

埼玉県産硬質小麦の製パン利用技術の確立

海野まりえ*¹ 仲島日出男*²

Study on Bread Making Quality of Saitama Domestic Hard Wheat

UMINO Marie*¹, NAKAJIMA Hideo*²

抄録

埼玉県産硬質小麦「ハナマンテン」について、その製パン適性を向上させるため、最適なミキシング条件について検討するとともに、グルテン成分に注目した小麦粉のブレンド試験を行い、その製パン性の改善効果について検討した。ハナマンテンでは、市販の一般的なパン用粉と比較して加水量を5～10%程度減らすとともに、ミキシング時間を長くとる必要があることが確認された。また、小麦品種「あやひかり」とのブレンドにより、パン体積とともにやわらかさなどが向上した。

キーワード：製パン，ハナマンテン，グルテン，ミキシング

1 はじめに

食文化の欧米化やライフスタイルの変化から、近年、パン用強力小麦の需要は年々高まっている。従来は、製パン用の硬質小麦はカナダやアメリカ等の外国産のものが高品質で最適とされていたが、近年の食の安全や地産地消への関心の高まりから、国内産のパン用小麦の評価が見直され、需要が伸び始めている。現在の国内産の製パン用強力小麦はほとんどが北海道産のものである。これは、北海道産小麦が、製パンに適していると言われる外国産小麦に近いタンパク質含量を持っていることに加えて、外国産小麦にはない内麦特有の風味があることから、市場で高い評価を得ていることによると考えられる。

このような流れから、近年、埼玉県産パン用小麦への需要が県内の製パン業者の間で高まりつつある。県産小麦では、パン用硬質小麦品種「ハナ

マンテン」が認定品種として採用され、現在市販されている。

しかしながら、埼玉県内で栽培された硬質小麦品種は、土壌条件などからタンパク質含量があまり高くならない傾向がある。小麦のグルテンはグルテニンとグリアジンで構成されるが、タンパク質含量の少ない埼玉県産硬質小麦品種では、グリアジン含量が不足する傾向がある¹⁾。また、ハナマンテンは、一般的なパン用小麦品種と比較して、強靱なグルテンの性質を有しており、一般的なパン用の強力粉と比較して製パン時のミキシング時間を長くとる必要がある²⁾。そのため、従来の強力粉と同様の条件では製パンが困難である。本研究では、特有のグルテンの性質を持った埼玉県産パン用小麦「ハナマンテン」について、最適な加水量やミキシング条件の検討を行うとともに、グルテン成分に着目した小麦粉のブレンドによる、製パン性改善効果について検討した。

*¹ 北部研究所 生物工学担当

*² 現 産業支援課

2 実験方法

2.1 供試試料

ハナマンテン及び一般的なパン用粉については前田食品(株)より市販されているものを試験に供するとともに、(独)農業・食品産業技術総合研究機構作物研究所より供与されたあやひかりについて、ブラベンダーテストミルにより製粉し、得られたA粉を試料とした。これら3試料を試験対象として用いた。

2.2 成分分析

小麦粉の灰分は直接灰化法、タンパク質含量はセミマイクロケルダール法によりそれぞれ測定を行った。グルテンの特性については、ファリノグラフを用いて常法により測定した。

2.3 小麦タンパク質成分量

グリアジン量及びグルテニン量については、サイズ排除高速液体クロマトグラフィー(SE-HPLC)により測定した^{3),4)}。0.5% (w/v)のドデシル硫酸ナトリウム (SDS)を加えた0.05 Mリン酸ナトリウム緩衝液 (pH 6.9)を使用して、振とうのみで抽出されるSDS可溶性画分と11W 30秒間の超音波処理後に抽出されるSDS不溶性画分に分けて小麦タンパク質を抽出し、それぞれの画分について、SE-HPLCによりタンパク質成分量を測定した⁵⁾。カラムは昭和電工製PROTEIN KW-804を使用し、溶離液は0.1% (v/v) トリフルオロ酢酸を含む50% (v/v) アセトニトリル水溶液を使用した。溶離液の流速は0.5mL/min、カラム温度を40℃と設定し、溶出したタンパク質を214nmの吸光度により測定した³⁾。各タンパク質構成成分量は、各成分に対応するピーク面積と、タンパク質の総ピーク面積の比から算出した。また、同様にしてSDS不溶性画分中のグルテニンに対応するピーク面積から、高分子グルテニン量に対応するSDS不溶性グルテニン量を算出した。

