

## 新形質小麦品種・系統の小麦粉ブレンドによる 製パン適性の向上技術

吉川 亮<sup>\*1)</sup>・中村 和弘<sup>\*2)</sup>・伊藤美環子<sup>\*1)</sup>

**抄 録**：高分子量グルテニンサブユニット5+10 (HMW-GS 5+10) の有無、アミロース含量及びもち・うるち性などの異なる品種・系統を用いて、小麦粉のブレンドによる生地物性および製パン適性（中種生地法）のそれぞれの改良効果について検討した。①パン用2品種・系統間の50%：50%のブレンドでは、少なくとも片方の品種・系統がHMW-GS 5+10を持つ場合、生地物性および製パン適性の改良効果が高かった。一方、HMW-GS 5+10を持たない品種・系統のブレンドでは、それらの改良効果は低かった。②超強力系統「東北221号」は通常のパン用強力品種・系統と50%：50%でブレンドすると、一般に生地物性が飛躍的に改善されてカナダ産「1CW」並の強い生地特性を示し、HMW-GS 5+10を持たない品種・系統の製パン適性を改善した。③低アミロース品種・系統とパン用品種「ハルイブキ」または市販強力粉との50%：50%のブレンドでは、パン体積が大きく、パン内相が柔らかく、パンの味が良くなり、官能評価が向上した。④もち性品種・系統とうるち性品種との小麦粉ブレンド（もち性ブレンド比率10～20%）でも、うるち性にHMW-GS 5+10を持つ品種を用いると製パン適性の改良効果が高かったが、それを持たない品種では改良効果はみられなかった。また、パン用品種「ハルイブキ」に、もち性有望系統を0～100%ブレンドした場合、一般にもち性ブレンド比率30%において製パン適性が最も高かった。

**キーワード**：小麦品種、小麦粉、ブレンド、製パン適性、中種生地法、高分子量グルテニンサブユニット5+10、超強力、低アミロース含量、もち性、ファリノグラム

**Improvement in the Bread-making Qualities of Breads from Blends of Wheat Cultivars and Lines with Different Flour Qualities** : Ryo YOSHIKAWA<sup>\*1)</sup>, Kazuhiro NAKAMURA<sup>\*2)</sup> and Miwako ITO<sup>\*1)</sup>

**Abstract** : We examined the improved effects of the dough-mixing properties and bread-making qualities (sponge and dough method) of wheat flour blends between bread wheat cultivars with the presence or absence of the high-molecular-weight glutenin subunit 5+10 (HMW-GS 5+10), between a bread wheat cultivar with extra strong flour and a normal bread wheat cultivar, between a Japanese noodle wheat cultivar with low amylose content and a bread wheat cultivar with normal amylose content, and between a waxy wheat cultivar and a nonwaxy bread wheat cultivar.

1. In the flour blend (blend ratio 50% : 50%) between two bread wheat cultivars, the improved effect of the dough-mixing properties and bread-making qualities was high in the blends for which at least one cultivar had HMW-GS 5+10. Also, the blend performance of the cultivars with HMW-GS 5+10 was high. In contrast, those improved effects were low in the blend between cultivars that did not have HMW-GS 5+10.
2. The flour blend (blend ratio 50% : 50%) between a bread wheat line "Tohoku 221" with extra-strong flour and a bread cultivar with normal strong flour was indicated to have very strong dough-mixing properties and good bread-making qualities.
3. In the flour blend (blend ratio 50% : 50%) between a Japanese noodle wheat cultivar with low amylose content and a bread wheat cultivar or a patent strong flour with normal amylose content and HMW-GS 5+10, the loaf volume was large, the loaf crumb was soft, the bread taste was good,

\*1) 現・北海道農業研究センター (National Agricultural Research Center for Hokkaido Region, Memuro, Hokkaido, 082-0081, Japan)

\*2) 現・東北農業研究センター (National Agricultural Research Center for Tohoku Region, Morioka, Iwate, 020-0198, Japan)

and the sensory evaluation was improved.

4. In the flour blend (waxy blend ratio 10-20%) of a waxy wheat cultivar and a nonwaxy wheat bread cultivar, the blends that used the nonwaxy cultivars with HMW-GS 5+10 showed improved bread-making qualities. On the other hand, the improved effects were low in the blend of nonwaxy cultivars without HMW-GS 5+10. Moreover, in the flour blend between a waxy elite line and the bread wheat cultivar "Haruibuki", the bread-making qualities were the highest with a waxy blend ratio of 30%.

**Key Words** : Wheat cultivar, Flour, Blend, Bread-making quality, Sponge and dough method, High molecular weight glutenin subunit 5+10, Extra strong, Low amylose content, Waxy, Frarinoqram

## I 緒 言

近年、パン用の国産小麦に対する需要が高いため、東北農業研究センター作物機能開発部麦育種研究室（現・東北農業研究センターパン用小麦研究東北サブチーム）においても最近製パン適性の高い「ハルイブキ」（吉川ら 2004）や「ゆきちから」（吉川ら 2009）などのパン用品種や、「東北221号」（2002年度育成）のような超強力系統を育成している。また、従来のパン用粉にブレンドして食感の改良が期待できるもち性小麦品種「はつもち」、「もち乙女」（吉川ら 2009）と、これらの製粉性および粉色を改良した「もち姫」（谷口ら 2008）なども育成している。さらに、パン用ではないが、アミロース含量が低く製めん適性が優れた「ネバリゴシ」（吉川ら 2002）も育成している。

これらの品種の多くは東北地域等で栽培され、単品種でパン用、めん用および菓子用としてそれぞれ特長ある製品が製造されている。しかし、これらの品種とのブレンドにより製パン性の改良効果を検討した報告は少なく、関村ら（2004）、島津ら（2005）、増山ら（2006）の報告があるに過ぎない。また、グルテンが強靱な超強力品種とのブレンドによる製パン試験の報告（Yamauchi *et al.* 2001, Yamauchi *et al.* 2003）はあるが、製パン性に大きく関与している高分子量グルテニンサブユニット（Payne *et al.* 1987）が異なるパン用品種・系統のブレンドによる製パン適性への影響についての報告は、筆者らが本報告の一部をとりまとめた報告（吉川ら 2000）とPonzio *et al.*（2008）の報告以外、見あたらない。

そこで、新形質の品質特性を有する高分子量グルテニンサブユニット5+10（以下、HMW-GS 5+10）を持つ品種、超強力系統、低アミロース含量の品

種・系統及びもち性品種・系統のそれぞれの小麦粉を用い、これらを東北地域で栽培されているパン用品種や北海道産およびカナダ産のパン用品種・銘柄の各小麦粉にブレンドして、生地特性および製パン性の改良効果を明らかにしたので、その概要を報告する。なお、本報告の結果の一部はすでに著者らにより報告（吉川ら 2000）されているが、本報告ではさらに試験を重ね、データを大幅に追加した。

本試験に当たり、企画調整部業務第1科の業務科職員および契約職員には研究支援の面で、麦育種研究室の契約職員には研究補助の面でそれぞれご尽力していただいた。また、岩手県農業研究センター、秋田県農業試験場の担当者の方々には奨励品種決定調査材料を提供していただいた。さらに、東北製粉協同組合からは、岩手県農業研究センター現地試験（玉山村）材料の工場製粉小麦粉の提供を受けた。これらの方々に感謝を申し上げる。

## II 材料と方法

### 1. 供試材料と試験方法

表1に本試験で用いた全材料とその主な品質特性を示した。材料は、主に最近、東北農業研究センターで育成されたパン用、めん用およびもち性の小麦品種・系統である。また、供試品種・系統はほとんど東北農業研究センター麦育種研究室で栽培された1998～2000年産（1997～1999年度）の生産力検定試験材料である。その他に、一部は岩手県玉山村の現地試験および秋田県農業試験場奨励品種決定調査の「ネバリゴシ」、「ハルイブキ」（いずれも1999年産）、食糧庁から移管された北海道産「ハルユタカ」（1998～1999年産）、カナダ産「1CW」（1998～2000年産）、そして家庭用の市販強力粉（日清製粉「カメリヤ」）を用いた。これらの材料は、岩手県玉山

表1 供試品種・系統の60%粉品質特性および高分子量グルテニンサブユニット (HMW-GS) 構成

試験名 および ブレンド 方法	年産	品種名 または 系統名	産地	60%粉			アミロ グラム 最高粘度 (BU.)	高分子量グルテニン サブユニット (HMW-GS) 構成			備考	
				蛋白 含量 (%)	アミロース 含量 (%)	灰分 含量 (%)		1 A	1 B	1 D		
				試験1 うるち性 パン用 2品種・ 系統の ブレンド	1998	1 CW		カナダ	13.2	25.6		0.48
		ハルイブキ	東北農研	12.9	27.1	0.39	340	1	7+8	5+10		
		コユキコムギ	東北農研	11.0	26.9	0.43	843	1	7+9	2+12		
		ナンブコムギ	東北農研	13.0	25.0	0.39	887	1	7+8	4+12		
		ゆきちから	東北農研	13.4	26.2	0.42	805	1	7+8	4+12		
		東北215号	東北農研	14.8	26.8	0.42	550	1	7+9	2+12		
		ハルユタカ	北海道	13.0	26.1	0.59	175	1	17+18	2+12		
	1999	1 CW	カナダ	14.1	27.5	0.45	790	2*/1	7+9/7+8	5+10	総当たりの ブレンド	
		ハルイブキ	東北農研	13.8	28.4	0.46	467	1	7+8	5+10		
		コユキコムギ	東北農研	12.9	27.8	0.44	842	1	7+9	2+12		
		ナンブコムギ	東北農研	14.1	25.4	0.45	982	1	7+8	4+12		
		ゆきちから	東北農研	14.4	27.2	0.45	862	1	7+8	4+12		
		東北215号	東北農研	16.3	28.0	0.47	545	1	7+9	2+12		
		ハルユタカ	北海道	15.4	29.2	0.50	684	1	17+18	2+12		
	2000	ハルイブキ	東北農研	12.4	25.4	0.41	588	1	7+8	5+10	ブレンド比 率	
		ゆきちから	東北農研	11.9	25.2	0.46	980	1	7+8	4+12		
		東北215号	東北農研	13.5	26.3	0.43	672	1	7+9	2+12		
		1 CW	カナダ	13.0	26.7	0.55	676	2*/1	7+9/7+8	5+10		
試験2 超強力系 系統とのブ レンド	1998	東北221号	東北農研	13.3	27.2	0.37	711	1	7+9	5+10	「東北221号」 は超強力系 系統	
		ハルイブキ	東北農研	12.9	27.1	0.39	340	1	7+8	5+10		
		コユキコムギ	東北農研	11.0	26.9	0.43	843	1	7+9	2+12		
		ナンブコムギ	東北農研	13.0	25.0	0.39	887	1	7+8	4+12		
		ゆきちから	東北農研	13.4	26.2	0.42	805	1	7+8	4+12		
		東北215号	東北農研	14.8	26.8	0.42	550	1	7+9	2+12		
		ハルユタカ	北海道	13.0	26.1	0.59	175	1	17+18	2+12		
		1 CW	カナダ	13.2	25.6	0.48	812	2*/1	7+9/7+8	5+10		
	2000	東北221号	東北農研	12.6	25.5	0.36	932	1	7+9	5+10	ファリノグ ラムとエキ ステンソグ ラムの調査 のみ	
		ハルイブキ	東北農研	12.4	25.4	0.41	588	1	7+8	5+10		
		コユキコムギ	東北農研	10.9	26.4	0.42	1018	1	7+9	2+12		
		ナンブコムギ	東北農研	11.7	25.8	0.42	1118	1	7+8	4+12		
		ゆきちから	東北農研	11.9	25.2	0.46	980	1	7+8	4+12		
		東北215号	東北農研	13.5	26.3	0.43	672	1	7+9	2+12		
試験3 低アミロ ース品種 ・系統と のブレンド	1998	ネバリゴシ	東北農研	11.1	21.4	0.51	896	2*	17+18	2+12	工場製粉材 料	
		ハルイブキ	東北農研	13.4	27.2	0.40	326	1	7+8	5+10		
	1999	ネバリゴシ	東北農研	12.8	22.6	0.47	1039	2*	17+18	2+12		
		ハルイブキ	東北農研	14.0	28.4	0.38	312	1	7+8	5+10		
	2000	ネバリゴシ	東北農研	9.1	22.6	0.37	1214	2*	17+18	2+12		
		ハルイブキ	東北農研	12.4	25.4	0.41	588	1	7+8	5+10		
		ゆきちから	東北農研	11.9	25.2	0.46	980	1	7+8	4+12		
	1999	ネバリゴシ	岩手県玉山村	8.5	-	0.42	900	2*	17+18	2+12		
		ハルイブキ	岩手県玉山村	11.8	-	0.41	570	1	7+8	5+10		
	1999	ネバリゴシ	秋田農試	8.3	22.4	0.41	1119	2*	17+18	2+12		
		ハルイブキ	秋田農試	10.7	28.7	0.34	50	1	7+8	5+10		
		強力市販粉(カメラア)	-	12.0	28.0	0.35	-	2*/1	7+9/7+8/17+18	5+10		
	2000	ネバリゴシ	東北農研	9.1	22.6	0.37	1214	2*	17+18	2+12		
		東北213号	東北農研	11.7	21.5	0.43	1298	1	7+9	145kDa+12		軟質
		東北212号	東北農研	11.4	22.0	0.46	1190	2*	7+8	145kDa+12		硬質
		盛系C-B2661	東北農研	13.5	19.0	0.45	1304	1	7+8	145kDa+12		硬質
		ハルイブキ	東北農研	13.8	25.8	0.43	460	1	7+8	5+10	硬質	
試験4 もち乙女 種・系統 とのブレ ンド	1998	もち乙女	東北農研	13.0	0.0	0.56	671	n	7+8	145kDa+12	「もち乙女」 はもち性	
		1 CW	カナダ	13.5	25.3	0.50	591	2*/1	7+9/7+8	5+10		
		ハルイブキ	東北農研	12.9	27.1	0.39	340	1	7+8	5+10		
		東北221号	東北農研	13.3	27.2	0.37	711	1	7+9	5+10		
		コユキコムギ	東北農研	11.0	26.9	0.43	843	1	7+9	2+12		
		ナンブコムギ	東北農研	13.0	25.0	0.39	887	1	7+8	4+12		
	2000	ハルイブキ	東北農研	13.8	25.8	0.43	460	1	7+8	5+10		
		もち盛系C-B3129	東北農研	13.4	0.9	0.42	740	2*	7+8	5+10	もち性	
		東北糯216号	東北農研	14.4	0.5	0.45	928	1	7+9	145kDa+12	もち性	
		東北糯217号(もち姫)	東北農研	12.2	1.2	0.45	930	2*	7+9	2+12	もち性	

注. 高分子量グルテニンサブユニット構成は2001年産材料のデータ。

村の現地試験材料と市販強力粉を除いて、いずれもビューラーテストミルで製粉した60%粉をブレンド試験に用いた。また、岩手県玉山村の現地試験材料は、工場製粉された小麦粉を用いた。これら材料の品質特性は、表1に示すように、もち・うるち性、小麦粉(60%粉)の蛋白含量、灰分含量、アミロース含量、アミログラム最高粘度、HMW-GS 5+10の有無およびグルテンの強さ(超強力粉または通常の強力粉)が異なる。

ブレンド試験は次の4試験を行った。

#### 1) うるち性パン用小麦2品種・系統のブレンド試験

1998~1999年産のうるち性で通常のアミロース含量を持ち、HMW-GS 5+10の有無が異なるパン用の「1CW」、「ハルイブキ」(以上HMW-GS 5+10有)、「ゆきちから」、「コユキコムギ」、「ハルユタカ」、「東北215号」(以上HMW-GS 5+10無)6品種・系統・銘柄とめん・パン用の「ナンブコムギ」(HMW-GS 5+10無)の各60%粉を用いて、これら2品種・系統の総当たりブレンドを行い、製パン適性とファリノグラム特性を調査した。各年産とも製パン適性は2反復、ファリノグラムは反復なしで調査し、ブレンド比率は50%:50%とした。そしてHMW-GS 5+10の有無がブレンドの製パン適性に及ぼす影響を検討し、ブレンドに適したパン用品種・系統と最適なブレンド組合せを選定した。

また、本試験で特に有望な「1CW」+「ゆきちから」、「ゆきちから」+「ハルイブキ」および「1CW」+「東北215号」の3つのブレンド組合せについては、ブレンド比率を100%:0%、75%:25%、50%:50%、25%:75%および0%:100%の5段階に変えて製パン適性を調査し、最適なブレンド比率を調査した。

#### 2) 超強力系統と通常のパン用小麦品種・系統とのブレンド試験

うるち性の超強力系統「東北221号」は高蛋白・低灰分含量でHMW-GS 5+10を持ち、生地が強韌でエクステンソグラムの面積(A)がカナダ産パン用強力小麦「1CW」よりやや大きいのが特徴である。この「東北221号」の60%粉に、HMW-GS 5+10の有無が異なる通常のパン用の「ハルイブキ」、「コユキコムギ」、「ゆきちから」、「東北215号」、「ハルユタカ」、「1CW」の6品種・系統・銘柄およびめん・パン用「ナンブコムギ」の各60%粉をそれぞれ

