

モチコムギ粉を 100% 原料にした製パン法の開発

——モチコムギ食品の福祉分野への応用をめざして——

山本真紀*, 富岡裕梨**

Improvement of breadmaking using 100% waxy wheat flour

——Application of waxy wheat products to the field of welfare——

Maki Yamamoto and Yuri Tomioka

要旨：現在、モチコムギを用いた製品試作が行われており、いくつかの食品でモチコムギ使用の有望性が実証されているが、製パンに利用するとモチの性質によって生地が縮み弾力が増し固くて食べづらいため、通常の強力粉（アミロース小麦粉）とのブレンドが必須であると言われてきた。そこで本研究では、パンを柔らかくする効果がある乳成分に着目し、モチコムギの特性を生かしながら食味にも優れた新しいモチコムギ 100% パンの開発を試みた。その結果、「山の高さ」や「すだち」等のテクスチャーに改善が見られ、モチコムギ独特の「えぐ味」も解消されながらもち感に富み、甘味のある新規のパンが得られたので、乳製品のどのような成分が製パンへの効果をもたらしたかについて分析した。さらにモチコムギ粉は保水性に優れ飲み込みやすい生地の特徴も併せ持つことから、高齢者にも優しい介護食の可能性について考察を行う。

Abstract : The waxy wheat flour is not suitable for the breadmaking, though the food products are variously developed using the waxy wheat flour. The reason is that the elasticity of breadcrumb increases because the waxy character prevents bread swelling and bread becomes hard. Therefore, the blend of the non-waxy flour is necessary to bake bread that uses the waxy wheat flour. In the present study, we developed novel bread consisted of the 100% waxy wheat flour by using milk and skim milk with the effect of softening bread. As a result, bread properties such as “loaf volume”, “breadcrumb” and “taste” were dramatically improved. And, it was analyzed what components of milk products are effective in improving bread quality. In addition, because the novel bread using waxy wheat flour has an outstanding capacity for water retentivity and people can easily swallow it. We discuss the possibility of the nursing-care food for senior person.

Key words :モチコムギ waxy wheat 製パン法 breadmaking 乳製品 milk product 介護食 nursing care food

*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

I はじめに

モチコムギは、1995 年に世界で初めて盛系 C-D1478 などの 4 系統が開発され、モチコムギの普及を目指した実証栽培と製品試作が行われてきている¹⁻⁷⁾。今までに、麵用粉やパン用粉にもち性小麦をブレンドして食感を改良する他、せんべい、ケーキ、和菓子、そば、だんご、餃子の皮などの食品への応用が試みられている。2006 年に育成が完了した「もち姫」^{6, 8)}は、世界で初めて育成されたモチコムギ「はつもち」や「もち乙女」に品種改良を加えて粉色や収量性が改善された品種で、アミロース含量は 1.1%~1.4% と極めて低い⁸⁾。現在、商品化の試みが進められており、新聞発表によれば、青森県立保健大学の藤田らは「餅」や「すいとん」、「団子」など、モチコムギを 100% 原料にした青森県独自の商品作りに取り組んでいるようである⁹⁾。

また、他のモチコムギ品種も色々と開発されており、低アミロース性の Norin 61 号 (N 61) の準同質遺伝系統 (Type 1~Type 8) を用いて、クッキーやスポンジ作製の実験がなされている¹⁰⁾。低アミロース性 N 61 系統は、モチ性の N 61 と正常の N 61 との交配によって得られたもので、系統ごとに Wx 対立遺伝子の組み合わせが様々であるため、それぞれ異なったアミロース含量を示す。モチ性の N 61 とは、正常の N 61 とモチ性の Chinese Spring (CS) 系統との雑種に対して正常の N 61 を戻し交雑した系統である。このモチ性の N 61 と正常の N 61 とを交配した F₁ 雑種からダブルハプロイド系統が作られ、その中からアミロース含量が高い順に Type 1 (27.6%)~Type 8 (4.4%) の 8 系統が選抜された。それら 8 系統から得られた小麦粉について実験がなされ、アミロース含量が低いほどクッキーの直径やスポンジの膨らみは減少し、最もアミロース含量の低い Type 8 では、クッキー、ケーキ共に最も値が小さくなることが報告されている¹⁰⁾。一方、保水性の