2.4 製パン試験

ドウグラフ (アトー(株)製) を用いて生地物性試験を行った。ピンミキサーでパン生地をミキシングし、生地トルクがピークに達するまでの時間を3回測定し、平均ピーク時間を求めた。この時間の110%値をミキシング時間として製パン試験

を行った。試験パンの配合を表1に、製パン試験工程を表2にそれぞれ示した。これらに基づき、ワンローフの山形パンを作製した。パンは焼成後30分常温で放冷し、ビニール袋に密封し一晩置いた後、翌日にパンの容積、重量、及び、物性値を測定した。得られたパンの容積は菜種置換法で測定した。

表1 試験パンの配合

原材料	質量(g)
小麦粉	200
砂糖	10
塩	4
インスタントドライイースト	4
ショートニング	8
水	120~140

表2 製パン試験工程

工程	条件等
ミキシング	ピンミキサー(ピークタイム+10%の時間まで)
↓	
一次発酵	27℃・湿度75%、90分
↓	
ガス抜き	パンチ
↓	
一次発酵	27℃・湿度75%、30分
↓	
分割・まるめ・ベンチタイム	200g生地分割、ベンチタイム 常温、10分
↓	
モルダーによる成形	型入れ
↓	
最終発酵	38℃・湿度85%、60分
↓	
焼成	200℃、20分

2.5 物性試験

製パン試験で得られたパンを厚さ20mmにスライスし、レオメーター (不動工業(株)製) を用いて、パン断面の物性測定を行った。15mm径の円柱状プランジャーを使用し、スライス断面がプランジャーに対し垂直方向になるようにパンを試料台に置き、速度5cm/minで、変形率70%まで圧縮した。この圧縮行程を1分間隔で2回行い、得られた応力変位曲線から1回目の圧縮時における50%変形率での応力 (50%応力) 及び、1回目と2回目のピークの高さの比を凝集性として評価した。

3 結果と考察

3.1 成分分析結果

試料小麦の成分及びファリノグラフによるグルテン成分特性の結果について表3に示した。

タンパク質量は、市販パン用粉が12.4%と最も高く、次いでハナマンテンが11.5%、麵用粉であるあやひかりでは10.1%であった。ファリノグラフ測定におけるバリロメーターバリュー (V.V.値) は、ハナマンテンでは測定板での読み取り不能の100以上であり、外国産小麦使用の市販パン用粉と同等の値であった。また、ハナマンテンのファリノグラフチャートは、ミキシングの開始直後と開始20分以降の2回、トルクのピークが見られた。これらのうち、開始20分以降の二次ピークの方が高く、この位置を基準にチャートの解析を行うため、V.V.値などが高くなった。ファリノグラフの測定結果から、ハナマンテンの特徴として、市販パン用粉と比較してピークまでの時間である生地形成時間が長く、また、吸水率は低いことが確認された。

3.2 小麦タンパク質

試料のグルテン構成タンパク質の成分量と成分

比について、SE-HPLCによる分析結果を表4及び表5にそれぞれ示した。ハナマンテンは、一般的なパン用小麦品種と比較して、SDS不溶性グルテニンの割合が高いことが確認された。このことから、ハナマンテンはグルテニンの分子量が大きく、そのために弾力が強くなっていると考えられる。ファリノグラフ測定 (表3) における生地形成時間が長い、これは、弾性の強い生地をまとめ上げなければならないことに起因していると推測された。

一方、グルテンを構成するタンパク質であるグリアジンとグルテニンの組成比 (gli/glu) を市販パン用粉と比較すると、ハナマンテンはグルテニンの割合が大きく、グリアジンの割合が小さいことが分かった。グルテン中のグリアジン含量が多くなるほど、グルテン中の保水量が多くなり、湿麩 (ウエットグルテン) 生成量が多くなると考えられる¹⁾。ハナマンテンでは、このグリアジン含量が少ないために、ファリノグラフの吸水率が低くなったと考察された。

