. 2002. 高製めん適性、早生・多収の小麦新品種「ネバリゴシ」の育成. 東北農研研報 100: 1-26.
- 2) 吉川亮, 中村和弘, 伊藤美環子, 星野次汪, 伊藤誠治, 八田浩一, 田野崎眞吾, 谷口義則, 佐藤暁子, 中村洋, 高野博幸. 2004. パン用小麦粉新品種「ハルイブキ」の育成. 東北農研研報 102: 1-22.
- 3) 吉川亮, 中村和弘, 伊藤美環子, 伊藤裕之, 星野次汪, 伊藤誠治, 八田浩一, 田野崎眞吾, 谷口義則, 佐藤暁子, 中村洋, 藤原秀雄, 上田邦彦, 北原操一, 中島秀治, 後藤虎雄. 2009. 製パン適性が高く、早生で耐寒雪性が強い小麦新品種「ゆきちから」の育成. 東北農研研報 110: 17-44.
- 4) Nakamura, T., Yamamori, M., Hirano, H., Hidaka, S. and Nagamine, T. 1995. Production of waxy (amylose-free) wheats. Mol. Gen. Genet. 248: 253-259.
- 5) 星野次汪. 1995. 世界初、モチ性小麦を育成—うどんの‘こし’を飛躍的に改善—. 研究ジ

- ジャーナル 19(3) : 9-11.
- 6) Hoshino, T., Ito, S., Hatta, K., Nakamura, T. and Yamamori, M. 1996. Development of waxy common wheat by haploid breeding. *Breeding Science* 46 : 185-188.
 - 7) 吉川亮, 八田浩一, 中村和弘, 中村洋. 1998. もち性小麦「東北糯 210 号」, 「東北糯 211 号」の製粉及び品質の地域間差. *東北農業研究* 51 : 95-96.
 - 8) 山口勲夫, 乙部 (桐淵) 千雅子, 柳沢貴司, 長嶺敬, 牛島智彦, 古田久. 2003. もち性小麦品種「あけぼのもち」及び「いぶきもち」の育成とその特性. *作物研報* 3 : 21-33.
 - 9) 吉川亮, 中村和弘, 伊藤誠治, 八田浩一, 中村俊樹, 山守誠, 中村洋, 伊藤美環子, 星野次汪. 2009. もち性小麦品種「はつもち」および「もち乙女」の育成とその特性の遺伝的改良. *東北農研研報* 110 : 45-66.
 - 10) 藤田雅也, 乙部 (桐淵) 千雅子, 松中仁, 関雅子, 吉岡藤治, 柳沢貴司, 古田久, 長嶺敬, 山口勲夫. 2007. 収量性および製粉性が改善されたもち性小麦品種「うららもち」の育成. *作物研報* 8 : 109-129.
 - 11) 谷口義則, 伊藤裕之, 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. 製粉性, 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. *東北農研研報* 109 : 15-29.
 - 12) Graybosch, R. A. 1998. Waxy Wheat : origin, properties, and prospects. *Trends in Food & Tech.* 9 : 135-142.
 - 13) Nelson, O. E. and Rines, H. W. 1962. The enzymatic deficiency in the waxy mutant of maize. *Biochem Biophys. Res. Comm.* 9 : 297-300.
 - 14) Echt, C. S. and Schwarz, D. 1981. Evidence for the inclusion of controlling elements within the structural gene at the waxy locus in maize. *Genetics* 99 : 275-284.
 - 15) Eriksson G. 1963. The waxy character. *Heredity.* 63 : 180-204.
 - 16) 坂本寧男. 1989. 「モチの文化誌」. 中央公論社. pp.1-175.
 - 17) Chao, S., Sharp P. J., Worland, E. J., Warham, A. J., Koebner, R. M. D. and Gale, M. D. 1989. RFLP-based genetic maps of wheat homoeologous group 7 chromosomes. *Theor. Appl. Genet.* 78 : 495-504.
 - 18) Nakamura, T., Yamamori, M., Hirano, H. and Hidaka, S. 1993 a. Identification of three Wx proteins in wheat (*Triticum aestivum* L.). *Biochem. Genet.* 31 : 75-86.
 - 19) Yamamori, M., Nakamura, T., Endo, T.R. and Nagamine, T. 1994. Waxy protein deficiency and chromosomal location of coding genes in common wheat. *Theor. Appl. Genet.* 89 : 179-184.
 - 20) Zhao, X. C., Batey, I. L., Sharp, P. J., Crosbie, G., Barclay, I., Wilson, R., Morell, M. K. and Appels, R. 1998. A single genetic locus associated with starch granule proteins and noodle quality in wheat. *J. Cereal Sci.* 27 : 7-13.
 - 21) Nakamura, T., Yamamori, M., Hirano, H. and Hidaka, S. 1993. Decrease of waxy (Wx) protein in two common wheat cultivars with low amylase content. *Plant Breed.* 111 : 99-105.
 - 22) 財団法人製粉振興会編. 2007. 小麦・小麦粉の科学と商品知識. 財団法人製粉振興会. pp.1-78.
 - 23) 社団法人菓子総合技術センター編. 1991. 洋菓子製造の基礎と実際. 光琳. pp.1-451.
 - 24) 田中康夫, 松田博. 1992. 製パンの材料の科学 (製パンの科学). 光琳. pp.1-313.
 - 25) 田中康夫, 松田博. 1991. 製パンプロセスの科学 (製パンの科学). 光琳. pp.1-292.