ブレンドし、製パン適性(1998年産のみで2反復)、ファリノグラム特性(1998年産、2000年産で各年産とも反復なし)およびエクステンソグラム特性(2000年産のみで反復なし)を調査した。ブレンド比率は50%:50%とした。

#### 3) 低アミロース含量のめん用小麦品種・系統と通常のアミロース含量のパン用小麦品種とのブレンド試験

低アミロース含量の品種・系統には、W<sub>x</sub>-A1およびW<sub>x</sub>-B1の両W<sub>x</sub>タンパク質が欠失したものを用いた。東北農業研究センター産(1998~2000年産)、岩手県玉山村現地試験産および秋田県農業試験場産(以上1999年産)の低アミロースのめん用中力品種「ネバリゴシ」とパン用強力品種「ハルイブキ」(HMW-GS 5+10有)の60%粉または工場製粉1等粉(岩手県玉山村現地試験産のみ)を供試して、「ネバリゴシ」+「ハルイブキ」および「ネバリゴシ」+市販強力粉(日清製粉「カメリヤ」)とのブレンドによる製パン適性およびファリノグラム特性を調査した。製パン適性は2反復、ファリノグラム特性は反復なしとし、ブレンド比率は50%:50%とした。

また、「ネバリゴシ」と「ハルイブキ」のブレンド比率を100%:0%、75%:25%、50%:50%、25%:75%および0%:100%と5段階に変えた場合の製パン適性を、2反復で調査した。

次に、2000年産の硬軟質性の異なる低アミロース4品種・系統(軟質:「ネバリゴシ」、「東北213号」、硬質:「東北212号」、「盛系C-B2661」)の60%粉に、それぞれ「ハルイブキ」の60%粉または市販強力粉(カメリヤ)を50%:50%の比率でブレンドして、製パン適性は2反復、ファリノグラム特性は反復なしで調査した。そして、低アミロース品種・系統の硬軟質性がブレンドの製パン適性に及ぼす影響を検討した。

#### 4) もち性小麦品種とパン用小麦品種・系統のブレンド試験

本試験のもち性品種・系統には、W<sub>x</sub>-A1、W<sub>x</sub>-B1およびW<sub>x</sub>-D1の3つW<sub>x</sub>タンパク質が欠失した、アミロース含量が2%未満のものを用いた。

1998年産のもち性小麦品種「もち乙女」の60%粉に、うるち性でHMW-GS 5+10の有無が異なるパン用の「1CW」、「ハルイブキ」、「東北221号」(以上HMW-GS 5+10有)、「コユキコムギ」(HMW-GS 5+10無)の4品種・系統およびめん・パン両用の

「ナンブコムギ」(HMW-GS 5+10無)の各60%粉をそれぞれブレンドして、製パン適性(2反復)とファリノグラム特性(反復なし)を調査した。「もち乙女」のブレンド比率は0%、10%および20%の3段階とした。そして、HMW-GS 5+10の有無がブレンドの製パン適性に及ぼす影響を検討し、もち性小麦とのブレンドに適したうるち性品種を選定した。

次に、もち性小麦のブレンド比率が製パン適性に及ぼす影響を検討するため、「もち乙女」に比べて品質特性が大幅に改良された、2000年産の硬質のもち性小麦系統「東北糯216号」、「東北糯217号(もち姫)」および「もち盛系C-B3129」の3系統のそれぞれの60%粉に、うるち性のパン用品種「ハルイブキ」の60%粉をブレンドし、2反復で製パン適性を調査した。もち性系統のうち「もち盛系C-B3129」だけはHMW-GS 5+10を持つが、他の2系統はHMW-GS 5+10を持たない。もち性小麦のブレンド比率は0%、10%、20%、30%、40%、50%および100%の7段階とした。そして、通常の製パン適性ととも食感のもちもち感も調査した。

## 2. 小麦粉品質試験方法

製粉は一部の材料(工場製粉、市販強力粉)を除いて、ビューラーテストミルで行い、60%歩留に調整した60%粉を試験に用いた。60%粉(小麦粉)の灰分含量、アミログラム最高粘度、ファリノグラムおよびエキステンソグラム(2000年産のみ)の各特性は、農林水産技術会議事務局(1968)に従い調査した。蛋白含量は元素分析装置(パーキンエルマー社PE2410型)で窒素含量を測定し、蛋白質係数は5.70を用いた。また、アミロース含量はJuliano(1971)に準じた方法で測定した。HMW-GSはBietz *et al.*(1972)によるSDSポリアクリルアミド電気泳動法で泳動後、その構成をBlackman and Payne(1987)、Payne *et al.*(1987)の方法により調査した。

## 3. 製パン試験方法

製パン試験法は中種生地法で、吉川ら(1999)の試験法に従った。中種生地法は主に大規模パン工場 で用いられ、はじめに大部分の小麦粉にイースト(全量)と適量の水を加え捏ねて生地(これを「中種」という)を作って発酵させ、発酵生地に残りの小麦粉、砂糖、食塩、ショートニング等と適量の水を加えて捏ね、発酵させてパンを製造する方法である。中種生地法は機械耐性が優れた生地ができる他、ストレート法(全ての配合原料を同時にミキシング

して生地を作り、発酵させてパンを製造する方法)の欠点(一度捏ね上げた生地の性状を途中で修正することが困難)が取り除かれ、不安定な発酵条件のもとでも安定度が高く、でき、ふできの少ない、軟らかいパンが作れる(長尾 1984)。

製パン試験における材料1点当たりの60%粉(小麦粉)量は70gであるが、上記3)の低アミロース品種のブレンド試験は硬軟質性の異なる低アミロース材料は70g、その他の試験は300gとした。中種生地法による製パン試験法は次のとおりである。70g製パン試験の場合、中種を作るため、小麦粉の49gにドライイースト1.4g、イーストフード70mg及び水33mlを加え、家庭用製パン機(松下電器産業(株)製SD-BT152型)で10分間ミキシングした後、温度28℃、湿度85%のホイロ中で中種発酵を4時間行った。中種発酵後、発酵生地に残りの小麦粉4.9gと砂糖2.8g、食塩1.4g、スキムミルク1.4g、ショートニング1.4gおよび水12.8~15.2ml(ファリノグラム吸水率を参考)を加え、再び10分間の本捏ミキシングを行った。なお、本捏ミキシング時間はほとんどの材料は10分間としたが、ミキシングが長いと生地がだれやすいナンブコムギ、コユキコムギなどとこれらのブレンドはミキシング時間を5~9分間と短めにし、これらの材料は生地状態を観察して生地がべたつく前にミキシングを止めた。300g製パン試験の場合、各材料の量は70g製パン試験の30/7倍とした。その後、フロアタイムを20分間とり生地分割・丸めを行い、ベンチタイムを20分間とった。パン型に整形・型詰後、温度37℃、湿度85%で最終発酵を行い、生地が型から1~2cm程度は盛り上がった段階で、204℃にセットしたガスオーブンに入れ、70g製パン試験では23分間、300g製パン試験では34分間、それぞれ焼成した。焼成後は直ちに型にショックを与えてパンを取り出し、竹ざるにのせて自然冷却させた。室温まで冷却後、パン重を測定するとともに、ナタネ置換法でパン体積を測定し、小麦粉100g当たりのパン体積とパン1g当たりの比容積(パン体積/パン重)を算出した。パンをビニール袋に入れ25℃で保存し、約1日後にパンをパンスライサーで1.5cm(300g製パン試験は2cm)の厚さに切って官能評価試験に供した。

官能評価試験前に、製パン作業中にパン生地の吸水性と作業性をそれぞれ20点満点で評価した。吸水性は、中種生地を作る際、ファリノグラムの吸水率

(Ab)を参考にして水を加えミキシングし、加えた水量が多いほど評点を高くした。作業性は本捏を終えた生地の状態(べたつき程度)と生地の分割、丸め、整形の難易により総合的に評価し、生地のべたつきが少なく、生地が扱いやすいものほど評点を高くした。

官能評価試験の調査項目とその配点は日本イースト工業会(1990)に準じ、表皮の焼色、皮質、形の均整、内相の色、すだち、触感、香りおよび味のそれぞれを評価して評点を付けた。パン体積の評点はパン体積 $\times 0.03$ により算出した。そして、官能評価の各項目を合計してパン官能評価合計点(100点満点)を算出した。もち性小麦とのブレンド試験では従来の官能評価項目とは別に、もちもち感の官能評価を5点満点で調査した。官能評価試験の標準として、1)のブレンド比率試験を除く2品種・系統の総当たりのブレンド試験と2)の超強力系統ブレンド試験は「コユキコムギ」、その他の試験は市販強力粉「カメリヤ」を用いた。また、官能評価試験のパネラー数は小麦粉70gの製パン試験の場合6~7名で、300gの場合は9名とし、パネラーは出来る限り同じメンバーになるようにした。

以上の吸水性、作業性および官能評価合計点から、パン総合評価点(100点満点)を次式より算出した。

パン総合評価点 = 吸水性 + 作業性 + (官能評価合計点 $\times 0.6$ )

### Ⅲ 結 果

#### 1. うるち性パン用小麦の2品種・系統のブレンド試験

1)パン用2品種・系統の総当たりブレンド試験  
同一品種においては、60%粉蛋白含量が1998年産に比べ1999年産は0.9~2.4%(平均1.4%)高かった(表1)。このため、1999年産は1998年産に比べてファリノグラム特性は全般的に強力的傾向になり、品種・系統間差異およびブレンド間差異が小さくなった。また、製パン適性も品種・系統間差異およびブレンド間差異が小さくなった。

60%粉蛋白含量およびファリノグラム特性を表2に、製パン試験成績を表3に示した。両表とも1998~1999年産の2カ年平均値で示した。供試品種・系統のうち、HMW-GS 5+10を持つ品種は「1CW」と「ハルイブキ」のみで、その他の5品種・系統はHMW-GS 5+10を持たない。ブレンドに用いた品

種・系統においては、60%粉蛋白含量は「東北215号」は最も高く、次いで「ハルユタカ」、「ナンブコムギ」、「1CW」、「ゆきちから」、「ハルイブキ」の順で、「コユキコムギ」が最も低かったが、「東北215号」と「コユキコムギ」を除く品種は蛋白含量の差は小さかった。また、ファリノグラム特性のVV(パロリメーターバリュウ)はHMW-GS 5+10を持つ「1CW」と「ハルイブキ」は高く、生地が強力的であった。一方、HMW-GS 5+10を持たない「ゆきちから」、「コユキコムギ」、「東北215号」および「ハルユタカ」のVVが「1CW」、「ハルイブキ」よりやや低く生地が準強力的で、「ナンブコムギ」はVVが低く中力的であった。

ファリノグラム特性(表2)について、HMW-GS 5+10を持つ品種・銘柄とのブレンド群(A群)とHMW-GS 5+10を持たない品種・系統同士のブレンド群(B群)の2つの群に分けて、A群とB群の各平均値の差のt検定の結果、DT(生地の形成時間)、Stab(生地の安定時間)およびVVの3特性において有意差が認められた。一方、60%粉蛋白含量、Ab(吸水率)とWk(生地の弱化度)には有意差が認められなかった。この結果、HMW-GS 5+10を持つ品種・銘柄とのブレンドはそれを持たない品種・系統とのブレンドよりDTが長く、StabとVVが大きく、生地が強力的な傾向がみられた。

A群、B群こみにして、ブレンドとブレンドに用いた2品種・系統・銘柄の平均値(以下品種平均値と呼ぶ)を比較した場合、Abは各ブレンドともにブレ品種平均値に近い値を示した。DTは品種平均値よりブレンドの方が長くなる組合せが多く、特に「1CW」とのブレンドで品種平均値よりかなり長くなった。StabとWkはいずれも、ブレンドと品種平均値との差が小さい組合せが多かった。VVは、品種平均値よりやや高いブレンドが多かった。

次に、製パン試験(表3)においては、A群・B群の間にパン体積、比容積の各平均値には有意差がみられなかったものの、すだち、香り、味、官能評価合計点、作業性およびパン総合評価点の各平均値において有意差が認められた。この結果、少なくとも一方の品種・系統にHMW-GS 5+10を持つ品種を用いたブレンドは、それを持たないブレンドより製パン適性が優れる傾向にあった。また、A群においては、ブレンドのパン総合評価点は品種平均値より高くなるブレンドがほとんどであったが、B群のブ

表2 うるち性小麦2品種・系統の総当たりの50%：50%ブレンドにおける60%粉蛋白含量およびファリノグラム

群名	品種・系統名またはブレンド組合せ	HMW-GS 5+10 有無	蛋白含量 (%)	ファリノグラム					ブレンド2品種・系統・銘柄の平均値				
				Ab (%)	DT (min)	Stab (min)	Wk (B.U.)	VV	Ab (%)	DT (min)	Stab (min)	Wk (B.U.)	VV
	1CW	有	13.7	66.3	10.0	19.4	20	85	-	-	-	-	-
	ハルイブキ	有	13.4	65.0	17.3	11.4	67	89	-	-	-	-	-
	ゆきちから	無	13.6	68.1	9.0	10.8	54	68	-	-	-	-	-
	コユキコムギ	無	12.0	68.7	10.0	8.6	80	72	-	-	-	-	-
	ナンブコムギ	無	13.9	61.2	3.2	5.4	63	48	-	-	-	-	-
	東北215号	無	15.6	70.4	9.3	5.4	103	68	-	-	-	-	-
	ハルユタカ	無	14.2	62.0	10.8	18.6	37	74	-	-	-	-	-
A	1CW+コユキコムギ	有+無	12.9	66.7	14.5	14.3	43	86	67.5	10.0	14.0	50	79
	1CW+ナンブコムギ	有+無	13.8	64.0	13.4	14.4	49	82	63.8	6.6	12.4	41	67
	1CW+ハルイブキ	有+有	13.6	65.9	19.2	13.8	44	93	65.7	13.6	15.4	43	87
	1CW+ゆきちから	有+無	13.7	67.3	13.5	15.7	43	83	67.2	9.5	15.1	37	77
	1CW+東北215号	有+無	14.0	68.4	13.5	8.6	72	83	68.4	9.7	12.4	61	77
	1CW+ハルユタカ	有+無	14.7	63.4	14.6	18.0	41	80	64.2	10.4	19.0	28	80
	ハルイブキ+ハルユタカ	有+無	14.5	63.8	14.7	15.0	50	82	63.5	14.0	15.0	52	82
	ハルイブキ+コユキコムギ	有+無	12.7	67.3	13.9	12.0	59	83	67.5	13.6	10.0	73	81
	ハルイブキ+ナンブコムギ	有+無	13.7	64.0	12.5	11.0	72	80	63.1	10.2	8.4	65	69
	ハルイブキ+ゆきちから	有+無	13.5	66.9	14.7	12.6	71	85	66.6	13.1	11.1	60	79
	ハルイブキ+東北215号	有+無	13.8	68.3	12.4	7.3	85	79	67.7	13.3	8.4	85	79
	A群平均値		13.7	66.0	14.2	12.9	57	83	65.9	11.3	12.8	54	78
B	ナンブコムギ+コユキコムギ	無+無	13.0	65.3	7.7	7.4	73	63	65.0	6.6	7.0	71	60
	ナンブコムギ+東北215号	無+無	14.1	66.1	8.1	6.7	96	64	65.8	6.2	5.4	83	58
	ハルユタカ+コユキコムギ	無+無	13.8	65.2	10.0	12.2	48	70	65.4	10.4	13.6	58	73
	ハルユタカ+ナンブコムギ	無+無	14.7	61.9	6.1	11.3	40	61	61.6	7.0	12.0	50	61
	ハルユタカ+ゆきちから	無+無	14.6	66.0	12.5	13.4	58	74	65.1	9.9	14.7	45	71
	ハルユタカ+東北215号	無+無	14.9	66.2	11.0	10.0	76	72	66.2	10.0	12.0	70	71
	ゆきちから+コユキコムギ	無+無	12.8	68.4	11.1	11.1	66	76	68.4	9.5	9.7	67	70
	ゆきちから+ナンブコムギ	無+無	13.8	64.4	8.0	10.5	68	64	64.7	6.1	8.1	58	58
	ゆきちから+東北215号	無+無	14.6	69.3	11.1	9.6	86	76	69.3	9.1	8.1	78	68
	東北215号+コユキコムギ	無+無	13.1	69.4	9.3	7.0	86	69	69.6	9.6	7.0	91	70
	B群平均値		13.9	66.2	9.5	9.9	69	69	66.1	8.4	9.7	67	66
	A群とB群の平均値差のt検定		ns	ns	**	*	ns	**	-	-	-	-	-

注. 1) 1998~1999年産の2カ年平均値。1CWはカナダ産で品質が同様な複数の品種がブレンドされたパン用銘柄、ハルユタカは北海道産で、いずれも食糧庁管理替え材料(表3も同じ)。  
 2) Ab: 吸水率、DT: 生地形成時間、Stab: 生地の安定度、Wk: 生地の弱化度、VV: バロリメーターバリュウ(以下の表も同じ)。  
 3) A群とB群の平均値差のt検定: nsは有意差なし、\*、\*\*はそれぞれ5%、1%水準で有意。

ブレンドではそのようなブレンドは少なかった。

パン総合評価点から見て、特に有望なブレンドは「1CW」+「コユキコムギ」、 「1CW」+「ゆきちから」、 「1CW」+「東北215号」および「ハルイブキ」+「ゆきちから」の4組合せで、これらのブレンドでは「1CW」よりパン総合評価点が高かった。