試験では、アミロース含量が低いほど水分が多く含まれる結果も報告されている¹⁰⁾。つまり、低アミロース性 (モチ性) が強くなればなるほど、焼いたあとの生地が縮み膨張が悪くなるが、保水性は高くなるといえる。

他にも、モチコムギを用いた加工実験は多数なされており、完全にモチ性を示すモチコムギを用いた麵やパンの品質は著しく劣り¹²⁻¹⁴⁾、ある程度アミロースを含むモチコムギを用いたり完全なモチコムギと強力粉 (アミロース小麦粉) をブレンドしたりすれば、より良い品質のパンになると報告されてはいるが^{5, 6, 8, 15-20)}、今までにモチコムギ粉のみの製パンに成功した例はない。

現在、我々の研究室でも、完全なモチ性を示す「もち姫」を材料としてモチコムギ食品の開発試験に取り組んでいるが、通常の製パンを行うと他の報告と同様テクスチャーに問題があり、膨らみにくく冷めると縮んで硬くなり、生地色は黒っぽく、味はアクのような「えぐ味」が残る²⁰⁾。しかし、「もち姫」の小麦粉は、タンパク含量が 11.7% で準強力粉~強力粉に属しており製パン性が十分にあることが示されているので²⁰⁾、本研究では材料や条件の工夫によって品質の良いモチコムギパン (モチコムギ粉 100% のパン) を作製することを試みた。一般的に、乳成分はパン生地を柔らかくすることが知られており、粉乳をパン生地に入れると、①味や香りの向上、②すだちや触感の改良、③トースト性を良くする、④老化を遅らせる、⑤栄養価を向上させる (特に、制限アミノ酸であるリジンやメチオニン、トリプトファンを補強する) という効果があり、十分に熱処理した脱脂粉乳や全粉乳にはパンの膨張を悪くする作用が少ないとされている。このような知見を参考にして製パン試験を重ねたところ、モチコムギパンのテクスチャーの問題点が劇的に改善され、モチコムギの特徴である「もちもち感」と「保水性」を兼ね備えた新規性に富んだ美味しいパンが作製できた。

本稿では良質なモチコムギパン作製の初めての報告として、その製パン条件について述べる。また、モチコムギ粉の特徴である「保水性」は、のど通りが非常に良くなる効果をもたらし高齢者にも美味しく安心して食べられると期待されるため、モチコムギ食品のもつ新しい介護食の可能性についても考察する。

II 材料と方法

1. 製パン材料

小麦粉材料として「もち姫」のモチコムギ粉を用いた。対照試験は、強力粉「くらしモア」（日本流通産業）を用いた。小麦粉に加えた材料は、水または牛乳（森永乳業）、バター（雪印）、スキムミルク（森永乳業）、上白糖（スプーン印）、塩（伯方の塩）、ドライイースト（日清製粉グループ）である（表1）。

2. 製パン試験

製パンには、家庭用製パン機（ナショナルホームベーカリー SD-BM101）を使用した。本機では、同じ条件で製パンすると毎回ほぼ同じ状態のパンを焼くことができた。したがって実験の再現性が高く、条件となる材料やその分量の製パンへの影響が非常にわかりやすいことが大きな利点である。製パンには自動の「食パンコース」を選択し、材料投入から製パン終了までは材料によらずおよそ4時間を要した。製パン後しばらく冷まし、粗熱がとれたら半分に切り、外観としてパンの「山の高さ」を測定、「表面の焼き色」を観察し、内相として「クラム（パンの内側の柔らかい部分）の色」「すだち」「食感」「味」「のどごし」について官能評価を行った。

(1) 標準法による製パン試験

標準量のモチコムギ粉、水、バター、スキムミルク、砂糖、塩、ドライイーストを製パン器へセットし運転を行った（表1：試験 No.W-2）。対照試験には、小麦粉材料として強力粉を用いた（表1：W-1）。

(2) 乳製品を増量した製パン試験

標準の方法のうち、乳製品を通常より増量して製パンを試みた（表1：W-3）。バターは15g（標準の1.5倍）、スキムミルクは12g（標準の2倍）とした。また、水温を40℃に設定した試験も行った（表1：W-4）。