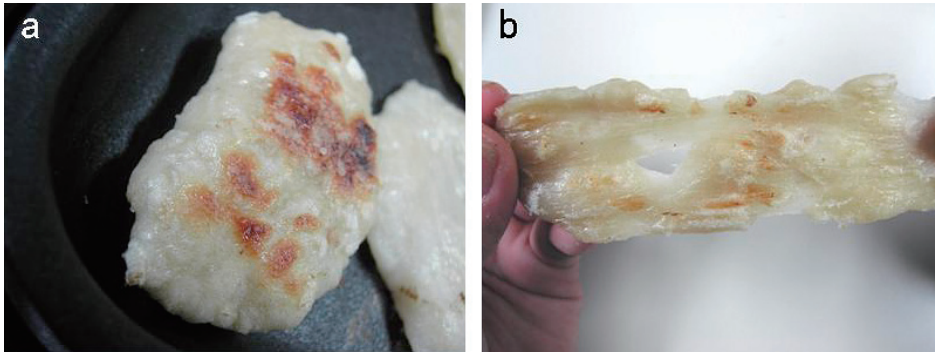


図 1 「あけほのもち」の粘り調査

- a) ゆでた団子をホットプレートで焼いたもの。餅のように膨張している。
 b) ゆでて焼いた団子 (a) を引っ張ると、餅のように伸びた。

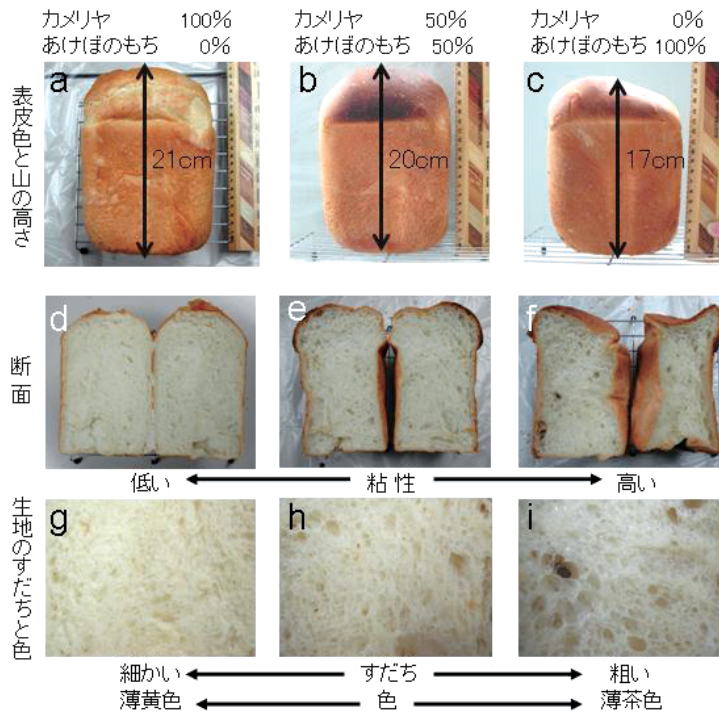


図 2 「あけほのもち」の製パン結果の比較

a~c) 「あけほのもち」の割合が 0%、50% では、山の高さにはほとんど変化はないが、100% になると明らかに低くなっている。d~f) 「あけほのもち」の割合が高くなるほど気泡がしぼんで生地自体が大きく縮んでいる。g~i) すだちは、カメリア 100% (g) が最も細かく、「あけほのもち」の割合が高くなるにつれて気泡の数や大きさが増して粗くなっている。色は、カメリア 100% (g) が最も白く、「あけほのもち」の割合が高くなるにつれて黄色 (h) から薄茶色 (i) に着色している。