次に、パン総合評価点の年次間関係を図1に、ファリノグラムのVVとパン総合評価点の関係を図2に、それぞれ示した。パン総合評価点の年次間相関係数は0.739、ファリノグラムのVVとパン総合評価点の間の相関係数は0.834と、いずれも有意で高い

相関を示した。また、両図ともに、HMW-GS 5+10を持つ品種とのブレンドはこれを持たないブレンドより、明らかにパン総合評価点が高く、VVが大きい傾向がみられた。

2) ブレンド比率を変えた場合の製パン適性の変動  
 上記の試験において有望なブレンド組合せである「1CW」+「ゆきちから」、 「ゆきちから」+「ハルイブキ」および「1CW」+「東北215号」の3つについてブレンド比率を変えて、パン総合評価点を調査し、最適なブレンド比率を検討し、図3に示した。また、写真1に「ゆきちから」+「1CW」および

表3 うるち性小麦2品種・系統の総当たりの50%：50%ブレンドにおける製パン試験成績

群名	品種・系統名 またはブレンド 組み合わせ	HMW-GS 5+10 有無	パン 体積 (cm <sup>3</sup> )	比容 (cm <sup>3</sup> /g)	パン官能評価試験										吸水 性 (20)	作業 性 (20)	官能 評価 合計点 (60)	パン 総合 評価点 (100)	ブレンド 2品種の 評価点 平均*	
					パン表皮の皮質		形の内相		すだ触感		香り		味							合計
					体積	焼色	(30)	(10)	(5)	(5)	(10)	(5)	(15)	(15)						
	1CW	有	772 b	5.7	23.2	6.7	4.0	3.7	4.0	7.2	4.3	13.2	12.8	79.0 ab	16.5	20.0 a	47.4 ab	83.9 ab	-	-
	ハルイブキ	有	808 b	5.9	24.2	7.6	4.1	4.1	3.7	6.6	4.1	12.4	12.3	79.2 ab	16.0	18.6 ab	47.5 ab	82.1 ab	-	-
	ゆきちから	無	837 ab	6.1	25.1	7.9	4.1	4.2	4.0	7.1	4.4	12.7	12.9	82.3 ab	18.5	15.7 ab	49.4 ab	83.6 ab	-	-
	コユキコムギ	無	763 b	5.6	22.9	6.9	3.5	3.3	4.0	6.4	3.7	12.0	9.5	72.1 b	15.0	13.3 ab	43.3 b	71.5 bc	-	-
	ナンブコムギ	無	841 ab	6.2	25.2	6.9	3.5	3.9	3.2	6.6	3.6	11.5	10.1	74.5 ab	10.8	14.3 ab	44.7 ab	69.8 c	-	-
	東北215号	無	842 ab	6.2	25.3	7.6	3.7	4.2	3.2	6.6	4.0	12.1	11.6	78.2 ab	18.0	13.8 ab	46.9 ab	78.7 abc	-	-
	ハルユタカ	無	940 ab	7.1	28.2	7.9	3.9	4.4	3.9	6.6	4.4	11.4	10.2	80.9 ab	12.8	8.0 c	48.5 ab	69.3 bc	-	-
A	1CW+コユキコムギ	有+無	818 ab	6.0	24.6	7.8	4.5	4.5	4.1	7.5	4.2	12.8	12.5	82.5 ab	17.0	20.0 a	49.5 ab	86.5 a	◎	77.7
	1CW+ナンブコムギ	有+無	846 ab	6.1	25.4	6.6	4.4	4.6	3.8	7.8	4.5	13.2	12.6	82.7 ab	15.0	18.0 ab	49.6 ab	82.6 ab	○	76.9
	1CW+ハルイブキ	有+有	775 b	5.7	23.2	6.7	4.2	4.0	3.6	7.1	4.2	12.6	12.8	78.5 ab	16.8	19.0 ab	47.1 ab	82.9 ab	○	83.0
	1CW+ゆきちから	有+無	853 ab	6.3	25.6	7.0	4.4	4.6	4.2	8.0	4.6	13.6	13.5	85.5 a	18.0	20.0 a	51.3 a	89.3 a	◎	83.8
	1CW+東北215号	有+無	854 ab	6.3	25.6	7.3	4.5	4.8	4.0	8.0	4.5	13.4	13.4	85.3 a	18.5	18.0 ab	51.2 a	87.7 a	◎	81.3
	1CW+ハルユタカ	有+無	907 a	6.8	27.2	7.8	3.9	4.2	4.1	7.1	4.4	12.1	11.3	82.2 ab	14.6	12.7 ab	49.3 ab	76.6 abc	△	76.6
	ハルイブキ+ハルユタカ	有+無	885 ab	6.6	26.5	7.2	4.3	4.5	3.9	6.9	4.2	11.9	11.7	81.0 ab	15.3	13.0 ab	48.6 ab	76.9 abc	△	75.7
	ハルイブキ+コユキコムギ	有+無	800 ab	5.9	24.0	8.5	3.9	3.9	3.8	6.9	4.0	12.1	12.2	79.2 ab	17.8	17.5 ab	47.5 ab	82.8 ab	○	76.8
	ハルイブキ+ナンブコムギ	有+無	871 ab	6.3	26.1	8.1	4.1	4.3	3.7	7.1	4.2	12.8	12.8	83.3 ab	15.5	15.5 ab	50.0 ab	81.0 abc	○	76.0
	ハルイブキ+ゆきちから	有+無	863 ab	6.4	25.9	8.3	4.2	4.3	4.0	7.7	4.5	13.0	13.2	85.0 ab	17.8	18.0 ab	51.0 ab	86.8 a	◎	82.9
	ハルイブキ+東北215号	有+無	842 ab	6.2	25.2	8.3	3.7	4.2	3.3	6.9	4.2	12.5	12.4	80.7 ab	18.8	15.5 ab	48.4 ab	82.7 ab	○	80.4
	A群平均値		842	6.2	25.4	7.6	4.2	4.4	3.9	7.4	4.3	12.7	12.6	82.4	16.8	17.0	49.6	83.2		79.2
B	ナンブコムギ+コユキコムギ	無+無	833 ab	6.1	25.0	7.9	3.6	3.7	3.8	6.5	3.8	12.0	10.9	77.3 ab	14.0	12.0 ab	46.4 ab	72.4 bc	×	70.7
	ナンブコムギ+東北215号	無+無	814 ab	5.9	24.4	8.2	3.4	3.4	3.2	5.8	3.6	11.8	10.8	74.5 ab	15.0	12.0 ab	44.7 ab	71.7 bc	×	74.3
	ハルユタカ+コユキコムギ	無+無	810 ab	6.0	24.3	7.9	4.1	4.2	4.0	6.4	4.1	11.9	10.5	77.3 ab	13.5	11.0 b	46.4 ab	70.9 bc	×	70.4
	ハルユタカ+ナンブコムギ	無+無	866 ab	6.5	26.0	7.4	3.9	4.1	3.5	6.8	4.2	12.0	11.1	78.9 ab	11.5	9.0 c	47.3 ab	67.8 c	×	69.6
	ハルユタカ+ゆきちから	無+無	883 ab	6.4	26.5	8.0	4.3	4.7	3.9	7.0	4.5	12.3	11.5	82.5 ab	17.0	11.5 ab	49.5 ab	78.0 abc	△	76.5
	ハルユタカ+東北215号	無+無	909 a	6.7	27.3	7.8	4.3	4.4	3.7	7.4	4.6	12.3	11.8	83.5 ab	15.0	11.0 b	50.1 ab	76.1 abc	△	74.0
	ゆきちから+コユキコムギ	無+無	827 ab	6.0	24.8	8.0	4.2	4.3	4.0	7.0	4.2	12.4	11.5	80.4 ab	18.5	14.0 ab	48.2 ab	80.7 abc	△○	77.6
	ゆきちから+ナンブコムギ	無+無	857 ab	6.2	25.7	7.8	3.6	3.8	3.8	6.5	4.0	12.3	12.1	79.6 ab	15.8	13.0 ab	47.8 ab	76.5 abc	△	76.7
	ゆきちから+東北215号	無+無	831 ab	6.1	24.9	8.0	3.9	4.2	3.5	6.7	4.1	12.2	12.1	79.7 ab	19.0	12.5 ab	47.8 ab	79.3 abc	△	81.2
	東北215号+コユキコムギ	無+無	823 ab	6.1	24.7	8.1	4.0	4.1	3.9	7.0	3.9	12.3	11.9	79.8 ab	17.5	12.5 ab	47.9 ab	77.9 abc	△	75.1
	B群平均値		845	6.2	25.4	7.9	3.9	4.1	3.7	6.7	4.1	12.1	11.4	79.3	15.7	11.9	47.6	75.1		74.6
	A群とB群の平均値差のt検定		ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**	ns	**	**	*	ns	**	**	**		

注. 1) 1998～1999年産の2カ年平均値。

パン総合評価点は生地特性の吸水性、作業性及び官能評価合計点(パン官能評価試験×0.6)を合計した値。

2) ブレンド2品種の評価点平均はブレンドした2品種のパン総合評価点の平均値を示す、

3) A群とB群の平均値差のt検定: nsは有意差なし、\*、\*\*はそれぞれ5%、1%水準で有意。英文字が異なる値の間には、Tukey多重検定における5%水準で有意差があることを示す。

「ゆきちから」+「ハルイブキ」の各ブレンド組合せにおけるパン断面を示した。3つのブレンド組合せともパン総合評価点にピークがみられ、最高値を示したブレンドではブレンドした2品種・系統よりパン総合評価点が高かった。

パン総合評価点から見た最適なブレンド比率は、「ゆきちから」+「1CW」のブレンドでは75%：25%および50%：50%、「ゆきちから」+「ハルイブキ」では75%：25%、「1CW」+「東北215号」では50%：50%であった。写真1のパン断面からも同様な傾向が伺われる。また、これらの最適なブレンド

比率では市販強力粉に近いまたはそれ並の高いパン総合評価点を示した。

## 2. 超強力系統系統と通常のパン用小麦品種・系統とのブレンド試験

1998年産材料を用いて、超強力系統「東北221号」の60%粉とパン用7品種・系統・銘柄の各60%粉を50%：50%の比率でブレンドし、ファリノグラム特性を調査して図4に示した。なお、図には、「東北221号」とのブレンド組合せとの比較として、通常のパン用品種の組合せである「ハルイブキ」+「コユキコムギ」および「1CW」+「コユキコムギ」



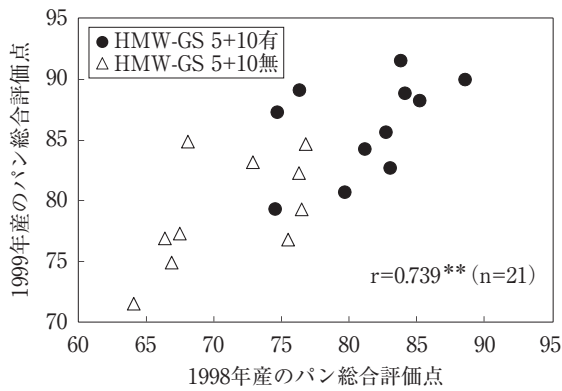


図1 HMW-GS5+10の有無の異なる2品種・系統のブレンドにおけるパン総合評価点の年次間関係

注. 1) 凡例の5+10サブユニット有はブレンドした2品種・系統の内少なくとも1品種が本サブユニットをもち、5+10サブユニット無は2品種・系統とも本サブユニットをもたないことを表す(図2も同様)。  
2) ブレンド比率は50% : 50%。

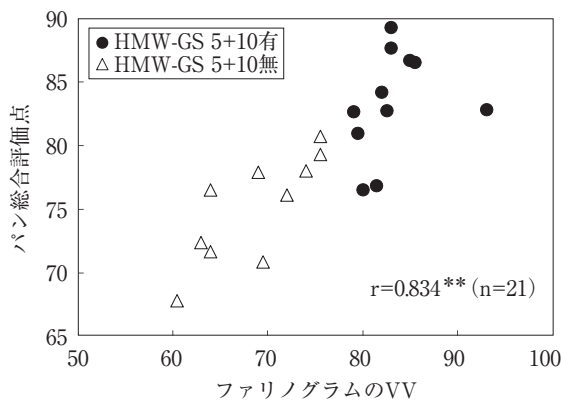


図2 HMW-GS5+10の有無の異なる2品種・系統のブレンドにおけるファリノグラムのVVとパン総合評価点との関係

注. 1998~1999年産の2カ年平均値で、ブレンド比率は50% : 50%。

も合わせて示した。「東北221号」は「ハルイブキ」と同様に高蛋白含量、アミロース含量が普通でHMW-GS 5+10を持つ(表1)が、ファリノグラム特性は「ハルイブキ」に比べDTおよびStabが短く、VVが小さかった。図4から、Abについては、ブレンドはブレンドした2品種・系統の間である場合が多く、これは通常のパン用品種の「ハルイブキ」+「コユキコムギ」および「ICW」+「コユキコムギ」の各ブレンドと同様な傾向であった。一方、DTおよびStabは、「ハルユタカ」を除いたブ

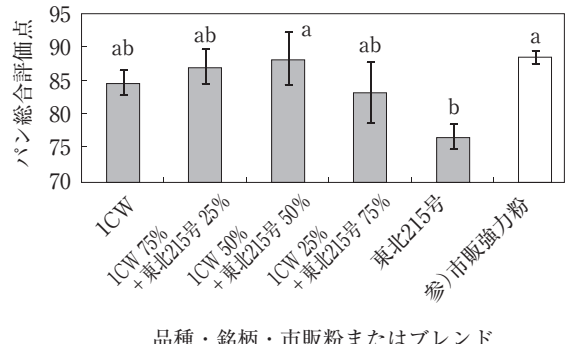
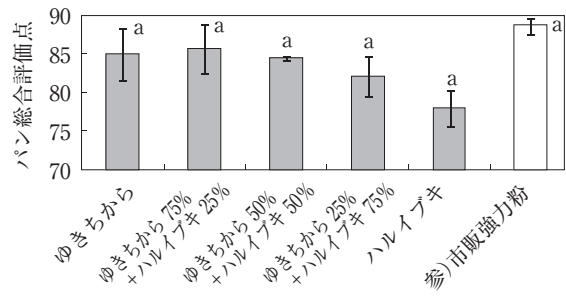
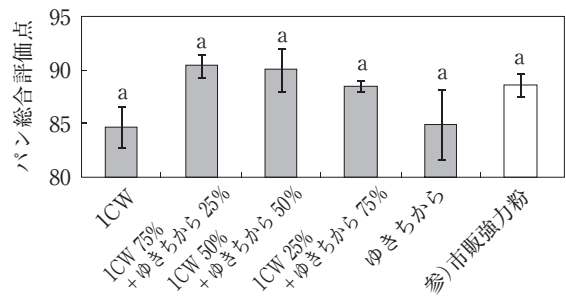


図3 有望なブレンド組合せにおけるブレンド比率を変えた場合のパン総合評価点の変動

注. 図中のゴシック英文字が異なる値の間には、Tukey多重検定における5%水準で有意差があることを示す。

レンドにおいて、いずれもブレンドした2品種・系統よりかなり高い値を示した。特に、2品種・系統ともHMW-GS 5+10を持つ「東北221号」+「ハルイブキ」と「東北221号」+「ICW」の各ブレンドでは、DT、Stabとも高い値を示し、ブレンドした2品種・系統をかなり超越した値を示した。VVもこれらの2特性と同様な傾向を示し、「東北221号」+「ハルイブキ」と「東北221号」+「ICW」の各ブレンドではそれぞれ98、100ときわめて高い値を示し、ブレンドした2品種・系統をかなり超越した。

