

北海道産小麦の製パン適性に関する研究

山木一史・榎 賢治・田中 彰・田中常雄

Suitability of Hokkaido-Grown Wheat for Bread Making

Kazufumi YAMAKI, Kenji MAKI, Akira TANAKA and Tsuneo TANAKA

In recent years, Haruyutaka, a Hokkaido-grown wheat, has attracted attention for its favorable bread-making characteristics. The quality and properties of Haruyutaka flour were examined, and bread made from Haruyutaka flour was evaluated in terms of staling. Thus this study seeks to make a determination on whether Haruyutaka wheat is suitable for bread making. Data measuring the physical and fermentative properties of a dough made from Haruyutaka flour and a control dough indicates that Haruyutaka wheat produces a dough with greater extensibility and superior fermentative properties. Bread quality was investigated by preparing white bread using a straight dough method and a sponge dough method. After baking, the bread was stored for a 72-hour period. Specific volume, quantity of soluble starch, wheat starch gelatinization and bread crumb hardness were then measured. In each case, bread produced by the straight dough method was found to be superior to bread made using the sponge dough method.

小麦は麺類やパン類等の原料として需要が増加しつつあり、現在では米に次ぐ重要な食糧資源となっている。食品に加工される小麦は多くを輸入に頼っているが、近年では安全性や風味の点で優れている国産小麦への期待が高まりつつある。中でも北海道産の小麦は、その生産量が全国の6割以上を占め、総じてその品質は他の国内産小麦に比べると高い評価を得ている^{1)~3)}。

道産小麦はこれまで麺類への利用が中心であったが、春播き小麦のハルユタカは、比較的たんぱく質量が多くパン業界においても利用が試み始められている⁴⁾。しかしながら、輸入小麦と比較すると製パンに利用した場合、生地の機械耐性が劣る、製品の老化が早いなどの問題点がある⁵⁾。ハルユタカの製パン適性については、グルテンの質的因子を中心に検討した例がある⁶⁾が、製品の老化や製造方法に関しての報告はない。

本研究では道産小麦を用いた製パン後の老化に着目し、原料及びパンの老化に関する品質特性について保存中の変化を分析調査し、製造方法の違いによる道産小麦の製パン適性について検討した。

実験方法

1. 試料

供試小麦粉は北海道産春播き小麦のハルユタカで、92年と95年に生産されたものをそれぞれ道内の製粉会社より入手した。また、コントロールとして市販の高級パン用粉（輸入小麦100%）を用いた。

2. 一般成分分析

水分は常圧135°C乾燥法⁷⁾にて、たんぱく質はケルダール法により、灰分は酢酸マグネシウム添加灰化法⁷⁾によりそれぞれ求めた。グルテンはウェット・グルテン（湿麩）量で求めた。アミロース含量はヨウ素呈色比色法⁸⁾により、マルトース価はA.A.C.C.法22-15によった。

3. ブラベンダー試験

アミログラフ、ファリノグラフおよびエクステンソグラフは小麦品質検定法⁷⁾に準拠して測定した。

4. 生地発酵特性試験

生地発酵特性試験は日本イースト工業会のパン用酵母試験法⁹⁾に基づき、生地膨張力試験はシリンドー法、炭酸

ガス発生量はウォルフ改変法により、低糖生地と無糖生地についてそれぞれ測定した。

5. 製パン法

表1に示した原料配合で、ストレート法は表2の工程で、中種法は表3の工程でそれぞれ型容積比3.8の山型食パンを試作した。

6. パンの保存試験

焼き上がったパンは型から取り出し、直ちに重量と菜種置換法¹⁰⁾により体積を求め、比容積と焼減率を算出した。室温にて2時間放冷した後ポリ袋に入れ25°Cの恒温器にて保存した。放冷直後、24, 48, 72時間後に諸特性を測定した。

1) パンの硬さ

パンの硬さは、A.A.C.C.法74-09の改良法で求めた。すなわち、レオメーター(サン科学 CR-200D)により厚さ25mmのパン内相をφ36mmのプランジャーを用いて試験速度100mm/minにて、6.3mm(試料厚の25%)を圧縮してその応力を測定した。