(3) 牛乳を用いた製パン試験

標準の方法の水にかえて市販の牛乳を同量用いた（表1：M-1～M-6）。小麦粉材料はモチコムギ粉であるが、対照試験として強力粉も用いた（表1：M-1）。乳製品材料については、前項同様バターを標準の1.5倍、スキムミルクを標準の2倍に増量して実験を試みた。牛乳の温度条件は4℃および40℃とし、購入後の生の状態から温度調整を行った場合（表1：M-1～M-3）と加熱沸騰処理をしてから温度を調整した場合（表1：M-4～M-6）を設定した。バターとスキムミルクを標準量にした対照試験も行った（表1：M-6）。

3. 製パンの評価

各製パン試験後のパンについて、外観（「山の高さ」「膨らみ方と高さの値の幅」「表面の焼き色」）の観察および内相（「クラムの色」「すだち」「食感」「味」「のどごし」）の官能評価を行った（表2）。官能評価には、テクスチャーに関する視覚、食感、触感等を示す語句で表現した（平成18年度農業・食品産業技術総合研究機構による「官能評価のための日本語テクスチャー用語リスト」参照）。表2の評価については、「山の高さ」と「膨らみ方と高さの値の幅」については測定値で、他の官能評価に関わる項目は、対照試験（試験 No.W-1 および M-1）の評価を「0」とし、これよりも評価が劣る場合には「-」、優る場合には「+」を付し、表2の欄外に示した色調、食感、味覚について相対的な数字で示した。

表 1 製パン試験の材料

試験 No.	小麦粉	水		牛乳			バター (g)	スキムミルク (g)	砂糖 (g)	塩 (g)	ドライイースト (g)
		分量 (ml)	温度 (°C)	分量 (ml)	温度 (°C)	熱処理					
W-1	強力粉	180	室温 ¹⁾	-	-	-	10	6	17	5	2.8
W-2	もち姫	180	室温 ¹⁾	-	-	-	10	6	17	5	2.8
W-3	もち姫	180	室温 ¹⁾	-	-	-	15	12	17	5	2.8
W-4	もち姫	180	40	-	-	-	15	12	17	5	2.8
M-1	強力粉	-	-	180	4	無	15	12	17	5	2.8
M-2	もち姫	-	-	180	4	無	15	12	17	5	2.8
M-3	もち姫	-	-	180	40	無	15	12	17	5	2.8
M-4	もち姫	-	-	180	4	有 ²⁾	15	12	17	5	2.8
M-5	もち姫	-	-	180	40	有 ²⁾	15	12	17	5	2.8
M-6	もち姫	-	-	180	40	有 ²⁾	10	6	17	5	2.8

¹⁾室温は 24°C で行った。

²⁾沸騰処理を行ってから、各々の条件の温度に調整した。

表 2 パンの外観の観察と内相の官能評価

試験 No.	外 観		内 相					
	山の高さ ¹⁾ (cm)	膨らみ方と高さの値の幅 (cm)	表面の焼き色 ²⁾	クラムの色 ³⁾	すだち ⁴⁾	食感 ⁵⁾	味 ⁶⁾	のどごし ⁷⁾
W-1	16.5	均一	0	0	0	0	0	0
W-2	14.8	不均一 (14.0~15.5)	+1	-4	-3 ^{*1}	+1 ^{**2}	-1	+1
W-3	13.8	不均一 (12.5~15.0)	+2	-2	-3 ^{*1}	+1	-2	+1
W-4	12.0	不均一 (11.5~12.5)	+2	-3	-3 ^{*1}	+1	-2 ^{**4}	+1
M-1	16.0	均一	+1	0	0	0 ^{**3}	0	0
M-2	12.8	不均一 (11.0~14.5)	+2	-3	-3	+1	-2	+1
M-3	14.0	均一	+3	-2	-3	+1	-2	+1
M-4	12.0	不均一 (10.0~14.0)	+3	-1	-2	+1	+1	+1
M-5	13.0	均一	+3	-1	0	+2	+1	+1
M-6	12.5	均一	+3	-3	-1	+3	+2	+1

¹⁾最も高い値と低い値の平均値

²⁾表面の焼き色：薄茶色 (0)、やや茶色 (+1)、茶色 (+2)、こげ茶色 (+3)

³⁾クラムの色：黄土色 (-4)、黄色 (-3)、薄黄色 (-2)、クリーム色 (-1)、白色 (0)

⁴⁾すだち：粗い (-3)、やや粗い (-2)、やや細かい (-1)、細かい (0)

⁵⁾食感：柔らかい (0)、もっちり感 (+1)、よりもっちり感 (+2)、強いもっちり感 (+3)