1998年産と2000年産の2カ年材料を用い、「東北221号」に「コユキコムギ」、「ハルイブキ」、「ゆきちから」および「東北215号」をそれぞれブレンド

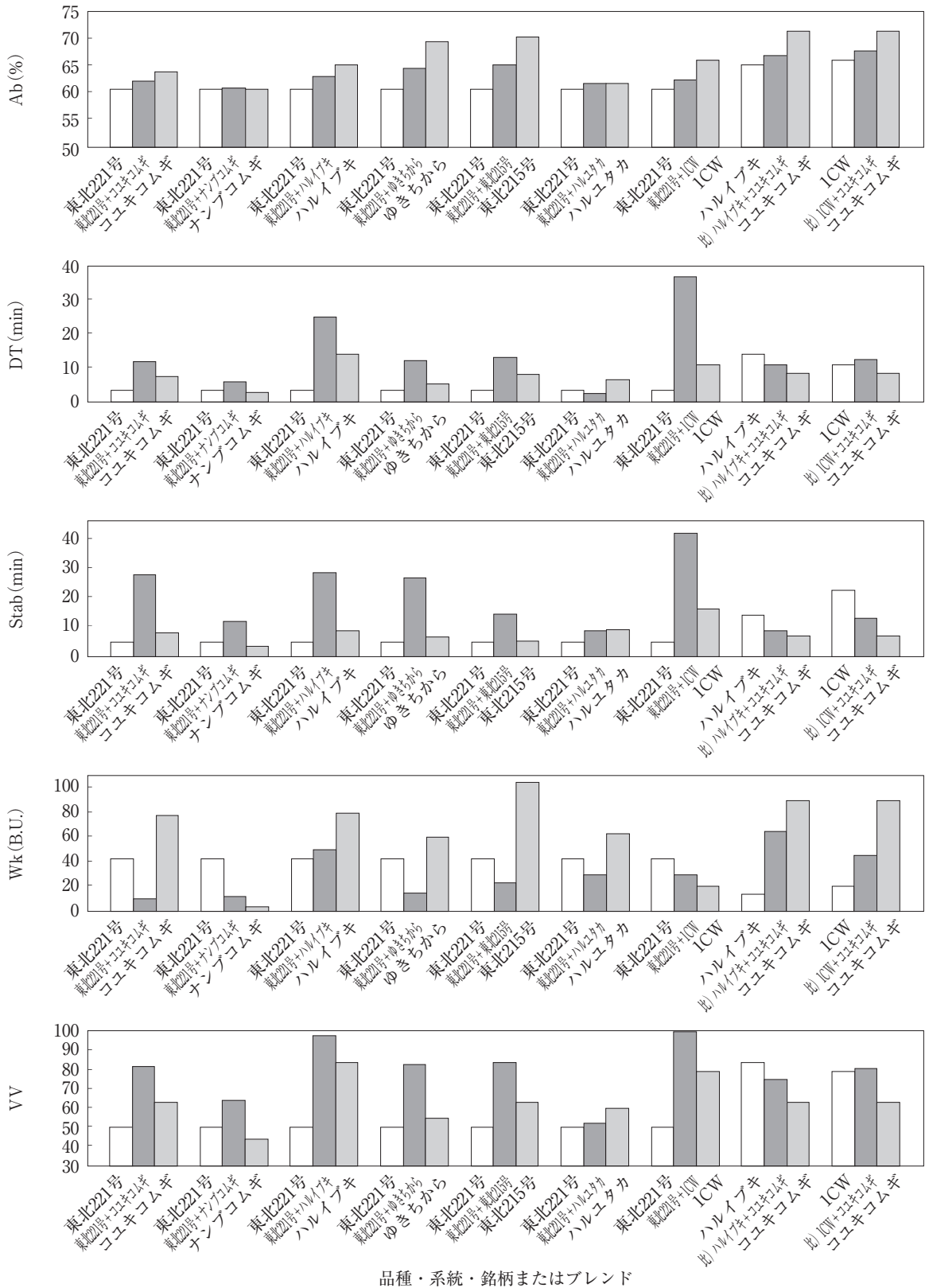


図4 超強力系統「東北221号」との60%粉ブレンドにおけるファリノグラム特性

注. 1998年産材料で、2品種・系統のブレンド比率は50%：50%。

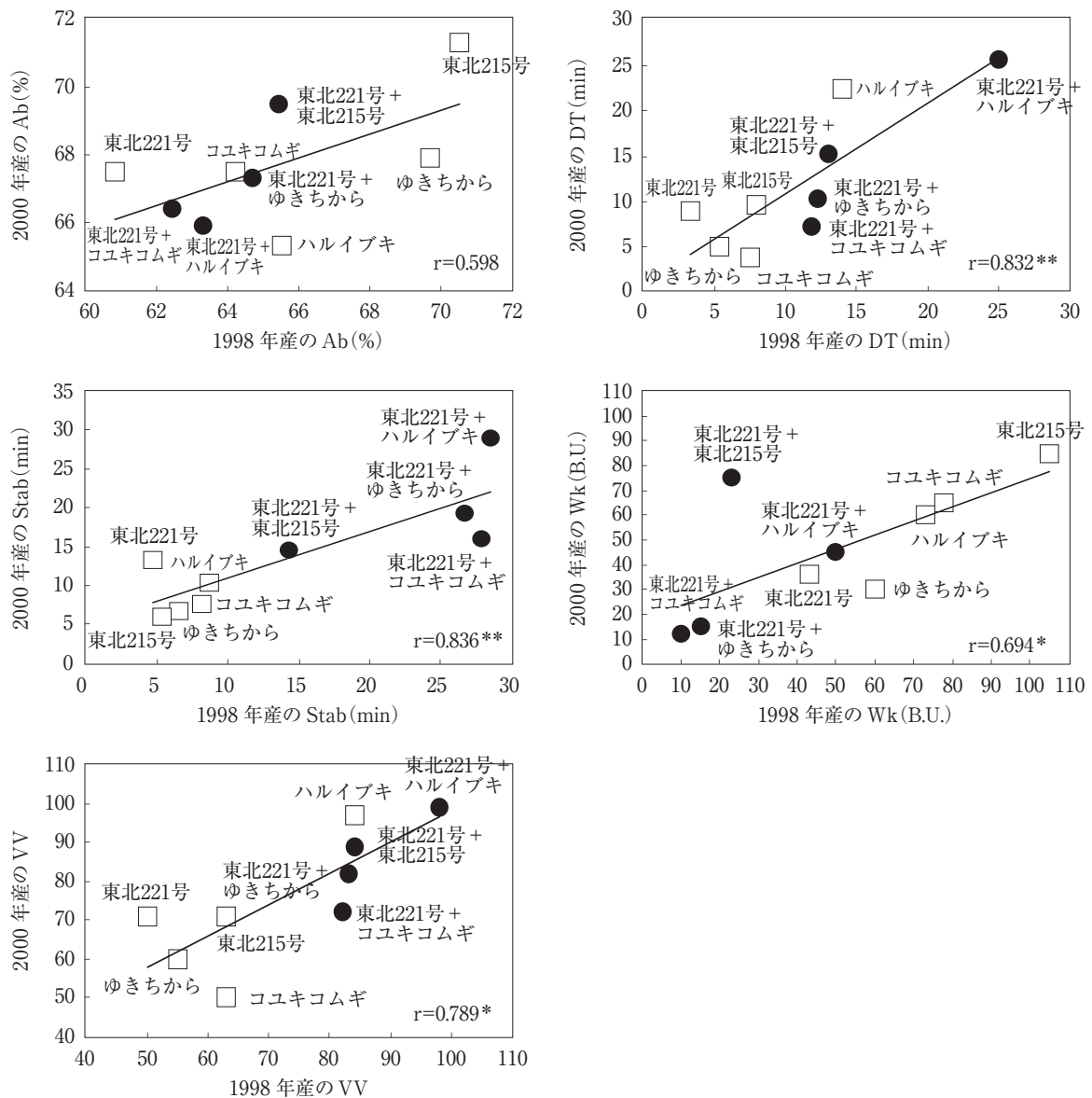


図5 超強力系統「東北221号」との60粉ブレンドにおけるファリノグラム特性の年次間関係

注. 1) 2品種・系統のブレンド比率は50%：50%。  
 2) 相関係数の\*、\*\*はそれぞれ5%、1%水準で有意。

した材料におけるファリノグラムの各特性の年次間関係を図5に示した。相関係数はDTが0.832、Stabが0.836、Wkが0.694、VVが0.789といずれも有意で高い値を示し、これらの特性は年次が変わっても安定していた。また、Abを除く特性においては、ブレンドした値はブレンドに用いた2品種・系統の値を超越している傾向がみられた。

次に、2000年産材料の「東北221号」との4ブレンドについて、エキステンソグラム特性を図6に示した。「東北221号」はカナダ産強力小麦「1CW」に比較して、A（面積）はやや大きく、R（伸長抵

抗）は同程度で、E（伸長度）は大きく、R/E（形状係数）はやや小さく、超強力粉の特徴を示した。Aにおいては「東北221号」とのブレンドはブレンドした2品種・系統の中間よりやや低い値を示した。一方、比較で示した「1CW」+「ゆきちから」ではほぼ中間の値を示した。Rは「東北221号」+「ハルイブキ」を除く3つのブレンドにおいて、ブレンド2品種・系統のほぼ中間値を示した。Eはブレンドにより一定した傾向を示さなかった。また、R/Eについては、「東北221号」とのブレンドはブレンド2品種・系統のほぼ中間値を示した。以上の結

果、「東北221号」とのブレンドでは、エキステンソグラム特性はファリノグラム特性のようにブレンドした品種・系統を超越することはなく、中間的な値

を示す特性が多かった。

図7に各ブレンドにおける重要な製パン特性を示した。また、写真2にパン断面を示した。超強力系

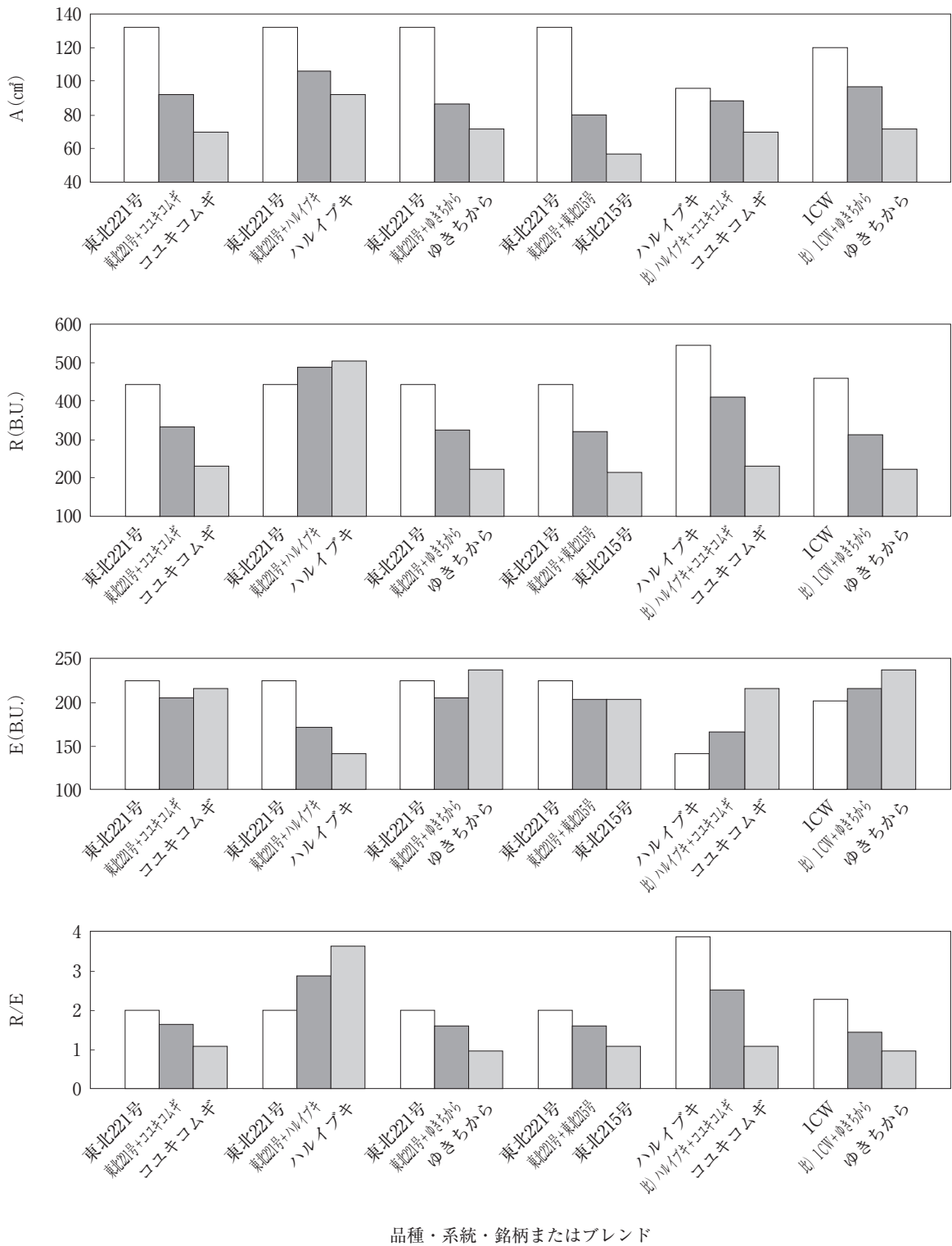


図6 超強力系統「東北221号」との60%粉ブレンドにおけるエキステンソグラム (135分) 特性

注. 1) 2000年産材料で、2品種・系統のブレンド比率は50%：50%。  
 2) 比較の1CW+ゆきちからは強力粉同士のブレンド。  
 3) A：面積，R：伸長抵抗，E：伸長度，R/E：形状係数。

統「東北221号」はブレンドに用いた品種・系統に比べてパン体積は小さく、官能評価合計点は中程度、作業性は良く、パン総合評価点も中程度であった。

「東北221号」とHMW-GS 5+10を持たない「コユキコムギ」、「ナンブコムギ」、「ゆきちから」、「東北215号」および「ハルユタカ」との各ブレンドで

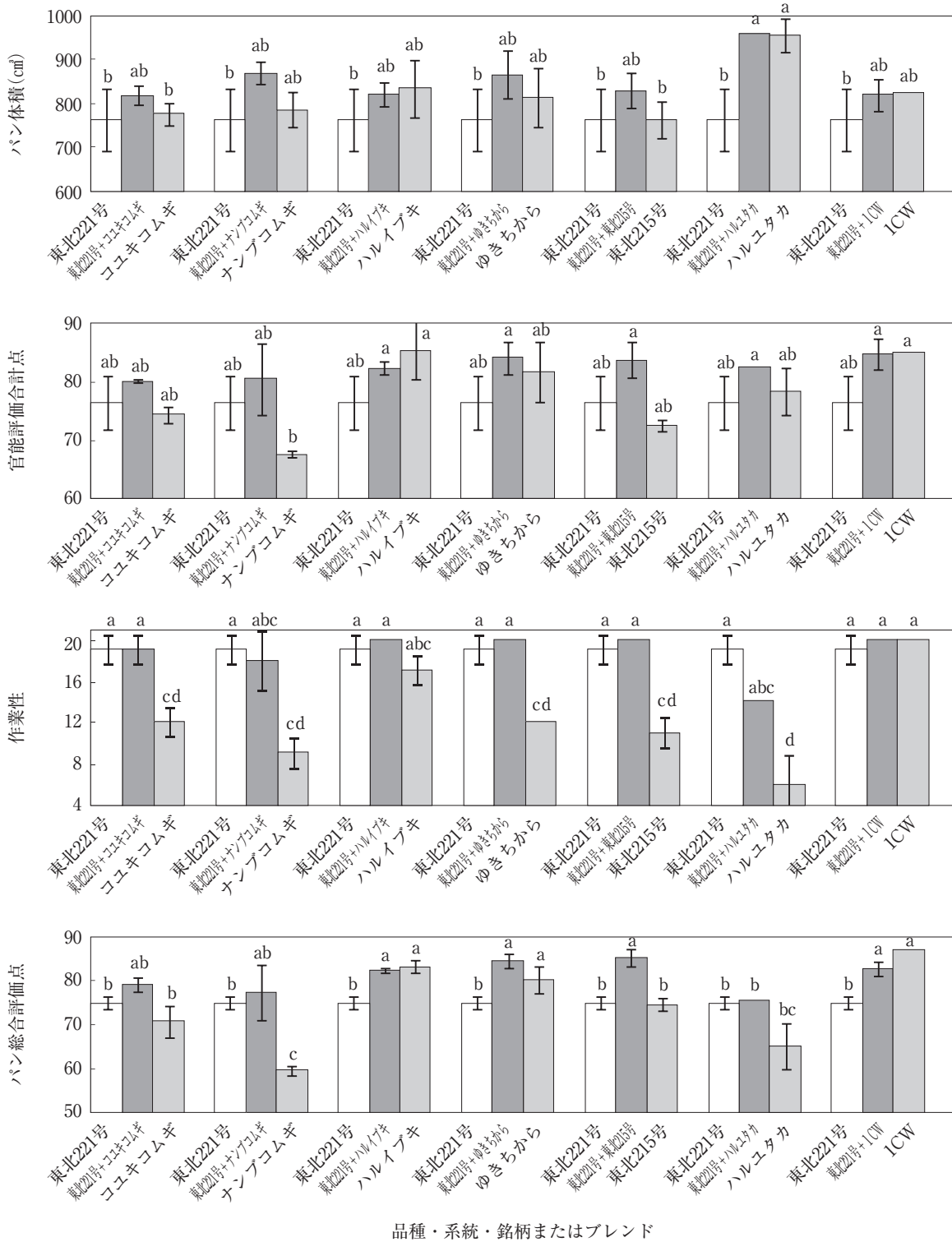


図7 超強力系統「東北221号」とパン用品種・系統とのブレンドにおける製パン特性

注. 1) 1998年産材料で、2品種・系統のブレンド比率は50%：50%。  
 2) 全材料において、図中の英文字が異なる値の間には Tukey 多重検定 5%水準で有意差があることを示す。