2) 可溶性デンプン量

パン内相部を凍結乾燥した試料を用いて、Moradらの方法¹¹⁾で可溶性デンプン量を求めた。可溶性デンプン中のアミロースとアミロペクチンは、先述の方法で得られた可溶性デンプンを用い、ヨウ素呈色比色法⁹⁾でアミロース量を求め、残りをアミロペクチンと見なした。

3) デンプン糊化度

パン内相部をエタノールで脱水乾燥した試料を用いて、β-アミラーゼ・プルラーゼ法(BAP法)¹¹⁾¹²⁾で求めた。

実験結果および考察

1. ハルユタカの性状

1) 一般成分分析

一般成分分析の結果を表4に示した。コントロールに比べると92年のハルユタカは、たんぱく質量が少なく、グルテン量はほぼ同量、アミロースは少なく、マルトース価が高かった。95年のハルユタカはタンパク質量、グ

表1 材料配合表

	ストレート法		中種法	
			中種	本捏
小麦粉	100		70	30
生イースト	2		2.2	—
イーストフード	0.1		0.1	—
砂糖	6		—	6
食塩	2		—	2
脱脂粉乳	2		—	2
ショートニング	5		—	5
水	68		40	26

数字は小麦粉に対する重量比(ペーカース・パーセント)。

表2 ストレート法の製造工程

工程	条件
ミキシング	L2M4H1↓M3H2
発酵	27°C, 70% 90分 パンチ 30分
分割	型容積比 3.8
ベンチタイム	室温 25分
成形	俵型2個
ホイロ	38°C, 80% 55分
焼成	210°C, 30分

L2は低速2分の意。同様にMは中速、Hは高速を表す。
↓は油脂を添加することを表す。

表3 中種法の製造工程

工程	条件
中種ミキシング	L2M2
中種発酵	27°C, 70% 240分
本捏ミキシング	L3M4↓M3H2
フロアタイム	室温 20分
分割	型容積比 3.8
ベンチタイム	室温 25分
成形	俵型2個
ホイロ	38°C, 80% 40分
焼成	210°C, 30分

記号については表2と同様。

表4 小麦粉の一般成分分析

	水分 (%)	たんぱく質 (%)	灰分 (%)	グルテン (%)	アミロース (%)	マルトース価 (mg/10g)
コントロール	11.6	13.9	0.44	38.4	26.2	228.6
'92ハルユタカ	13.8	12.3	0.43	38.8	24.9	249.3
'95ハルユタカ	13.3	11.9	0.47	36.8	25.8	219.8

ルテン、アミロース、マルトース価いずれもコントロールを下回った。マルトース価は小麦粉中の損傷デンプン量を表す指標である¹³⁾。つまり、コントロールと比較すると92年のハルユタカは損傷デンプン量が多く、同様に95年のハルユタカは少ないと推察できる。

2) 小麦粉の物性

ブラベンダー試験を行い、小麦粉のグルテン特性とデンプンの糊化性を測定した。表5にその結果を示した。

デンプンの糊化性を判定するアミログラフの結果では、92年のハルユタカとコントロールのいずれも最高粘度は300 B.U. 前後であり、低アミロ小麦と判断される。ファリノグラフの結果は、92年、95年のハルユタカはともにいずれの特性値もコントロールより低い値を示し、生地形成が早く、安定性がやや劣ることが判明した。生地の「あし」「こし」の指標となるエキステンソグラフの結果からは、92年のハルユタカが特に伸びやすく力が弱い生地であることが明らかとなった。

3) 生地の発酵特性

生地の発酵特性を検討するためにイーストを添加した生地を用いて、生地の膨張力と炭酸ガス発生量を測定した。パンの中でも小麦粉の性質をもっとも示しやすいのが食パンであるため、食パンの配合に合わせて少量の糖を加えた低糖生地で試験を行った。表6に示したように生地の膨張力、炭酸ガス発生量いずれの発酵においてもハルユタカがコントロールを上回った。膨張力はエキス

テンソグラフの結果とあわせて考えると、生地が柔らかく伸びやすいためであり、ガス発生量はガスを内包するグルテン膜が弱いか、イーストが利用しやすい状態の糖が多いためと考えられる。