表3 試料小麦の成分及びグルテン特性値

	灰分 (%)	タンパク質 (%)	ファリノグラフ			
			吸水率 (%)	生地形成時間 (min)	生地安定度 (min)	V.V.値
市販パン用粉	0.36	12.4	69.2	24.4	20.0	99.0
ハナマンテン	0.49	11.5	55.0	28.4	13.3	>100
あやひかり	0.40	10.1	56.9	3.3	3.5	52

灰分及びタンパク質量は水分13.5%換算値

表4 グルテン構成タンパク質の成分量

	タンパク質 (%)	グルテニン (%)			グリアジン (%)	gli/glu	ext/unext
		SDS可溶性	SDS不溶性	計			
市販パン用粉	12.4	2.94	2.95	5.89	5.42	0.92	0.995
ハナマンテン	11.5	2.63	3.22	5.85	4.71	0.80	0.816
あやひかり	10.1	2.93	1.95	4.88	4.28	0.88	1.502

gli/gluはグリアジン量/グルテニン量、ext/unextはSDS可溶性グルテニン量/SDS不溶性グルテニン量を表す

表5 小麦タンパク質中のグルテン構成タンパク質の割合

	グルテニン			グリアジン
	SDS可溶性	SDS不溶性	計	
市販パン用粉	0.24	0.24	0.48	0.44
ハナマンテン	0.23	0.28	0.51	0.41
あやひかり	0.29	0.19	0.48	0.42

3.3 加水量の検討

ハナマンテンにおける最適な製パン条件を検討するため、ドウグラフによる生地物性試験を行い、ミキシング時間の検討を行った。これらをもとに、製パン試験を実施し、得られたパンの容積を比較した(表6)。

予備試験を行った加水55%では、パンはクラム、クラスト共にかたく、品質に問題が見られた。また加水70%においては、膨らみが弱く容積が小さかった。パンは加水60%~65%の際に最もよく膨らんだ。この両者を比較したところ、容積はほぼ同等であったものの(表6)、パン内相の食感、弾力等の品質においては、加水65%のパンが優れていた。以上より本研究の条件では、ハナマンテンの加水は65%が最適であると考えられた。

前述の加水量の検討結果から、ハナマンテンとブレンド粉については、最適加水率を65%とし試験を実施した。また、同様の予備試験より市販パン用粉の最適加水率を70%と決定し、試験を実施した。

表6 ハナマンテンの加水量の検討

試料	平均ピーク時間	ミキシング時間 平均+10%時間	重量(g)	容積(ml)
加水70%	6分50秒	7分31秒	166.1	780
加水65%	6分50秒	7分31秒	161.1	835
加水60%	6分26秒	7分05秒	157.4	840

3.4 ブレンド試験

ハナマンテンのグルテンの特徴は、市販パン用粉と比較してグルテン構成タンパク質中のグリアジン含量比が低く、またSDS不溶性グルテニン量が多いことである。そこで、ハナマンテンとは逆にグリアジン含量比が高く、SDS可溶性グルテニン比の高い「あやひかり」をハナマンテンに対してブレンドし製パン試験を行い、製パン性の改善効果について検討した。

上記ブレンド粉として、ハナマンテンとあやひかりを1:1で混ぜ調製したものをを用い、対照として、市販パン用粉、ハナマンテンを用いた。これらに対しドウグラフによる生地物性試験を行い、

ミキシング時間を検討するとともに、製パン試験によりパン容積を比較した(表7)。また、前述の加水量の検討結果から、ハナマンテンとブレンド粉については、加水率を65%とし、同様の予備試験より市販パン用粉の加水率を70%と決定し、試験を実施した。

その結果、ハナマンテンは市販パン用粉と比較して、より長いミキシング時間を要したものの、ブレンド粉においては、ハナマンテンに比べ、大幅なミキシング時間の短縮が見られた。また、パンの物性値についてもブレンド粉において改善が見られた(図1、図2)。パンのかたさの指標である50%応力が大きく減少する(図1)とともに、パンの復元力の指標となる凝集性においても向上し(図2)、パン内相の品質が市販パン用粉により近づいたことが確認できた。これらは、ハナマンテンのグルテン成分の比があやひかりとのブレンドにより市販外麦粉に近づいたためと推測された。