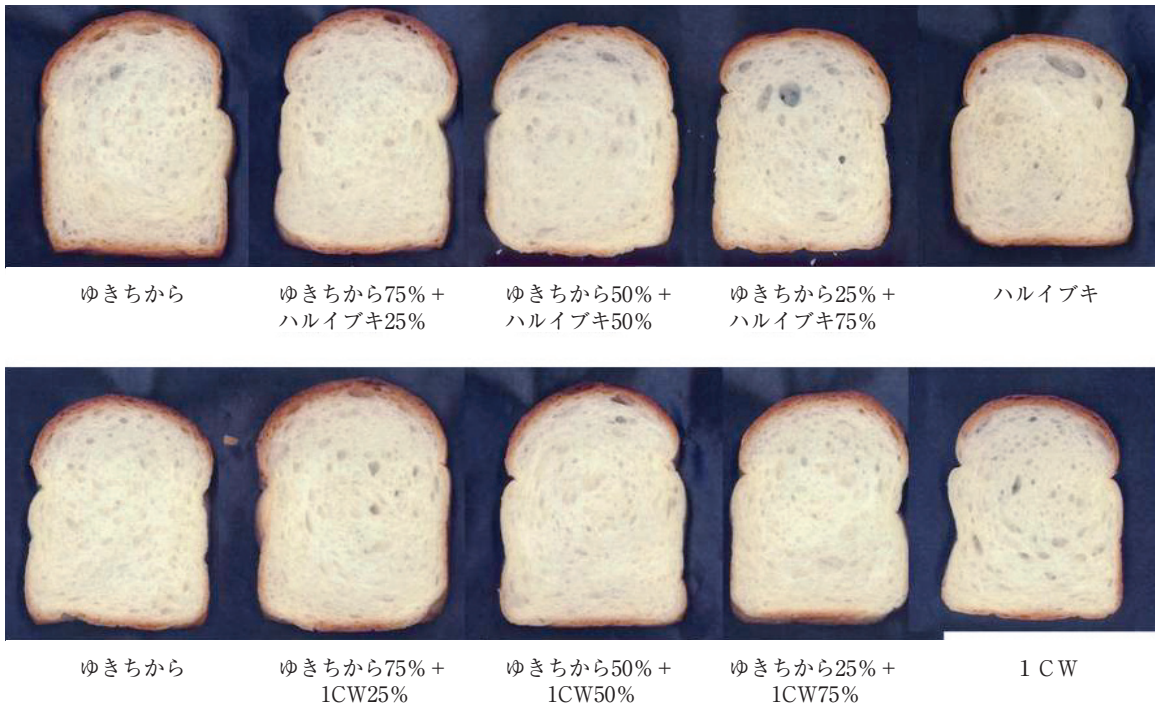


写真1 「ゆきちから」 + 「ハルイブキ」 および 「ゆきちから」 + 「1CW」 の各ブレンド組合せにおける60%粉ブレンド比率を変えた場合の製パン適性の変動

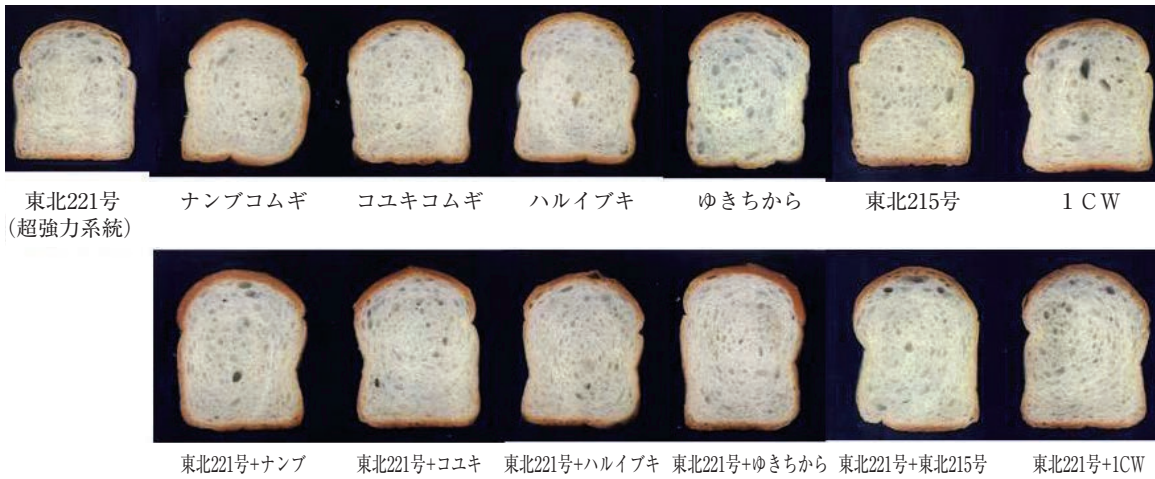


写真2 超強力系統「東北221号」とパン用品種・系統・銘柄との50%：50%の60%粉ブレンドにおける製パン適性

は、パン体積、官能評価合計点およびパン総合評価点ともに、ブレンドした2品種・系統より大きい値を示した。一方、「東北221号」とHMW-GS 5+10を持つ「ハルイブキ」、「1CW」との各ブレンドではこれらの品種・銘柄よりやや小さい値を示した。写

真2のパン断面からも「東北221号」とHMW-GS 5+10を持たない品種・系統とのブレンドではパン断面が大きくなっていることがわかる。

作業性は、「ハルユタカ」とのブレンドを除いたすべてのブレンドにおいて東北221号並かやや高くなり、20満点のブレンドも4つあった。

以上の結果から、超強力系統の「東北221号」とブレンドする場合、HMW-GS 5+10を持たない品種・系統をブレンドすると製パン適性の改善効果が期待できることが判明した。パン総合評価点からみた最適なブレンド組合せは「東北221号」+「ゆきちから」および「東北221号」+「東北215号」であった。

表4 低アミロースめん用品種「ネバリゴシ」と市販強力粉及びパン用品種「ハルイブキ」とのブレンドにおけるファリノグラム特性

産地 名	品種・系統名 またはブレンド 組合せ	ブレンド 比率 (%)	Ab	DT	Stab	Wk	VV
			(%)	(min)	(min)	(BU)	
東北農研産	市販強力粉(カメリヤ)	-	69.0	23.6	18.0	38	98
	ハルイブキ	-	64.2	23.0	9.9	55	97
	ネバリゴシ	-	59.2	3.7	4.3	80	47
	ネバリゴシ+市販強力粉	50:50	64.1	12.3	12.1	55	80
	ネバリゴシ+ハルイブキ	50:50	62.1	11.2	15.3	40	81
岩手県現地産(玉山村)	市販強力粉(カメリヤ)	-	67.6	25.0	23.5	25	98
	ハルイブキ	-	63.3	19.5	23.2	50	94
	ネバリゴシ	-	58.1	1.5	2.1	60	43
	ネバリゴシ+市販強力粉	50:50	61.1	10.2	23.6	35	78
	ネバリゴシ+ハルイブキ	50:50	57.4	2.0	17.7	20	55
秋田農試産	市販強力粉(カメリヤ)	-	67.6	25.0	23.5	25	98
	ハルイブキ	-	65.3	4.6	1.3	115	35
	ネバリゴシ	-	57.4	2.1	2.1	80	41
	ネバリゴシ+市販強力粉	50:50	62.5	8.4	13.4	29	71
	ネバリゴシ+ハルイブキ	50:50	62.1	1.8	1.0	110	35

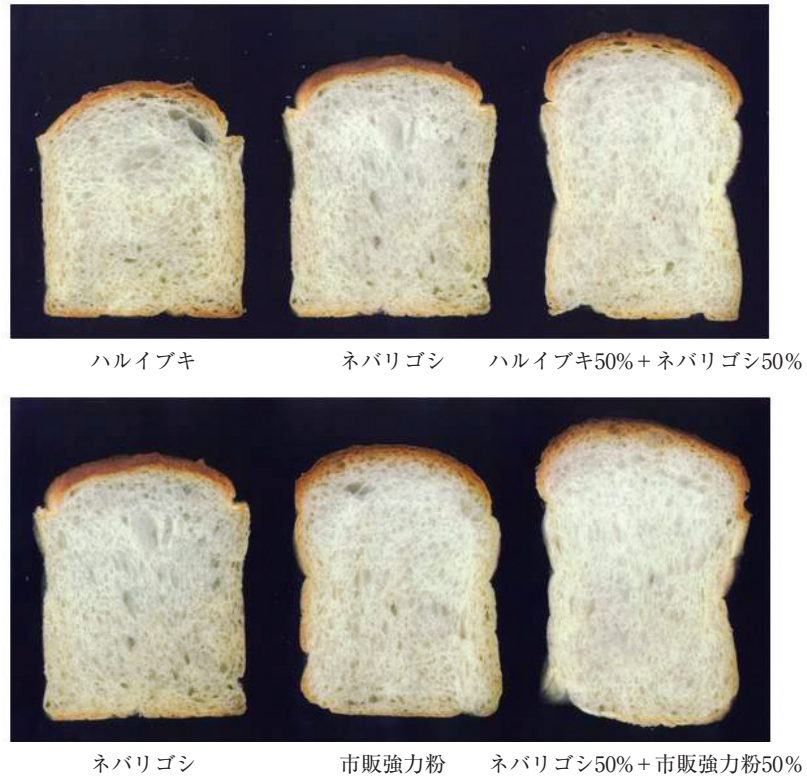
3. 低アミロース含量のめん用小麦品種・系統と通常のアミロース含量のパン用小麦品種とのブレンド試験

低アミロース含量で中力のめん用品種「ネバリゴシ」を用いて、「ネバリゴシ」+市販強力粉および「ネバリゴシ」+「ハルイブキ」の50%:50%の比率のブレンドにおけるファリノグラム特性を表4に、製パン試験成績を表5に示した。材料は東北農業研究センター産(東北農研産)、岩手県玉山村現地試験産(岩手現地産)および秋田県農業試験場産(秋田農試産)の3つである。「ネバリゴシ」と「ハ

表5 低アミロースめん用品種「ネバリゴシ」と市販強力粉及びパン用品種「ハルイブキ」とのブレンドにおける製パン試験成績

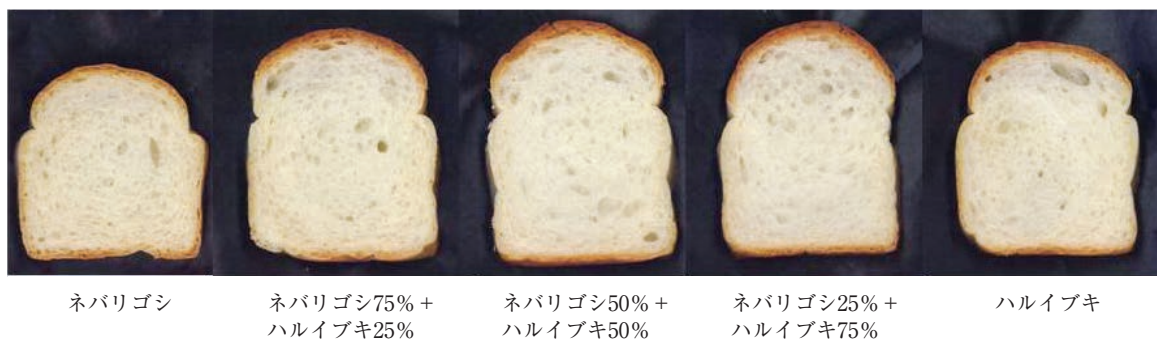
産地 名	品種・系統名 またはブレンド 組合せ	ブレンド 比率 (%)	パン 体積 (cm <sup>3</sup> )	比容 (cm <sup>3</sup> /g)	パン官能評価試験								吸水 性 (%)	作業 性 (%)	官能 評価 (60)	パン 総合 評価 点 (100)		
					パン 体積 (30)	表皮の 焼色 (10)	皮質 均整 (5)	形の 均整 (5)	内相 の色 (5)	すだ ち (10)	触感 (5)	香り (15)					味 (15)	合計 (100)
東北農研産	市販強力粉(カメリヤ)	-	815 ab	5.7 ab	24.5 ab	8.3 a	4.4 a	3.9 ab	4.7 a	7.8 ab	4.3 ab	12.0 ab	12.5 ab	82.5 ab	18.0	18.8 a	49.9 ab	86.6 a
	ハルイブキ	-	762 b	5.3 b	22.9 b	7.3 ab	3.7 ab	3.5 b	3.5 ab	6.4 bc	3.4 bc	10.8 bc	10.8 bc	72.3 b	18.0	16.8 ab	42.4 b	77.1 ab
	ネバリゴシ	-	742 b	5.3 b	22.3 b	6.1 b	3.0 b	3.1 b	2.8 b	5.5 c	2.7 c	9.6 c	9.1 c	64.2 c	13.7	14.5 b	38.5 c	61.5 b
	ネバリゴシ+市販強力粉	50:50	909 ab	6.3 a	27.3 ab	8.8 a	4.6 a	4.6 a	4.3 a	8.6 a	4.6 a	12.8 ab	13.6 a	89.2 a	16.0	18.8 a	53.5 a	88.3 a
	ネバリゴシ+ハルイブキ	50:50	925 a	6.5 a	27.7 a	8.0 ab	4.4 ab	4.6 a	4.2 a	8.5 a	4.6 a	12.7 a	13.3 a	88.1 a	15.5	18.5 a	53.8 a	87.8 a
岩手県現地産(玉山村)	市販強力粉(カメリヤ)	-	843 a	5.7 a	25.3 a	8.5 a	4.8 a	4.0 a	5.0 a	8.0 ab	4.5 a	12.0 ab	13.0 a	85.0 ab	18.5	20.0 a	51.0 ab	89.5 a
	ハルイブキ	-	807 a	5.4 a	24.2 a	6.7 a	3.9 a	3.9 a	3.6 a	6.4 c	3.3 b	10.6 c	10.4 b	73.1 b	14.0	11.5 a	43.8 b	69.3 cd
	ネバリゴシ	-	912 a	6.2 a	27.4 a	6.7 a	4.0 a	4.4 a	3.8 a	7.0 bc	3.7 b	10.9 bc	11.2 b	79.1 ab	8.0	7.0 b	47.5 ab	62.5 d
	ネバリゴシ+市販強力粉	50:50	924 a	6.2 a	27.7 a	8.4 a	4.8 a	4.4 a	4.7 a	8.9 a	4.7 a	13.1 ab	13.9 a	90.6 a	13.0	16.0 a	54.4 a	83.4 ab
	ネバリゴシ+ハルイブキ	50:50	932 a	6.3 a	28.0 a	8.2 a	4.4 a	4.1 a	4.5 a	8.7 a	4.5 a	12.6 ab	13.4 a	88.3 a	10.5	12.0 a	53.0 a	75.5 bc
秋田農試産	市販強力粉(カメリヤ)	-	829 ab	5.6 a	24.9 ab	9.0 a	5.0 a	4.0 a	5.0 a	8.0 a	4.0 ab	13.0 a	12.0 a	84.9 a	18.5	20.0 a	50.9 a	89.4 a
	ハルイブキ	-	733 b	4.9 b	22.0 b	8.4 ab	3.8 ab	3.3 b	3.7 bc	6.3 ab	3.1 bc	11.4 b	10.4 b	72.3 b	11.5	10.0 c	43.4 b	68.6 bc
	ネバリゴシ	-	739 b	5.0 b	22.2 b	6.7 b	3.7 b	3.0 b	3.2 c	5.6 b	2.8 c	10.8 b	9.6 b	67.4 b	8.5	15.0 b	40.5 b	64.0 c
	ネバリゴシ+市販強力粉	50:50	857 a	5.8 a	25.7 a	8.3 ab	4.7 ab	4.2 a	4.4 a	7.9 a	4.4 a	12.9 a	13.1 a	85.5 a	14.5	19.0 a	51.3 a	84.8 a
	ネバリゴシ+ハルイブキ	50:50	841 a	5.7 a	25.2 a	8.0 ab	4.6 a	4.3 a	4.2 b	7.6 a	4.2 a	12.8 a	12.6 a	83.5 a	13.8	10.5 c	50.1 a	74.3 b

注. 1) 東北農研の材料は1998~2000年産の3カ年平均値、他の産地の材料は1999年産。  
2) 同じ産地においては、英文字が異なる値の間には、Tukey 多重検定における5%水準で有意差があることを示す。



**写真3** 低アミロース・めん用中力品種「ネバリゴシ」とパン用強力品種「ハルイブキ」または「市販強力粉」の60%粉(小麦粉)ブレンドによるパン体積および内相の改善効果

注. 市販強力粉以外の材料は東北農業研究センター産。60%粉(小麦粉)を300g使用。



**写真4** 「ネバリゴシ」+「ハルイブキ」の60%粉ブレンド比率を変えた場合の製パン適性の変動



ルイブキ」の60%粉蛋白含量は、岩手現地産および秋田農試産は東北農研産より低かった。また、その蛋白含量は産地間で「ネバリゴシ」は8.3~12.8%、「ハルイブキ」は10.7~14.0%の差異が見られた。なお、秋田農試産の「ハルイブキ」はアミログラム最高粘度が極端に低く低アミロであった（表1）。

ファリノグラムのAbは、各産地とも、ブレンド組合せはブレンドした品種・材料の中間の値を示した。また、VVは東北農研産はいずれのブレンドも、

岩手現地産と秋田農試産では「ネバリゴシ」+市販強力粉のブレンドで、2品種の中間より市販強力粉または「ハルイブキ」に近い値を示した。一方、岩手現地産および秋田農試産の「ネバリゴシ」+「ハルイブキ」では2品種の中間より小さい値であった。

次に、製パン試験においては、パン体積と比容積は、各産地の2ブレンドともに、ブレンドに用いた2品種に比べて大きくなった（写真3）。パン官能評価試験では、いずれの産地においてもブレンドす