⁶⁾味：えぐ味 (-2)、ややえぐ味 (-1)、淡白 (0)、コク味 (+1)、強いコク味 (+2)

⁷⁾のどごし：悪 (0)、良 (+1)

^{*1}パンを切断すると断面の気泡が潰れた。^{**2}弾力感があった。^{**3}W-1 よりもふっくらしていた。^{**4}生地
の場所によりえぐ味がまちまちであった。

III 結果と考察

1. モチコムギパンにおける乳製品の製パン効果

2010年に山本と森が報告したように²⁰⁾、モチコムギ粉を標準の方法で製パンすると強力粉による製パン(表2:W-1、図1a)と異なり、膨らみにくく冷めると縮んで変形したまま硬くなり、生地色は黒っぽく、味はアクのような「えぐ味」が残るなど、ほとんどのテクスチャーに問題が発生した(表2:W-2、図1b)。しかし、モチコムギパンには「もっちり」としたユニークな食感と、生地自体に水分が多く含まれていることによる「のどごしの良さ」という利点があるので、この特徴を残しながら美味しいパンを作ることを本研究の課題とした。

モチコムギ粉を標準の方法で製パンした際の問題点のうち、「硬さ」を改善するために「乳成分」に着目した。乳製品を製パンに用いるとパンが柔らかくなることが知られているが、乳製品のどのような成分がそのような効果をもたらすのかは、まだ詳細にわかっていない²¹⁾。そこで標準の方法の中で、製パン材料に含まれるバターおよびスキムミルクのみ増量を試みた結果(表2:W-3)、「山の高さ」「クラムの色」「味」「もっちりとした食感」「のどごし」の良さについては、標準分量で製パンした結果(表2:W-2、図1b)と比べてもほとんど変化はなかったが、「表面の焼き色」が良くなり「こんがり」としていた(図1c左)。「すだち」については、きめは粗いが均一な気泡がみられた(図1c右)。

このように若干の変化がみられ、「表面の焼き色」や「すだち」の改善は粉乳の効果によると思われるが、パンの品質としてはまだ多くの課題が残った。「すだち」の気泡が均一になったものの、生地を切ると硬く縮んで変形してしまう性質に変わりはなかったため、乳製品を増量したうえで、酵母の発酵を促進するように水温を40℃に設定した実験を行った。その結果、「表面の焼き色」は良好で、「もちもち感」や

「のどごし」の良さも同様であったが、「山の高さ」は低くなり、「クラムの色」がくすみ、「すだち」は標準の製パン法の結果と同様で粗く、切ると潰れるものに戻ってしまった。「味」に関しては、えぐ味が不均一に感じられ、発酵臭が強くなった(図1d、表2:W-4)。したがって、標準の方法のうち、材料の乳製品を増量するだけでは限界があると判明した。

2. モチコムギパンにおける牛乳の製パン効果

(1) 加熱処理を施していない牛乳を用いた製パン試験

乳製品の増量によって「表面の焼き色」と「すだち」の改善が見られたため、本方法のうち水を市販の牛乳(4℃)にかえて製パンを試みたところ(表2:M-2)、「山の高さ」は11cm～14.5cmと不均一でふくらみはあまり良いとはいえず、「クラムの色」は黄色で「すだち」も粗かった(図1f)。食感はまだ硬く、「味」にはえぐ味が残った。そこで、本条件のうち、牛乳を40℃に温めて製パンを行った(表2:M-3、図1g)。4℃の牛乳で改善されていた「表面の焼き色」「のどごし」は変化なく良好であったが、「すだち」は不均一で40℃の水で製パンした際と同様の傾向になった。「味」のえぐ味はそのまま残っていた。改善された点として「山の高さ」が均一で14cmになり、膨らみが向上した。そのせいか、食感のもちもちしているがそれほど硬くはならなかった。また、「クラムの色」は黄色ではあるがやや白くなった。

牛乳の効果については、強力粉を用いた対照試験から、水で製パンしたときよりも柔らかくなり、冷めても硬くならなかったということが挙げられる(表2:M-1、図1e)。他には、「表面の焼き色」に若干茶色味が加わったこと以外には、「のどごし」を含めて特に良い影響は感じられなかった。