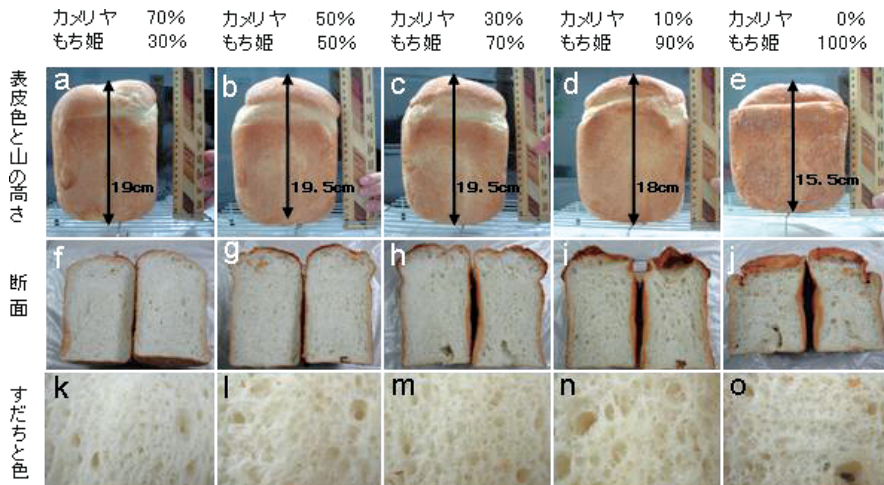


図3 「もち姫」の製パン結果の比較

山の高さ (a~e)、粘性 (f~j)、すだち (k~o) の評価は、「あけほのもち」とほぼ同様の傾向である。山の高さについては、各配合の割合を比較すると「あけほのもち」より1~2cm ずつ低めである。色については、「もち姫」100% (o) では若干黄色っぽく着色して見えるが、それ以外 (k~n) はほぼ安定した白色を示している。

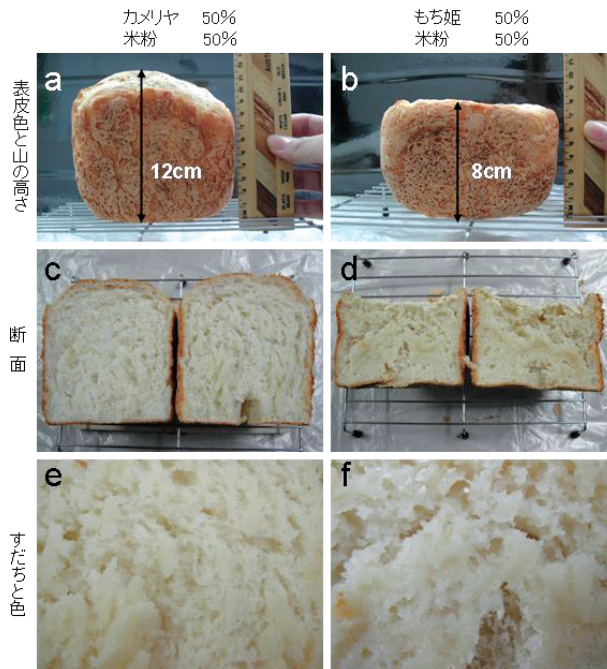


図4 「米粉」による製パン結果の比較

全体的に、タンパク含量の不足で生地の気泡が形成されなかったことにより、パンらしい特徴が乏しくなっている。a、b) 山の高さは、強力粉のパンの半分~3分の1程度で、表皮色は劣悪である。c、d) 粘性は無く、クラムは硬く詰まっている。e、f) すだちは見事に潰れている。色は両方とも白色を示している。

「関西福祉科学大学紀要第 13 号」正誤表

実験材料の品種名に誤りがありましたので、下記のとおり訂正してお詫び申し上げます。

頁・行	誤	正
p 129 要旨 11 行目	あけぼのもち	実験系統 A
p 131 左欄下から 8～9 行目		
p 133 右欄～p 139 (p 135 右欄下から 6 行目および、 p 139 左欄上から 17 行目は除く)		
p 142～p 143		
p 129 Abstract 11 行目	akebono-mochi	experimental line A
p 133 左欄 4 行目	3. 材料としたモチコムギの来歴	3. モチコムギの来歴