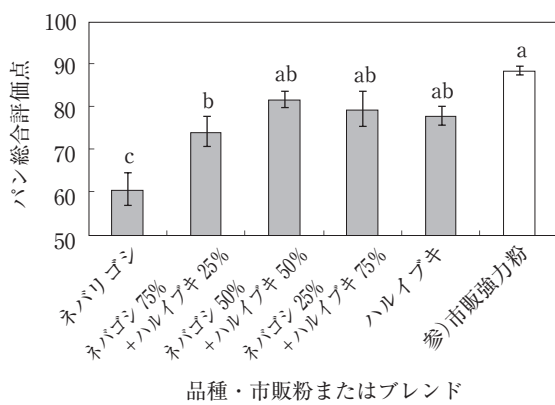


図8 低アミロース品種「ネバリゴシ」とパン用品種「ハルイブキ」との60%粉ブレンドにおけるブレンド比率を変えた場合のパン综合评价点の変動

注. 図中のゴシック英文字が異なる値の間には、Tukey 多重検定における5%水準で有意差があることを示す。

表6 硬軟質性が異なる低アミロース品種・系統とのブレンドにおけるファリノグラム特性

品種・系統名 またはブレンド 組合せ	硬軟 質性	ブレ ンド比 率 (%)	Ab (%)	DT (min)	Stab (min)	Wk (B.U.)	VV
ネバリゴシ	軟質	-	57.1	4.0	3.9	75	49
東北213号	軟質	-	61.3	4.2	4.3	120	44
東北212号	硬質	-	68.8	4.9	7.7	70	53
盛系C-B2661	硬質	-	73.8	6.2	6.0	85	56
市販強力粉 (カメリヤ)	硬質	-	70.4	22.2	12.5	50	97
ハルイブキ	硬質	-	65.3	22.4	10.3	60	97
ネバリゴシ+市販強力粉	軟質+硬質	50:50	63.4	7.8	18.5	20	76
東北213号+市販強力粉	軟質+硬質	50:50	65.7	11.0	9.7	80	80
東北212号+市販強力粉	硬質+硬質	50:50	68.2	16.0	17.5	62	91
盛系C-B2661+市販強力粉	硬質+硬質	50:50	-	-	-	-	-
ネバリゴシ+ハルイブキ	軟質+硬質	50:50	62.0	9.5	20.0	20	80
東北213号+ハルイブキ	軟質+硬質	50:50	63.5	11.0	9.0	85	79
東北212号+ハルイブキ	硬質+硬質	50:50	67.5	14.0	14.5	80	86
盛系C-B2661+ハルイブキ	硬質+硬質	50:50	-	-	-	-	-

表7 硬軟質性が異なる低アミロース品種・系統とのブレンドにおける製パン試験成績

品種・系統名 またはブレンド 組合せ	ブレ ンド比 率 (%)	パン 体積 (cm <sup>3</sup> )	比容 積 (cm <sup>3</sup> /g)	パン官能評価試験										吸水 合計 (20)	作業 性 (20)	官能 評価 合計 (60)	パン 総合 評価 点 (100)	
				パン 体積 (30)	表皮の 焼色 (10)	皮質 均整 (5)	形の 色 (5)	内相 の色 (5)	すだ ち (10)	触感 (5)	香り (15)	味 (15)						
ネバリゴシ	軟質	-	841 a	6.3 ab	25.2 a	5.3 a	3.2 bc	4.1 ab	3.4 bc	6.8 bc	3.5 bc	11.1 bc	10.9 bc	73.4 c	8.0	14.0	44.0 c	66.0 b
東北213号	軟質	-	701 b	5.4 b	21.0 b	6.0 a	2.4 c	2.9 b	2.9 c	4.5 c	2.4 c	9.2 d	9.4 e	60.5 d	10.0	6.0 b	36.3 d	52.3 c
東北212号	硬質	-	807 ab	6.1 ab	24.2 ab	6.3 a	3.5 b	3.6 ab	3.8 b	6.9 bc	4.0 ab	11.6 b	12.0 b	75.8 bc	17.0	14.0 ab	45.5 bc	76.5 ab
盛系C-B2661	硬質	-	705 b	5.4 b	21.2 b	5.4 a	2.8 c	2.8 b	3.0 bc	5.3 bc	3.3 bc	10.4 c	10.8 cd	64.9 cd	20.0	12.0 ab	38.9 cd	70.9 b
強力市販粉 (カメリヤ)	硬質	-	780 ab	5.8 ab	23.4 ab	6.5 a	4.0 b	3.8 ab	4.3 ab	7.0 bc	3.8 bc	12.0 ab	12.0 b	76.7 bc	20.0	20.0 a	46.0 bc	86.0 a
ハルイブキ	硬質	-	780 ab	5.7 ab	23.4 ab	6.5 a	3.8 b	3.9 ab	3.7 b	7.3 bc	3.9 ab	11.4 b	11.9 bc	75.7 bc	14.0	19.0 a	45.4 bc	78.4 ab
ネバリゴシ+強力市販粉	軟質+硬質	50:50	871 a	6.4 ab	26.1 a	6.7 a	4.4 a	4.8 a	4.5 ab	8.3 ab	4.7 ab	12.6 a	13.7 a	85.7 ab	12.0	18.0 a	51.4 ab	81.4 ab
東北213号+強力市販粉	軟質+硬質	50:50	898 a	6.7 a	26.9 a	6.5 a	4.7 a	4.7 a	4.7 ab	8.4 a	4.9 a	12.7 a	13.2 ab	86.6 a	14.0	15.0 ab	51.9 a	80.9 ab
東北212号+強力市販粉	硬質+硬質	50:50	871 a	6.4 a	26.1 a	7.0 a	4.5 ab	4.4 a	4.6 ab	8.2 ab	4.7 ab	12.6 a	13.2 ab	85.2 ab	18.0	18.0 a	51.1 ab	87.1 a
盛系C-B2661+強力市販粉	硬質+硬質	50:50	842 a	6.4 ab	25.3 a	7.9 a	4.4 ab	4.2 a	4.8 a	7.8 ab	4.7 ab	12.7 a	13.4 a	85.0 ab	20.0	17.0 a	51.0 ab	88.0 a
ネバリゴシ+ハルイブキ	軟質+硬質	50:50	838 a	6.1 ab	25.1 a	6.5 a	4.1 ab	4.7 a	4.5 ab	8.2 ab	4.4 ab	12.5 a	12.7 ab	82.6 ab	12.0	18.0 a	49.6 ab	79.6 ab
東北213号+ハルイブキ	軟質+硬質	50:50	881 a	6.5 a	26.4 a	6.4 a	4.4 ab	4.6 a	4.4 ab	8.2 ab	4.6 ab	12.6 a	13.1 ab	84.6 ab	12.0	17.0 a	50.8 ab	79.8 ab
東北212号+ハルイブキ	硬質+硬質	50:50	858 a	6.2 ab	25.7 a	7.6 a	4.5 a	4.6 a	4.2 ab	7.7 ab	4.6 ab	12.5 a	13.2 ab	84.5 ab	17.0	16.0 a	50.7 ab	83.7 a
盛系C-B2661+ハルイブキ	硬質+硬質	50:50	874 a	6.4 ab	26.2 a	8.4 a	4.2 ab	4.7 a	4.4 ab	8.4 a	4.9 a	12.8 a	13.7 a	87.6 a	18.0	16.0 a	52.6 a	86.6 a

注. 英文字が異なる値の間には、Tukey 多重検定における5%水準で有意差があることを示す。

ることにより形の均整、すだち、触感、香り、味および合計が高くなり、特に「ネバリゴシ」+「ハルイブキ」のブレンドでは顕著に高まった。なお、各官能評価項目とも2つブレンド間の差は小さかった。吸水性は、秋田農試産の「ネバリゴシ」+「ハルイブキ」を除いたブレンドはブレンドに用いた2品種の中間を示し、ファリノグラムのAbの結果と同じであった。作業性は秋田農試産の「ネバリゴシ」+「ハルイブキ」を除いて2品種の中間より高かった。パン総合評価点は「ネバリゴシ」+「ハルイブキ」ではいずれの産地でもブレンドした2品種より高い値を示した。一方、「ネバリゴシ」+市販強力粉では東北農研産では2品種よりやや高いものの、岩手現地産および秋田農試産では市販強力粉より低かった。

以上の結果、低アミロースの「ネバリゴシ」とパン用品種をブレンドすることにより、パン体積、比容積が大きくなって、パン官能評価の品質全般、特に触感(柔らかさ)および味が改善され、「ネバリゴシ」+「ハルイブキ」ではその改善効果が顕著であった。

そこで、ブレンド効果の高い「ネバリゴシ」+「ハルイブキ」について、ブレンド比率を5段階に変えて製パン試験を行い、パン総合評価点について図8に示した。パン総合評価点は、ブレンド比率50%:50%で最大値を示し、次いで25%:75%、75%:25%の順であった。写真4のパン断面も同様な結果で、ブレンド比率50%:50%で最大のパン体積を示した。

次に、硬軟質性が異なる低アミロース4品種・系統と市販強力粉または「ハルイブキ」とのブレンドを行い、ファリノグラム特性を表6に、製パン試験成績を表7に示した。ブレンド組合せのファリノグラム特性は、硬質・低アミロース品種・系統とのブレンドは軟質・低アミロース系統とのブレンドに比べ、Ab、DTおよびVVが高かった。

製パン試験のパン体積と比容積は、ほとんどのブレンド組合せにおいてブレンドした品種・系統・材料より大きくなった。また、パン官能評価試験の各項目、特に触感、香り、味などはブレンドにより評点が高くなり、官能評価の合計も高くなった。ブレンド組合せ間のパン体積およびパン官能評価試験の各項目の差は小さく、いずれのブレンド組合せも、パン用の「ハルイブキ」より優れた官能評価を示し

表8 もち性系統とうるち性品種・系統のブレンドにおけるファリノグラム

群名	品種・系統名 またはブレンド 組合せ	HMW -GS 5+10 有無	ブレ ン ド 比 率 (%)	Ab (%)	DT (min)	Stab (min)	Wk (B.U.)	VV
	もち乙女	無	-	74.3	7.0	3.5	155	57
	1CW	有	-	65.7	10.7	20.5	5	80
	ハルイブキ	有	-	65.5	14.0	8.7	73	84
	東北221号	有	-	60.8	3.3	4.7	43	50
	標)コユキコムギ	無	-	64.2	7.5	8.2	78	63
	ナンブコムギ	無	-	60.8	2.8	3.6	80	44
A	1CW+もち乙女	有+無	90:10	66.5	16.0	16.5	45	89
	1CW+もち乙女	有+無	80:20	67.5	10.0	12.0	48	74
	ハルイブキ+もち乙女	有+有	90:10	65.8	13.0	13.2	90	81
	ハルイブキ+もち乙女	有+無	80:20	67.2	11.7	10.4	95	77
	東北221号+もち乙女	有+無	90:10	61.8	5.4	9.2	28	60
	東北221号+もち乙女	有+無	80:20	63.0	4.7	9.6	30	58
	A群平均値			65.3	10.1	11.8	56	73
B	コユキコムギ+もち乙女	無+無	90:10	65.5	4.0	5.5	83	48
	コユキコムギ+もち乙女	無+無	80:20	66.6	6.0	4.9	95	55
	ナンブコムギ+もち乙女	無+無	90:10	63.6	4.5	5.2	87	48
	ナンブコムギ+もち乙女	無+無	80:20	64.9	4.0	3.8	105	45
	B群平均値			65.2	4.6	4.9	93	49
	A群とB群の平均値差のt検定			ns	*	**	*	**

注. 1) 1998年産、1CWはカナダ産。

2) A群とB群の平均値差のt検定のnsは有意差なし、\*は5%水準で有意、\*\*は1%水準で有意。

た。一方、吸水性は硬質・低アミロース系統(東北212号、盛系C-B2661)とのブレンド組合せの方が軟質・低アミロース品種・系統(ネバリゴシ、東北213号)のブレンド組合せより高かったが、作業性は両者の差が小さかった。このため、パン総合評価点は硬質・低アミロース系統とのブレンド組合せの方が軟質・低アミロース品種・系統ブレンドよりやや高かった。

以上の結果、低アミロース品種・系統とパン用品種とのブレンドはいずれも製パン適性、特にパン体積、比容積が大きくなり、パンの内相品質、味などの改善につながるが、吸水率の高い硬質の品種・系統を用いるとさらに製パン適性が高まることわかった。

#### 4. もち性小麦品種とパン用小麦品種・系統のブレンド試験

うるち性でHMW-GS 5+10の有無が異なるパン用5品種・系統に、もち性品種「もち乙女」を10%、20%ブレンドして、ファリノグラム特性と製パン性を調査した。そしてファリノグラム特性を表8に、製パン試験成績を表9に示した。「もち乙女」は、

表9 もち性系統とうるち性品種・系統のブレンドにおける製パン試験成績

群名	品種・系統名 またはブレンド 組み合わせ	HMW-GS 5+10 有無	ブレンド 比率 (%)	パン体積 (cm <sup>3</sup> )	比容 (cm <sup>3</sup> /g)	パン官能評価試験										吸水 性 (20)	作業 性 (20)	官能 評価 合計点 (60)	パン 総合 評価点 (100)	作業 性 (20)	有 望 度	
						パン表皮の皮質		形の内相		すだ触感		香り		味								合計 (100)
						体積	焼色	均整	の色	ち												
						(30)	(10)	(5)	(5)	(5)	(10)	(5)	(15)	(15)	(100)							
もち乙女	無	-	500 b	3.5 b	15.0 b	5.0 b	2.5 d	1.1 c	1.1 c	2.7 b	1.6 d	8.6 c	8.3 d	46.0 c	20.0	18.0 ab	27.6 c	65.6 c	4.6 a			
1CW	有	-	840 a	6.1 a	25.2 a	7.9 a	4.6 ab	4.7 ab	4.8 a	8.6 a	4.3 a	13.9 a	13.6 a	87.6 a	15.0	20.0 a	52.6 a	87.6 a	2.9 bc			
ハルイブキ	有	-	870 a	6.4 a	26.1 a	7.7 a	4.3 ab	4.8 ab	4.6 ab	8.6 a	4.8 a	12.9 ab	13.3 ab	87.0 a	15.0	20.0 a	52.2 a	87.2 a	2.5 bc			
東北221号	有	-	818 a	5.9 a	24.5 a	6.9 a	4.0 ab	3.8 ab	4.4 ab	7.6 a	3.6 b	12.6 ab	12.0 abc	79.5 ab	10.0	20.0 a	47.7 ab	77.7 bc	2.8 bc			
標)コユキコムギ	無	-	798 a	5.9 a	23.9 a	7.7 a	3.4 bc	4.0 ab	4.5 ab	7.6 a	3.7 b	12.6 ab	11.3 bc	78.8 ab	14.0	12.0 bc	47.3 ab	73.3 bc	2.0 c			
ナンブコムギ	無	-	812 a	6.0 a	24.4 a	7.6 a	3.3 bc	4.2 ab	3.5 ab	7.3 a	3.4 b	11.7 ab	10.3 cd	75.6 b	10.0	12.0 bc	45.4 b	67.4 c	2.4 bc			
A 1CW+もち乙女	有+無	90:10	907 a	6.6 a	27.2 a	8.0 a	4.7 ab	5.0 ab	4.9 a	8.6 a	4.6 a	13.7 a	13.9 a	90.6 a	16.0	20.0 a	54.4 a	90.4 a	3.2 b	◎		
1CW+もち乙女	有+無	80:20	876 a	6.3 a	26.3 a	8.0 a	4.8 ab	4.1 ab	4.3 ab	8.1 a	4.7 a	13.7 a	13.6 a	87.7 a	17.0	20.0 a	52.6 a	89.6 a	3.3 b	◎◎		
ハルイブキ+もち乙女	有+有	90:10	893 a	6.6 a	26.8 a	7.7 a	4.8 ab	4.6 ab	4.7 ab	8.8 a	4.6 a	13.6 a	13.5 a	89.1 a	15.0	18.0 ab	53.5 a	86.5 a	3.2 b	○		
ハルイブキ+もち乙女	有+無	80:20	901 a	6.7 a	27.0 a	7.8 a	4.7 ab	4.6 ab	4.3 ab	8.3 a	4.7 a	13.3 a	13.4 ab	88.1 a	17.0	18.0 ab	52.8 a	87.8 a	3.2 b	○		
東北221号+もち乙女	有+無	90:10	866 a	6.3 a	26.0 a	7.3 a	4.9 ab	4.6 ab	4.5 ab	7.9 a	4.5 a	13.4 a	12.9 ab	86.0 ab	11.0	20.0 a	51.6 ab	82.6 ab	3.0 bc	○		
東北221号+もち乙女	有+無	80:20	880 a	6.3 a	26.4 a	7.3 a	4.8 ab	4.4 ab	4.3 ab	7.8 a	4.5 a	13.4 a	13.0 ab	85.8 ab	13.0	20.0 a	51.5 ab	84.5 a	3.1 b	○		
A群平均値			887	6.4	26.6	7.7	4.8	4.6	4.5	8.3	4.6	13.5	13.4	87.9	14.8	19.3	52.7	86.9	3.2			
B コユキコムギ+もち乙女	無+無	90:10	777 a	5.7 a	23.3 a	7.6 a	3.5 bc	3.4 b	3.8 ab	6.3 a	3.1 c	11.4 b	10.6 c	73.0 b	15.0	9.0 c	43.8 b	67.8 c	2.5 bc	×		
コユキコムギ+もち乙女	無+無	80:20	780 a	5.7 a	23.4 a	7.9 a	3.6 bc	3.6 ab	3.7 ab	6.3 a	2.9 c	11.1 b	10.6 c	73.1 b	16.0	10.0 c	43.8 b	69.8 c	2.5 bc	×		
ナンブコムギ+もち乙女	無+無	90:10	764 a	5.7 a	22.9 a	7.2 a	2.7 c	3.3 b	3.1 b	6.0 a	3.0 c	11.2 b	9.3 cd	68.6 b	13.0	10.0 c	41.2 b	64.2 c	2.4 bc	×		
ナンブコムギ+もち乙女	無+無	80:20	803 a	5.8 a	24.1 a	7.6 a	3.3 c	3.6 ab	3.3 b	6.5 a	3.4 b	11.9 ab	10.3 cd	74.0 b	14.0	12.0 bc	44.4 b	70.4 c	2.6 bc	×		
B群平均値			781	5.7	23.4	7.6	3.3	3.5	3.5	6.3	3.1	11.4	10.2	72.2	14.5	10.3	43.3	68.1	2.5			
A群とB群の平均値差のt検定			**	**	**	ns	**	**	**	**	**	**	**	**	ns	**	**	**	**	**		