しかしながら、モチコムギ粉の製パンにおいては、乳製品や牛乳によって「表面の焼き色」

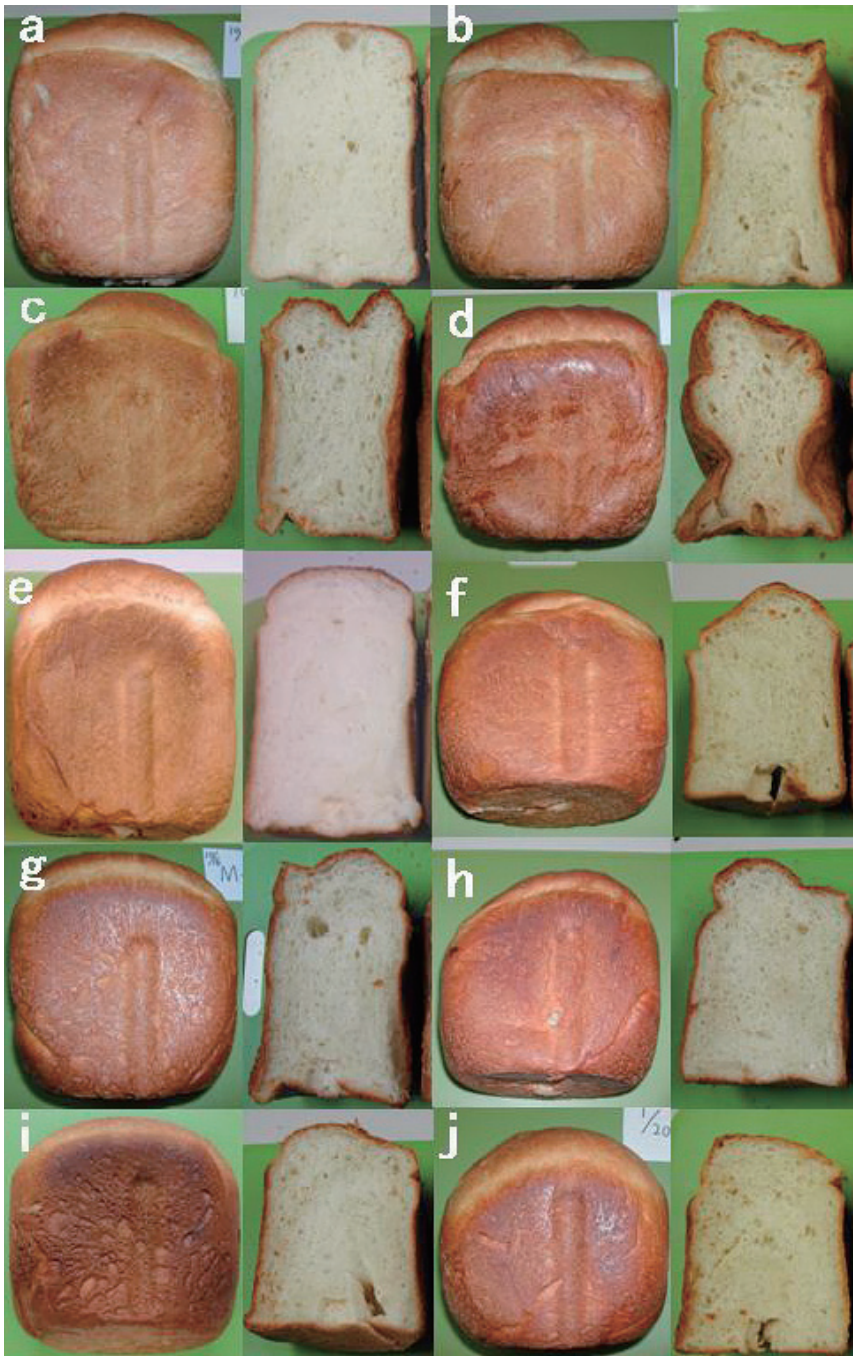


図 1 モチコムギ粉（もち姫）による製パン試験および強力粉を用いた製パン対照試験の結果
 写真の左側はパンの全体像、右側は断面図。a) と e) は強力粉を用いた対照試験。a)～d) は材料に
 水を用いた場合で、e)～j) は水の代わりに牛乳を用いた場合。

各々の写真は、a) 試験 No.W-1、b) W-2、c) W-3、d) W-4、e) M-1、f) M-2、g) M-3、h) M-4、
 i) M-5、j) M-6 のそれぞれの製パン結果を示している。各試験 No. の製パン材料は表 1 の通りである。