表7 ブレンド粉の製パン試験結果

試料	平均ピーク時間	ミキシング時間 平均+10%時間	重量(g)	容積(ml)
ハナマンテン	7分20秒	8分04秒	165.9	785
ブレンド粉	5分09秒	5分40秒	161.4	785
市販パン用粉	5分21秒	5分53秒	170.8	645

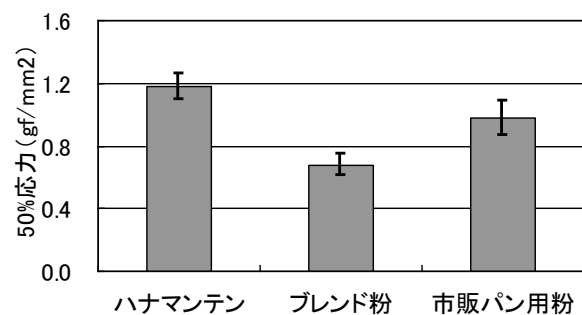


図1 パン断面の50%応力

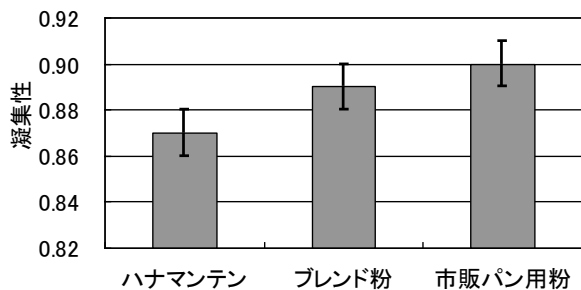


図2 パン断面の凝集性

4 まとめ

ハナマンテンの成分分析を行うとともに、その利用に向けた最適な製パン条件の検討と、グルテン成分に着目したブレンド試験を行った。ハナマンテンは、市販パン用粉と比較して、グリアジンの割合が小さく、また、ファリノグラフの吸水率が低くなっていた。さらに、グルテニン量が多く、とりわけSDS不溶性グルテニン量が多いため、弾性の強い生地となり生地形成時間が長くなったと考えられた。これらを考慮したうえでハナマンテン製パン条件の検討を行った結果、1)ミキシング時間を長くとり、2)加水量を5~10%程度少なくするといったことが必要になると考えられた。

また、ハナマンテンと逆にSDS可溶性グルテニン及びグリアジンの比率が高いあやひかりのブレンドにより、ミキシング時間が大きく短縮されるとともに、パンの物性においても、大きな改善効果が得られた。ハナマンテンは市販パン用粉と比較して、パンの容積自体は変わらないものの、かたさや凝集性といったパンの品質面で若干劣るといった現状があった。しかし、ブレンド粉において、ミキシング時間の短縮効果に加え、パンのかたさの指標である50%応力が大きく減少し、市販パン用粉に遜色ないレベルにまで向上していることが確認された。さらに、パンの復元力の指標となる凝集性においても向上し、市販パン用粉により近づくことが確認できた。

今後は、詳細なブレンド比率の検討や、ブレンド相手の検討及び、グリアジン製剤の添加等から、さらなるハナマンテンの製パン利用技術が確

立されることが期待される。

謝辞

本研究を進めるに当たり、客員研究員として御指導いただきました東京農業大学の野口智弘講師に感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 仲島日出男, 小島登貴子, 常見崇史: 埼玉県における新規小麦品種の製麺及び製パン適性に関する研究, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **2**, (2004) 105
- 2) 仲島日出男, 小島登貴子, 鈴木敏正: 県産小麦の地域的な変動と製麺適性に関する研究, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, **2**, (2004) 123
- 3) N. K. Singh, G. R. Donovan and F. MacRitchie: Use of sonication and size-exclusion high-performance liquid chromatography in the study of wheat flour proteins. I. Dissolution of total proteins in the absence of reducing agents, *Cereal Chem.*, **67**, (1990) 150
- 4) I. L. Batey, R. B. Gupta and F. MacRitchie: Use of size-exclusion high-performance liquid chromatography in the study of wheat flour proteins: an improved chromatographic procedure, *Cereal Chem.*, **68**, (1991) 207
- 5) R. B. Gupta, K. Khan and F. MacRitchie: Biochemical basis of flour properties in bread wheats. I. Effects of variation in the quantity and size distribution of polymeric protein, *J. Cereal Sci.*, **18**, (1993) 23