注. 1) 1998年産、1CWはカナダ産。  
 2) A群とB群の平均値差のt検定のnsは有意差なし、\*は5%水準で有意、\*\*は1%水準で有意。  
 3) 英文字が異なる値の間には、Tukey多重検定における5%水準で有意差があることを示す。

60%粉蛋白含量が13.0%で、「ハルイブキ」、「ナンブコムギ」と同程度であるが、アミロース含量が0%で60%粉灰分含量が高かった(表1)。ファリノグラム特性について、HMW-GS 5+10の有無によりブレンド組合せを片方の品種・銘柄がHMW-GS 5+10を持つブレンド組合せ群をA群、これを持たない品種・系統のブレンド組合せ群をB群として、各群の特性平均値を比較したところ、DT、Stab、WkおよびVVに有意差が認められ、A群の方がB群よりDT、StabおよびVVが高く、Wkが小さかった。一方、Abには有意差がみられなかった。

Abは「もち乙女」は極めて高い値を示すが、いずれのブレンドとも、もち性ブレンド比率が高くなるにつれAbが高くなった。一方、DT、StabおよびVVは一般に低くなった。

製パン試験でも、ファリノグラムと同様に、HMW-GS 5+10の有無でブレンド組合せをA群とB群とに分け、A群とB群の平均値の有意差検定を行った。その結果、表皮の焼色を除く全項目で有意差が認められ、A群の方がB群より製パン性およびもちもち感が優れていた。また、A群はもち性品種と

のブレンドにより製パン性が向上したが、B群の場合は逆にブレンドにより製パン性が低下した。もち性品種のブレンド比率間の製パン性の差はA群、B群とも小さかった。

以上の結果から、もち性品種とうるち性品種のブレンドでも、HMW-GS 5+10を持つうるち性品種を用いることにより製パン性が改善できたが、HMW-GS 5+10を持たないうるち性品種とのブレンドでは、製パン性の向上はみられなかった。

次にHMW-GS 5+10をもつうるち性品種「ハルイブキ」とHMW-GS 5+10の有無の異なるもち性有望系統の「もち盛系C-B3129」(HMW-GS 5+10有)、「東北糯216号」および「東北糯217号(もち姫)」(以上2系統はHMW-GS 5+10無)の3系統を供試して、もち性小麦ブレンド比率0~100%の7段階に変えて製パン試験を行った。そして、もち性小麦ブレンド比率(以下ブレンド比率)による製パン品質の変動を図9に示した。これらのもち性3系統は「ハルイブキ」と比較して、60%粉蛋白含量は同程度かやや低く、60%粉灰分含量は同程度で(表1)、製粉性と粉色は「もち乙女」より大幅に改善されて

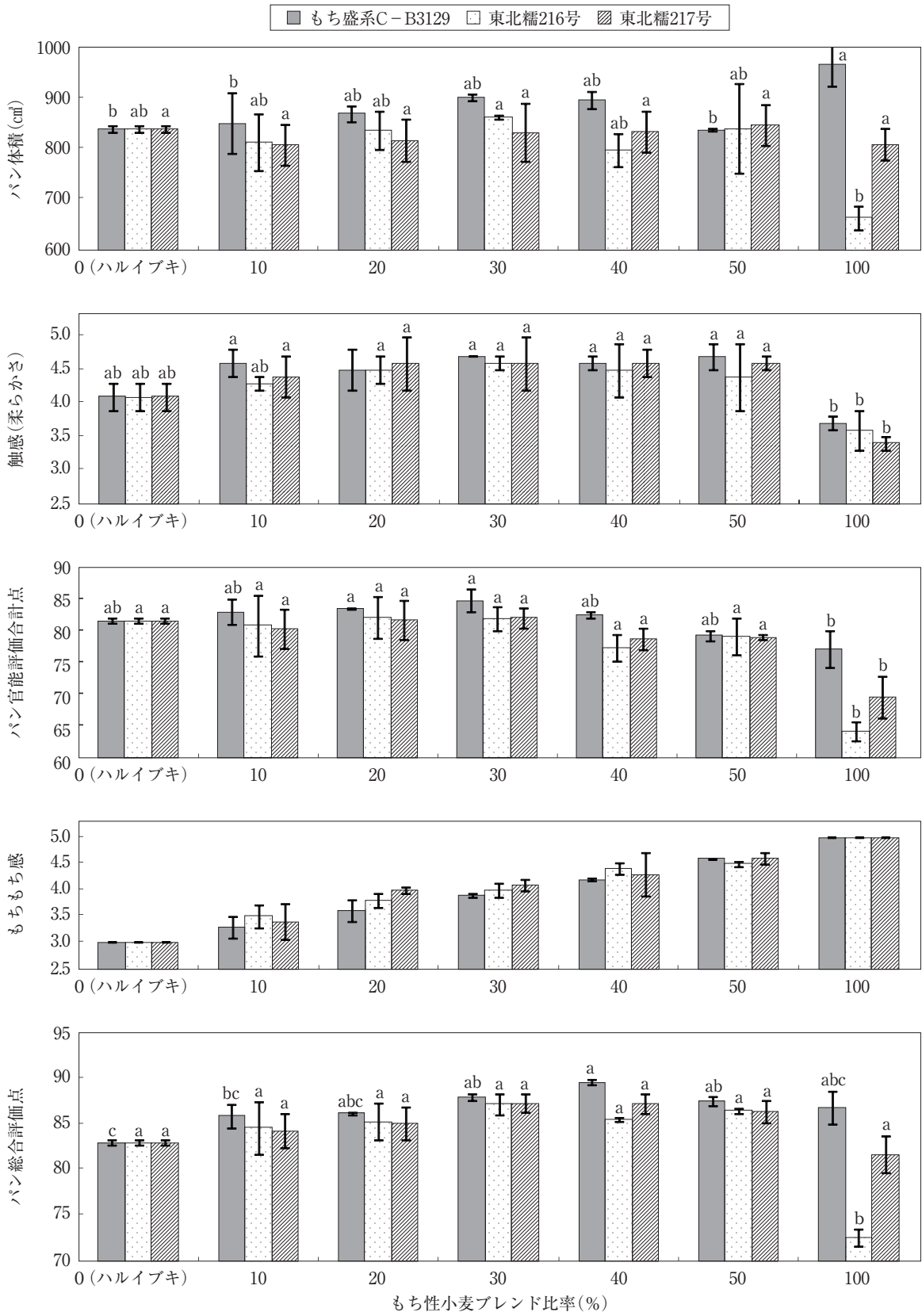


図9 もち性小麦系統とハルイブキとの60%粉ブレンドにおけるブレンド比率を変えた場合の製パン適性の変動

注. 同一系統において図中の英文字が異なる値の間には、Tukey 多重検定における5%水準で有意差があることを示す。

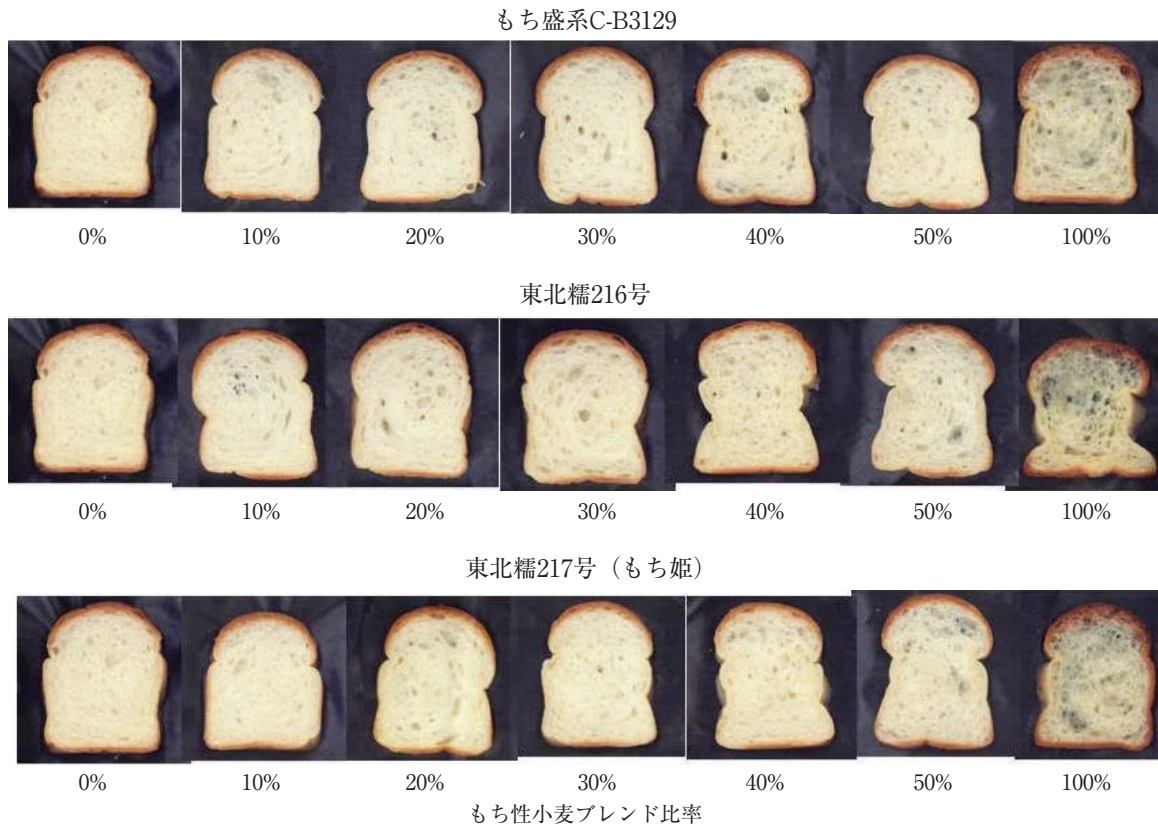


写真5 もち性小麦の60%粉ブレンド比率を変えた場合の製パン適性の変動

注. パン用品種「ハルイブキ」の60%粉にブレンド。

いる。「もち盛系C-B3129」のブレンド比率が高まるにつれパン体積が大きくなり、30%、40%でピークに達し、50%では減少した。ブレンド比率10～40%の間では他の2系統よりパン体積が大きかった。一方、「東北糯216号」と「東北糯217号」はブレンド比率10%では0%よりパン体積がやや小さいが、20%、30%とブレンド比率が高まるにつれパン体積が増加し、「東北糯216号」はブレンド比率30%でパン体積が最大に、「東北糯217号」は50%までわずかに増加し、50%で最大となった。もち性小麦100%では、HMW-GS 5+10を持つ「もち盛系C-B3129」はパン体積がかなり大きく、もち性小麦パン特有の焼成後のパン冷却に伴うパンの収縮が少なかった。一方、「東北糯216号」と「東北糯217号」は焼成後のパンの収縮がみられ、特に「東北糯216号」の収縮はやや大きく、パン体積が小さかった。以上の結果、もち性系統によってブレンド比率によるパン体積の変動は異なったが、パン体積からみてブレンド

比率30%が最適であった(写真5)。

パン官能評価合計点は、もち性3系統ともパン用品種「ハルイブキ」に比べ劣り、特に「東北糯216号」と「東北糯217号」はかなり劣った。パン官能評価合計点はブレンド比率との関係はパン体積と同様な傾向を示し、いずれのもち性系統も10～30%の間はブレンド比率が高まるにつれ合計点が高くなり、30%で最大値を示した。それ以上にブレンド比率が高まると、合計点が低下する傾向を示した。以上の結果、パン官能評価合計点の面でも、ブレンド比率30%が最適であった。

もちもち感は、いずれのもち性系統でも、ブレンド比率が高くなるにつれ強くなる傾向がみられたが、ブレンド比率30%では「東北糯217号」>「東北糯216号」>「もち盛系C-B3129」の順となった。

パン総合評価合計点は「もち盛系C-B3129」はブレンド比率40%で最大値となったが、「東北糯216号」では30%で、「東北糯217号」30%および40%で最大

値を示した。以上の結果、パン総合評価合計点の面では、ブレンド比率30~40%が最適であった。

#### IV 考 察

パン用2品種の小麦粉ブレンドにおいては、少なくとも一方の品種・系統にHMW-GS 5+10を持つ品種とのブレンドは、それを持たないブレンドより生地物性が強力的になり、製パン適性が優れる傾向にあった。また、うるち性品種・系統にもち性品種をブレンドした場合でも、HMW-GS 5+10を持つうるち性品種を用いることで、うるち性単独より製パン適性がやや優れるが、HMW-GS 5+10を持たないうるち性品種とのブレンドでは、製パン適性の向上はほとんど見られなかった。以上の結果から、2品種・系統のブレンドにおいては、製パン適性の改良にはHMW-GS 5+10を持つ品種・系統を1つ以上用いる必要があると考えられる。準同質遺伝子系統においては、HMW-GS 5+10を持つ系統はこれを持たない系統より、一般に製パン適性が優れる傾向にあることが報告されている (Payne *et al.* 1987、Takata *et al.* 2000、Pirozi *et al.* 2008)。本報告の小麦粉のブレンドにおいても同様な結果が得られ、ブレンドにおけるHMW-GS 5+10を持つ品種の重要性があらためて認識された。

製パン適性からみた最適なブレンド比率を有望なブレンド組合せについて検討した結果、ブレンド組合せにより最適なブレンド比率が異なった。この一つの要因として、グルテンin/グリアジン比の変動が関与していると考えられる。Uthayakumaran *et al.* (2005) は、同一の品種内では、生地のグルテンを再構成してグルテンin/グリアジン比を上げると、ミキソグラフの生地形成時間が長く、生地最大抵抗およびパン体積などが大きくなって、生地や最終製品に有意な効果が見られたと報告している。また、木村ら (2004) は、パン用品種「ハルユタカ」、「春のあけぼの」、「北見春63号」、「ゆきちから」のグルテンin/グリアジン比は、子実タンパク質含有率が変化してもめん用品種「ふくさやか」、「シラサギコムギ」より高く、「ナンブコムギ」はめん用品種であるが2つのグループの中間の値を示したと報告している。以上の報告から、今後ブレンド試験において最適なブレンド比率を解明するためには、生地物性と併せてグルテンin/グリアジン比の面からも検討する必要があると考えられる。

東北農業研究センターで最近育成した「ハルイブキ」および「ゆきちから」を用いたブレンド試験については、関村ら (2004) と島津ら (2005) の報告がある。関村ら (2004) は、岩手県産の「ゆきちから」(小麦粉蛋白含量11.4~11.6%) と秋田県産の「ハルイブキ」(同9.2~9.8%) にカナダ産パン用粉(同12.6%) を混合した場合、中種法製パンでは「ゆきちから」はパン用粉の配合が0、2.5、10%と多いほどがボリューム比(比容積)大きくなり、一方、「ハルイブキ」ではパン用粉への25%までのブレンドでは生地のハンドリングも良くなくボリューム比も小さかったが、50%ではそれらが改善されたと報告した。本試験結果でも、「ゆきちから」とカナダ産「1CW」の50%:50%ブレンドは比容積大きくなり、上記の報告と同様な結果が得られた。一方、「ハルイブキ」と「1CW」の50%:50%ブレンドでは、上記報告と異なり、生地のハンドリング(作業性)、比容積とも改善効果はほとんどみられなかった。「ハルイブキ」は本試験のように高蛋白の場合製パン適性が高いが、関村らが用いた秋田県産「ハルイブキ」は低蛋白であったので、パン用粉とのブレンドにより製パン適性が改善されたものと考えられる。

また、島津ら (2005) は、「ナンブコムギ」に「ゆきちから」をブレンドすることにより、「ナンブコムギ」パンの食感や老化に改善効果が認められることを報告している。本試験においても同じブレンドについて製パン適性を検討したが、「ゆきちから」をブレンドすることにより「ナンブコムギ」よりパン官能評価の香り、味が良くなって官能評価合計も高くなったので、パン食感改善効果の面では島津らの結果と一致した。

入来ら (2001) は、北海道産の硬質春播小麦品種「ハルユタカ」と軟質秋播小麦品種「ホクシン」のブレンドは、吸水率以外のファリノグラム特性はブレンド比率に比例した値を示したが、パン比容積とブレンド比率との間に関連は見られなかったことを報告している。この「ハルユタカ」と「ホクシン」はどちらもHMW-GS 5+10を持たないので、ファリノグラムおよび製パン適性の改善効果がみられなかったのではないかと考えられる。