「すだち」にある程度の改善が認められ、特に 40℃ の牛乳を用いた場合、「すだち」は不均一になるがよく膨らみ、生地 of 縮みによる硬さも軽減できることがわかった。また牛乳は、モチコムギ粉の特徴である「もちもち感」や「えぐ味」「のどごし」には影響がないことも示唆された。しかしながら、依然として「えぐ味」や「縮みによる硬さと変形」などのテクスチャーの大きな問題点が改善されたとはいえない。そこで乳成分のうち、乳タンパク質と乳脂肪分に着目して 100% モチコムギ粉による製パンを行った。乳タンパク質については牛乳を加熱沸騰させて熱変性処理を、乳脂肪分は増量を試みて、それぞれ製パンへの影響を調べた。

(2) 加熱処理した牛乳を用いた製パン試験

牛乳には、カゼインをはじめ数種類の乳タンパク質が含まれている。製パンにおいては、これらタンパク質のいずれかが「すだち」や「パンの膨張性」などのテクスチャーに悪影響を及ぼすと一般に言われている。その原因は、ラクトグロブリン中にパンの容積を低下させる成分が存在することによる。熱変性させると製パン性が向上する成分は、分子量 14,000~15,000 の比較的小さい分子のプロテオースペプトンであると報告されている²²⁾。この物質のアミノ酸組成としては非極性アミノ酸が多く、これらの側鎖は疎水効果によってドウの構造の中に割り込み、ドウ本来のシート状構造やネットワーク形成を妨げるのではないかと考えられている²¹⁾。また、酸沈殿カゼインや、ホエイ（乳清）もパンの膨張を妨げたり、すだちを粗くしたりする作用があり、これら作用は加熱変性処理によって除かれ製パンへの悪影響がなくなる²¹⁾。

本研究ではこれらの性質に着目し、牛乳をあらかじめ加熱処理（約 100℃ の沸騰処理）をすることで乳タンパク質を変性させ、これを製パンに用いることを試みた。電子レンジを用いて加熱処理した牛乳を 4℃ あるいは 40℃ まで冷ましたものを供試した。その他の条件は標準の方法に準じ、乳製品を増量（バターとスキムミ

ルクがそれぞれ 1.5 倍量、2 倍量）して製パンを行った（表 2: M-4、M-5）。

加熱処理後 4℃ に調整した牛乳を用いた場合は、「山の高さ」は 10 cm~14 cm と不均一で、「表面の焼き色」は茶色の良質でさらにこんがりとしていた（表 2: M-4、図 1 h）。食感も「カリッ」としていて香ばしく感じた。「すだち」は加熱処理をしていない 4℃ の牛乳を用いた場合（表 2: M-2、図 1 f）とそれほど変わりはなく粗かった。一方、大きく改善された点があり、「クラムの色」は黄色味が薄くなり、もちもち感を残しながらパン生地は冷めても柔らかいまま、縮んで変形することはなかった。さらに「味」についても、食べづらかった「えぐ味」が解消され、モチコムギ独特のアクは「コク」として感じられた。「のどごし」は良い状態が保たれていた（表 2: M-4）。

次に、加熱処理後 40℃ に調整した牛乳を用いた場合であるが、「山の高さ」は 13 cm で均等に膨らんだ。「表面の焼き色」は茶色でこんがりとしており、「クラムの色」は薄い黄色で、加熱処理して 4℃ に調整した牛乳を用いた場合とほとんど変化がなかった（表 2: M-5、図 1 i）。一方、加熱処理後の牛乳を 40℃ に調整したことで改善されたのは「すだち」で、気泡が細かく均一になった。さらに、「食感」は一層「もちもち感」が増し、「えぐ味」もなく「コク」が感じられ、「のどごし」も良くなった（表 2: M-5）。

以上のことから、加熱処理した牛乳を用いると、モチコムギパンのテクスチャー（「パンの膨らみ」「クラムの色」「すだち」「味」）に改善がみられることがわかった。特に「クラムの色」と「味」については劇的に改良されたといえる。牛乳の加熱処理後の調整温度を比較すると、4℃ の場合に比べると 40℃ の方が「きめ」「もちもち感」「のどごし」がさらに良好になり、「味」にも「コク」が加わり、より良質なテクスチャーをもつモチコムギパンになると思われる。

本実験から、熱処理による乳タンパク質の変性が、モチコムギパンでもテクスチャーの改善に貢献していることが十分に考えられるが、熱処理以外にも乳成分の悪影響を除くことができる²¹⁾。酸性リン酸カルシウムと乳酸を用いて液種の最終 pH を 4.8~5.0 にし、塩化アンモニウムをイーストフードとして用いて適当な乳化剤を混入する方法で、この改良法ではスキムミルクを 6% まで添加しても悪影響がなく良質なパンが得られる。標準の製パン法ではスキムミルク量が 6 g で全体の 1.3%、12 g に増量しても全体の 2.5% ほどであることを考えると、この方法によれば牛乳に加えてさらに乳成分を増加できることになる。

今後は、どのような乳タンパク質成分がモチコムギパンの製パン性を低下させていて、熱処理によってどのように変化してテクスチャー改善に結びついたのかなどを明らかにし、乳タンパク質の利点のみ取り入れて悪影響を取り除くためのより効果的な方法を検討していきたい。

(3) 乳脂肪分の検証

本試験の結果から、モチコムギパンの製パンについて乳タンパク質の関与が示唆されるが、乳脂肪分についても若干の検証を行った。牛乳を用いたモチコムギパンの全ての製パン試験では、バターとスキムミルクを増量していたので、これらを標準量に戻して製パンを行ってみた (表 1: M-6)。牛乳については、最も官能試験の成績が良かった熱処理後に 40℃ にしたものをを用いた。その結果、「山の高さ」は均一で若干低い 12.5 cm で、「すだち」はやや細かくなった。「クラムの色」は黄色であった (表 2: M-6、図 1j)。「のどごし」のは良さには変化がなかったが、「味」と「食感」は、牛乳を用いたモチコムギパンの中で最もその特徴が顕著に見られ、「えぐ味」はないがコクが増し、もちもち感もより強調された (表 2: M-6)。したがって、モチコムギの特徴を最も引き出すには、乳脂肪分はあまり多くない方が望ましいと思われる。

3. モチコムギパンの利点と介護食への展望

モチコムギ粉のみで作るモチコムギの特徴を活かした食品について、国内外の複数の機関で多くの試みが行われてきているが、製パンに関してはほとんど期待されていない。しかしながら、強力粉とモチコムギ粉をブレンドすると比較的美味しいパンができることは良く知られており^{5, 6, 8, 15~19)}、我々も、少しのもちもち感と若干の甘味を感じることができると報告した²⁰⁾。

本研究は、そのような現状の中、モチコムギ粉を 100% 原料にして食べやすく美味しいパンを開発した初めての報告であり、このモチコムギパンは、通常の食パンにモチコムギ特有の食感と風味が付加された新規の食パンであるといえる。

モチコムギパンの利点としては、モチコムギ自身の風味とコクを楽しむことが挙げられる。通常の強力粉を用いたパンは淡白な味で、パンのみでは食べづらくバターやジャム、その他の調味を必要とする。しかし、モチコムギパンはコクがあるため単品で摂ってもたいへん美味しくいただけるので、砂糖や油脂の摂り過ぎを防ぐことにつながるかもしれない。また、このモチコムギパンは特別な材料や製パン法を必要とせず、市販の家庭用パン焼き器で非常に手軽に作製できることも利点の一つである。

本研究によって作製されたモチコムギパンの最大の利点は、「のどごしの良さ」であろう。モチコムギパンの「のどごし」は、牛乳などの材料や温度等の製パン条件によらず一定して優れていた。また、我々は、モチコムギ粉とウルチ性の小麦粉をブレンドしたパンは、唾液の分泌量が少ない高齢者でも食べやすい食感であることを報告したが²⁰⁾、モチコムギ粉のブレンド量が増すにつれてのど越しは良くなり、ウルチ性の小麦粉で作製した一般的なパンはのどに詰まりやすく飲料を必要とする場合が多いが、モチコムギパンについては、ほぼ全ての試食者が水分を必要としなかった。このことは、Nishio¹⁰⁾や山本と森²⁰⁾によって報告されているよう

に、モチコムギ粉の性質として通常の強力粉に比べて「保水性」が高いためであろうと考えられる。その理由としては、モチコムギ粉がアミロースの代わりに保水性の高いアミロペクチンを含むためであろうと推察されている²⁰⁾。この性質は、モチコムギ粉で作製された「団子」にも活かせる。「もち姫」を用い、瀬戸内地方に伝わるモチオオムギを使用した郷土料理「よもぎ団子」を参考にして団子を作製したところ、もち米の餅のような滑らかな生地になり、粘りも適度で非常に飲み込みやすい食品が出来上がった（未発表）。