超強力系統「東北221号」とのブレンドでは、ほとんどの組合せでファリノグラム特性は強力的な生地物性を示し、DT、StabおよびVVがブレンドし

た2品種・系統より超越した値を示した。また、製パン適性は超強力系統にHMW-GS 5+10を持たないパン用品種・系統をブレンドすると、製パン適性の改善効果が大きいことが判明した。

Yamauchi *et al.* (2001) は、国産中力・軟質粉の「ホクシン」と超強力粉の「Wildcat」をブレンドしたパンの比体積、すだちは、内相の色およびパンの硬化を除いて、市販外国産強力粉「カメリヤ」と類似しているか優れていると報告している。また、Yamauchi *et al.* (2003) は、適量の超強力粉を用いることによって、低製パン性の国産小麦粉は改質され、パン用の外国産小麦が一般的にもっている製パン特性が付与され、その主要因が、生地物性の改善（生地破断力）の向上であることを明らかにしている。本試験でも、超強力系統にHMW-GS 5+10を持たない製パン性が不十分な品種・系統をブレンドすると製パン適性の改善効果が大きく、上記のYamauchi *et al.* の結果と類似した結果を得た。このため、一般的に、超強力粉品種と製パン性が十分でない品種（本試験ではHMW-GS 5+10無の品種・系統）をブレンドすることにより、製パン適性が向上すると考えられる。この製パン適性の向上の要因は、上記のYamauchi *et al.* (2003) の報告のように、生地物性の改善によるものであると考えられる。本試験でも、超強力系統「東北221号」とのブレンドの多くは、フェリノグラム特性がパン用に適した強力粉となり、VVはカナダ産「1CW」並を示した。

超強力粉品種として、最近、北海道農業研究センターでは2008年度に「ゆめちから」(田引ら 2009)、長野県農事試験場では2005年度に「ハナマンテン」(中村ら 2005) が育成されている。超強力小麦は強靱なグルテンを持っているので、「ホクシン」、「きたほなみ」に代表される中力小麦とブレンドすることで、通常の強力小麦粉と同等の小麦粉を調整することができる(山内 2009)。このため、製パン性が不十分な国産小麦のパンへの有効利用を図るためには、超強力新品種の早期普及を進めて、超強力品種とのブレンドにより国産小麦の製パン適性を向上させることが重要であると考えられる。

低アミロース品種とHMW-GS 5+10を持つパン用強力小麦品種・市販粉とのブレンドは、パン体積、比容積が大きくなり、パン官能評価合計点が向上した。また、低アミロース品種・系統として硬質系統をブレンドに用いると、軟質品種・系統を用いるよ

りパン総合評価点は高くなった。

増山ら(2006)は、「ハルイブキ」小麦粉に麵適性のある小麦「農林61号」20%及びめんや製菓適性のある小麦「あやひかり」を10%ブレンドすると、「ハルイブキ」小麦粉100%と比較して、断面がキメ細かで膨らみのあるパンになると報告している。また、Martin *et al.* (2004) は、Wx-B1蛋白質を持たないグループ(やや低アミロース)のパンは、平均的には交雑系統・品種の通常グループ(普通のアミロース含量)よりパン体積が増加し、柔らかくなることを示した。さらに、Lee *et al.* (2001) は澱粉とグルテンをブレンドして焼かれたパンは、澱粉のアミロース含量が減少するにつれパン体積が増加したが、内相はより多孔性となり、アミロース含量19.2~21.6%になるように澱粉とグルテンをブレンドしたパンはアミロース含量24%の通常的小麦澱粉からのパンと類似した内相構造を示すことを報告している。以上の報告は、いずれも、低アミロースまたはやや低アミロース品種をパン用品種にブレンドして製パンすることにより、パン体積が大きくなり、柔らかくなったとしている。これらの結果は本試験の結果とよく一致した。

Ito *et al.* (2007) は、やや低アミロースの日本産パン用品種「ハルユタカ」、「キタノカオリ」と通常のアミロースの外国産パン用銘柄「1CW」、「HRW」との間で製パン適性、パンの硬化などを比較したところ、これらの日本品種は外国産銘柄よりパン焼成後のパンがかなり軟らかく、硬化が遅く、これらの特性は低アミロース性と関係した澱粉ゲルの軟らかさと遅い老化によると報告した。

本試験結果と以上の研究報告を含めて考察すると、HMW-GS 5+10を持つパン用強力小麦に、低アミロースおよびやや低アミロース品種・系統を50%:50%の比率でブレンドすることにより、ブレンドに用いた品種・系統よりパン体積が増加して軟らかくなり、内相品質も良好で、官能評価が高くなると考えられる。また、同時にパンの老化および硬化を遅らせることもできると考えられる。

近年、日本全国の小麦育種試験地において、低アミロース含量・めん用中力品種の「ネバリゴシ」、「あやひかり」、「チクゴイズミ」などや、やや低アミロース含量・めん用中力品種の「ホクシン」、「きたほなみ」、「イワイノダイチ」、「きぬの波」などが育成され、普及・栽培されている。これらのめん用

小麦品種による生産量は国内生産量の大半をしめるので、今後、これらの用途拡大を図るためには、めん用のみならず、ブレンドによるパン用への応用も視野に入れる必要がある。

もち性小麦品種とうるち性パン用小麦品種・系統との小麦粉のブレンドでは、上記のようにHMW-GS 5+10を持つうるち性品種を用いることによってのみ製パン適性改善が可能であった。これらのブレンドによる製パン適性は、低アミロース品種とのブレンドと類似して、パン体積、比容積が大きく、パン内相が軟らかく、官能評価合計点とパン総合評価点も高くなった。また、もち性小麦のブレンド比率を変えたブレンドにおいては、もち性小麦の最適なブレンド比率は30%であった。

もち性小麦を用いたパンのブレンド試験はいくつか報告されている。Lee *et al.* (2001) はもち性小麦粉澱粉を10%ブレンドしたパンは、もち性小麦澱粉を入れないパンと比較して、内相が柔らかくなった。Bhattacharya *et al.* (2002) はもち性デュラム小麦粉を10、20、30%ブレンドしたパンの体積と硬化の経時変化を調査した結果、パン体積への影響はなかったが、パン内相の硬化はコントロールより3～5日遅れ、パン硬化を遅くする最適なもち性ブレンド比率は20%であると報告した。Liu *et al.* (2004) は、うるち性小麦粉にもち性小麦粉をブレンドして製造したパンは、より多くの水を必要とするため、体積が大きく重たいパンになったが、パンのきめは粗くなり、品質評点は低くなった。しかし、もち性小麦粉をブレンドすると高い水分含量になるので、パンは柔らかく、パンが硬くなるのが遅くなったと報告した。Hayakawa *et al.* (2004) は、もち性小麦粉の過度の添加 (20%以上) はほとんどすべてのパン、ケーキ、うどんなどの製品において、より劣った機能特性 (粘着性など) を示すが、もち性小麦粉20%以下の混入は貯蔵期間特性をかなりの改善させ、もち性小麦粉を含む小麦粉からのパンは、1日貯蔵後、しっとり感、柔らかさそしてネバリを保持することを報告している。Takata *et al.* (2005) は、「春のあけぼの」の小麦粉にもち性小麦粉を40%ブレンドしたパンは、10%、20%ブレンドしたものより比容積がやや大きく、貯蔵日数2、3日における内相のかたさは低く保たれたこと、もち性小麦粉を20%ブレンドした場合、貯蔵後内相が柔らかかったが、もち性小麦粉20%以下のブレンドでは、貯蔵2

日目では内相のかたさの改善には小さな効果しかみられなかったことを報告している。また、Qin *et al.* (2009) は、もち性小麦粉を22%を添加したパンは柔らかくなり、保存中のパン重の減少が少なく、また、もち性小麦粉15%のブレンドは、標準区と比較して新鮮なパン品質を有意に悪化させることなく、パン硬化を遅らせるのに最適であったと報告した。以上の報告で共通していることは、もち性小麦粉をパン用小麦粉にブレンドすることにより、パンが柔らかくなり、パン貯蔵中のパン硬化が遅くなる点である。

Hayakawa *et al.* (1997) は、もち性六倍体小麦の澱粉はより大きな老化耐性を持っていること明らかにしており、この澱粉特性がパンの硬化 (老化) を遅くすると考えられる。

本試験では、パンの貯蔵中のパンの硬化 (老化) について検討しなかったが、もち性小麦をブレンドしたパンが柔らかくなることは、上記報告と一致した。また、もち性小麦の最適なブレンド比率は上記の報告のように10～40%と様々である。本試験では製パン適性を総合的に判断した場合30%が最適なブレンドであった。本試験および上記報告間の最適なブレンド比率が異なる要因の1つは、ブレンドするもち性小麦品種の小麦粉品質に起因すると考えられる。本試験では、ブレンド比率試験ではもち性小麦系統のHMW-GS 5+10の有無が異なる材料を用いたが、パン総合評価点の面では、HMW-GS 5+10を持つ「もち盛系C-B3129」では40%、HMW-GS 5+10を持たない「東北糯216号」と「東北糯217号 (もち姫)」では30%が最適なブレンド比率であった。また、「もち盛系C-B3129」は「東北糯216号」、「東北糯217号」より、ブレンドによる製パン適性が高かった。

以上のことから、もち性小麦とのブレンドにおいては、うるち性小麦と同様にもち性小麦もHMW-GS 5+10を持った品種・系統を用いることにより製パン適性を高くなり、しかももち性のブレンドを高めることができ、柔らかく貯蔵性に優れたパンを製造できる可能性があると考えられる。このため、もち性小麦をブレンドして柔らかさ、老化の遅いなどの特徴あるパンを製造するためには、今後HMW-GS 5+10を持ったもち性品種の育成を図る必要があるだろう。



## 引用文献

- 1) Bhattacharya, M.; Erazo-Castrejon, S. V.; Doehlert, D. C.; McMullen, M. S. 2002. Staling of bread as affected by waxy wheat flour blends. *Cereal Chem.* 79 : 178-182.
- 2) Bietz, J.; Wall, J. S. 1972. Wheat gluten subunits: molecular weights determined by sodium dodecyl sulfate-polyacrylamide gel electrophoresis. *Cereal Chem.* 49 : 416-430.
- 3) Blackman, J. A.; Payne, P. I. 1987. Grain quality. (Lupton, F.G.H. ed. *Wheat breeding-Its scientific basis.*). London·New York. Chapman and Hall. p. 455-485.
- 4) Hayakawa, K.; Tanaka, K.; Nakamura, T.; Endo, S.; Hoshino, T. 1997. Quality characteristics of waxy hexaploid wheat (*Triticum aestivum* L.) : Properties of starch gelatinization and retrogradation. *Cereal Chem.* 74 : 576-580.
- 5) Hayakawa, K.; Tanaka, K.; Nakamura, T.; Endo, S.; Hoshino, T. 2004. End use quality of waxy wheat flour in various grain-based foods. *Cereal Chem.* 81 : 666-672.
- 6) 入来則雄, 高田兼則, 山内宏昭, 一ノ瀬靖則, 桑原達夫. 2001. 硬質春コムギ品種ハルユタカと高タンパク含量の軟質秋播コムギ品種ホクシンのブレンドにおける製粉性および製パン性. *日作紀* 70 : 267-270.
- 7) Ito, M.; Kim, S.; Sarker, Z.; 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.
- 8) Juliano, B. O. A. 1971. A simplified assay for milled-rice amylose. *Cereal Sci. Today.* 16 : 334-360.
- 9) 木村秀也, 山内 稔. 2004. コムギのグルテニン/グリアジン比の品種間差と出穂後追肥による低下. 平成15年度近畿中国四国農業研究成果情報 : 169-170.
- 10) Lee, M-R.; Swanson, B. G.; Baik, B-K. 2001. Influence of amylose content on properties of wheat starch and breadmaking quality of starch and gluten blends. *Cereal Chem.* 78 : 701-706.
- 11) Liu, A-F.; Song, J-M.; Zhao, Z-D.; Liu, J-J.; Wu, X-Y.; Li, H-S.; Liu G-T. 2004. Effects of waxy flour blending on dough rheological properties and breadmaking quality of nonwaxy Flour. *Scientia Agriculture Sinica* 37 : 902-907 (in Chinese with summary in English).
- 12) Martin, J. M.; Talbert, L. E.; Habernicht, D. K.; Lanning, S. P.; Sherman, J. D.; Carlson, G.; Giroux, M. J. 2004. Reduced amylose effects on bread and white salted noodle quality. *Cereal Chem.* 81 : 188-193.
- 13) 増山富美子, 茂木光子, 池田順子, 堀口和男. 2006. 県産パン用小麦「ハルイブキ」の各種ブレンドによるパン加工適性. 平成18年度研究成果情報関東東海北陸農業.
- 14) 長尾精一. 1984. 小麦とその加工. 建帛社. p.223.
- 15) 中村和弘, 細野 哲, 上原 泰, 中澤伸夫, 高橋信夫, 牛山智彦, 前島秀和, 新井利直, 谷口岳志, 後藤和美, 田淵秀樹, 酒井長雄, 久保田基成, 近藤武晴, 中村俊樹, 石川吾郎, 池田達. 2005. 穂発芽しにくい早生の中華めん用硬質小麦新品種「ハナマンテン」. 平成17年度「関東東海北陸」研究成果情報 : 468-469
- 16) 日本イースト工業会. 1990. パン用酵母試験法. *イースト技報* 60 : 85-102.
- 17) 農林水産技術会議事務局. 1968. 小麦品質検定方法－小麦育種試験における－. 研究成果35 : 1-70.
- 18) Payne, P. I. ; Nightngale, M. A. ; Krattiger, A. F.; Holt, L. M. 1987. The relationship between HMW glutenin subunit composition and the bread-making quality of British-grown wheat varieties. *J. Sci. Food Agric.* 40 : 51-65.
- 19) Pirozi, M. R.; Margiotta, B.; Lafiandra, D.; MacRitchie, F. 2008. Composition of polymeric proteins and bread-making quality of wheat lines with allelic HMW-GS differing in number of cysteines. *J. of Cereal Sci.* 48 : 117-122.
- 20) Ponzio, N. R.; Puppo, M. C.; Ferrero C. 2008. Mixtures of two Argentinean wheat

- cultivars of different quality: A study on breadmaking performance. *Cereal Chem.* 85 : 579-585.
- 21) Qin, P.; Ma, C.; Wu, R.; Kong, Z.; Zhang, B. 2009. Effect of waxy wheat flour blends on the quality of fresh and stale bread. *Agric. Sci. in China.* 8 : 401-409.
- 22) 関村照吉, 島津裕子. 2004. 外国産パン専用粉混合による 'ゆきちから' と 'ハルイブキ' の製パン性比較. *岩手技報* 11 : 23-26
- 23) 島津裕子, 菊地淑子, 遠山 良. 2005. ゆきちからブレンドによるナンブコムギパンの品質改善. *岩手技報* 12
- 24) 田引 正, 西尾善太, 伊藤美環子, 山内宏昭, 高田兼則, 桑原達夫, 入来規雄, 谷尾昌彦, 池田達哉, 船附稚子. 2009. コムギ縮萎縮病抵抗性で, ブレンド適性が優れる超強力秋まき小麦「北海261号 (ゆめちから)」。平成20年度研究成果情報北海道農業 : 68-69.
- 25) Takata, K.; Yamauchi, H.; Nishio, Z.; Kuwabara, T. 2000. Effect of high molecular weight glutenin subunits on bread-making quality using near-isogenic lines. *Breeding Science* 50 : 303-308.
- 26) Takata, K.; Nishio, Z.; Tabiki, T.; Funatsuki, W.; Yamauchi, H. 2005. Comparison of quality characteristics of waxy wheat using a near isogenic line. *Breeding Science* 55 : 87-92.
- 27) Uthayakumaran, S.; Lukow, O. M. 2005. Improving wheat for bread and tortilla production by manipulating glutenin-to-gliadin ratio. *J. Sci. Food Agric.* 85 : 2111-2118.
- 28) 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.
- 29) Yamauchi, H.; Nishio, Z.; Takata, K.; Oda, Y.; Yamaki, K.; Ishida, N.; 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.
- 30) Yamauchi, H.; Noda, T.; Matsuura-Endo C.; Nishio, Z.; Takata, K.; Tabiki, T.; Saito K.; Oda, Y.; Funatsuki, W.; Iriki, N. 2003. Improving domestic flour for bread making by blending extra strong (ES) flour. *Food preservation Sci.* 29 : 211-220.
- 31) 山内宏昭. 2009. 今後期待される国産小麦の新規用途について. *グリーンテクノ情報* 5(1) : 4-7.
- 32) 吉川 亮, 中村 洋, 中村和弘, 八田浩一. 1999. 中種生地法による小麦製パン適性の品種・系統間差異. *東北農業研究* 52 : 87-88.
- 33) 吉川 亮, 中村和弘, 八田浩一. 2000. 製パン性・生地物性の異なる小麦品種・系統のブレンドによる製パン性の向上技術. *東北農業研究* 53 : 81-82.
- 34) 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.
- 35) 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. パン用小麦新品種「ハルイブキ」の育成. *東北農研研報* 102 : 1-22.
- 36) 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, 後藤虎男. 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.
- 37) 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.