本研究から、「もち姫」を 100% 用いたモチコムギパンについて「のどごしの良さ」を官能検査で確かめることができたが、この新しいパンは乳製品を多く含むので、必須アミノ酸に富み栄養価も高い。パンという食品は、様々な栄養素が含まれており、少量でも比較的熱量を摂取でき胃にもたれにくい優れた利点をもつが、一般にのどの通りが良いとは言えず高齢者にとっては食べづらい食品のひとつであろう。さらに、高齢者は唾液分泌が減少する場合が多く、嚥下がうまくいかず深刻な事態を引き起こすことが少なくない。モチコムギパンは飲み込みが容易いため、高齢者の方々にも美味しく安心して食べることができると考えられる。しかも、モチコムギ粉の分量が多いほどのどごしが良くなることから、強力粉とのブレンドパンよりもはるかに保水力の勝る「100%モチコムギパン」は、将来の介護食の新しい選択肢の一つとして、今後の開発や利用が期待される。

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きまし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、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 4 期生の学生に御礼を申し上げます。

引用文献

1) Nakamura, T., Yamamori, M., Hirano, H.,

- Hidaka, S. and Nagamine, T. 1995. Production of waxy (amylose-free) wheats. *Mol. Gen. Genet.* 248: 253–259.
- 2) 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—. *研究ジャーナル* 19(3): 9–11.
- 3) 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.
- 4) 吉川亮, 八田浩一, 中村和弘, 中村洋. 1998. モチ性小麦「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.
- 5) 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.
- 6) 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.
- 7) 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.
- 8) 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.
- 9) 「もちもち」小麦商品化へ. 青森. 読売新聞 2009 年 12 月 28 日.
- 10) Nishio, Z., Oikawa, H., Haneda, T., Seki, M., Ito, M., Tabiki, T., Yamauchi, H. and Miura, H. 2009. Influence of amylase content on cookie and sponge cake quality and solvent retention capacities in wheat flour. *Cereal Chem.* 86(3): 313–318.
- 11) Miura, H., Araki, E. and Tarui, S. 1999. Amylose synthesis capacity of the three *Wx* genes of wheat cv. Chinese Spring. *Euphytica* 108: 91–95.
- 12) 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.

- 13) Baik, B.-K. and Lee, M.-R. 2003. Effects of starch amylase content of wheat on textural properties of white salted noodles. *Cereal Chem.* 80 : 304–309.
- 14) Park, S. C. and Baik, B.-K. 2004. Cooking time of white salt noodles and its relationship with protein and amylase contents of wheat. *Cereal Chem.* 81 : 165–171.
- 15) Lee, M.-R., Swanson, B. G. and Baik, B.-K. 2001. Influence of amylase content on properties of wheat starch and breadmaking quality of starch and gluten blends. *Cereal Chem.* 78 : 701–706.
- 16) Morita, N., Maeda, T., Miyazaki, M., Yamamori, M., Miura, H. and Ohtsuka, I. 2002. Effect of substitution of waxy-wheat flour for common flour on dough and baking properties. *Food Sci. Technol. Res.* 8 : 119–124.
- 17) Baik, B.-K., Park, S. C., Paszczynska, B. and Konzak, C. F. 2003. Characteristic of noodles and bread prepared from double-null partial waxy wheat. *Cereal Chem.* 80 : 627–633.
- 18) Park, S. C. and Baik, B.-K. 2004. Significance of amylose content of wheat starch on processing and textural properties of instant noodles. *Cereal Chem.* 81 : 521–526.
- 19) Park, S. C. and Baik, B.-K. 2007. Characteristics of French bread baked from wheat flours of reduced starch amylose content. *Cereal Chem.* 84 : 437–442.
- 20) 山本真紀, 森恵理香. 2010. 新品種モチコムギの特性調査および製パン試験. 関西福祉科学大学紀要第 13 号 : 129–143.
- 21) 松本博. 製パンの科学 先人の足跡をたどる. 2004. 大蔵印刷 pp.1–153.
- 22) Volpe, T. and Zabik, M. E. 1975. A Whey Protein Contributing to Loaf Volume Depression. *Cereal Chem.* 52 : 188–197.