そこで、糖を含まない生地と同様の発酵特性試験を行ったところ、表7に示すようにハルユタカは第2発酵においても膨張し、ガス発生量は第1発酵からコントロールより多かった。これにより、ハルユタカにはイーストが直接利用できる形態で糖が存在することが推察される。成分分析の結果から判断するとマルトース価が高いことから損傷デンプンが関係しているものと判断される。

2. パンの保存試験

試験には、92年のハルユタカのみを用いた。これは予備試験において92年のハルユタカのパンが、95年のハルユタカのパンよりも良好であったためである。

表7 無糖生地発酵特性試験

	生地膨張力		炭酸ガス発生量	
	第1発酵 60分 (ml)	第2発酵 40分 (ml)	第1発酵 60分 (ml)	第2発酵 40分 (ml)
コントロール	150	145	29.5	37.0
'92ハルユタカ	135	165	38.0	38.5

表5 ブラベンダー試験による生地の物性

	アミログラフ	ファリノグラフ		エキステンソグラフ			
	最高粘度 (B.U.)	吸水率 (%)	生地の安定度 (min)	バリメーター バリュー	面積 (cm ²)	伸張抵抗 (B.U.)	伸張度 (cm)
コントロール	250	68.5	11.7	76	185.6	825	167
'92ハルユタカ	335	62.7	5.3	48	123.5	410	218
'95ハルユタカ	475	63.0	6.0	39	162.6	600	207

表6 低糖生地発酵特性試験

	生地膨張力			炭酸ガス発生量		
	第1発酵 60分 (ml)	第2発酵 40分 (ml)	第3発酵 40分 (ml)	第1発酵 60分 (ml)	第2発酵 40分 (ml)	第3発酵 40分 (ml)
コントロール	155	180	220	31.2	36.2	42.0
'92ハルユタカ	195	215	235	34.5	38.0	44.0

表 8 パンの性状

		重 量 (g)	体 積 (ml)	焼 減 率 (%)	比 容 積
ストレート法	コントロール	351.2	1,778.0	9.2	5.06
	ハルユタカ	352.0	1,606.0	9.8	4.56
中種法	コントロール	352.7	1,794.0	8.9	5.09
	ハルユタカ	360.9	1,578.0	8.2	4.37

1) パンの性状

パンの性状について表 8 に示した。コントロールはいずれの製法でも比容積が 5.0 を超え、十分なボリュームがでるのに比べ、ハルユタカはいずれの製法においても比容積が 4.5 前後でありコントロールに比べボリュームが出なかった。特にハルユタカの中種法については焼減率が 8.2% とやや低いことから、焼成中におけるかまのびが少なかったと推察される。

2) パンの老化

パン焼成時にデンプン粒から溶出するデンプンの一部を可溶性デンプンといい、時間の経過にしたがい減少するためパンの老化の指標の一つに挙げられる。可溶性デンプンは時間の経過とともにグルテン層中でゲル化したり、デンプン粒そのものも結晶化するするため、パン組織の固化あるいは硬化に大きく関与する。このことから、パンの老化課程におけるデンプン粒硬化の指標と考えられている¹⁴⁾。この可溶性デンプン量の変化を図 1 に示す。製パン直後のハルユタカはコントロールに比べ可溶性デンプンが多いが、時間の経過とともに減少している。一方でコントロールの可溶性デンプンは保存中の変化が少ない。このことから、コントロールに比べハルユタカは老化の進行が早いことがわかる。特に中種法のハルユタカは 48 時間から 72 時間にかけての変化が顕著である。図 2 は可溶性デンプン中のアミロース、アミロペクチンの変化を示す。コントロールの中種法を除くと焼成直後から 24 時間まではアミロースが減少する。一方でアミロペクチンは 24 時間から 72 時間にかけて減少している。ハルユタカはこの傾向が強く、中種法では顕著に現れている。このことから、初期段階ではアミロースの減少が、中期以降ではアミロペクチンの減少が老化の一因であると考えられる。

次にデンプンの老化状態を把握するためにデンプンの糊化度を測定した。糊化度の減少は、デンプンの硬化の進行を表しており、つまりはデンプンの老化を示すことになる。図 3 をみるといずれのパンも時間の経過とともに

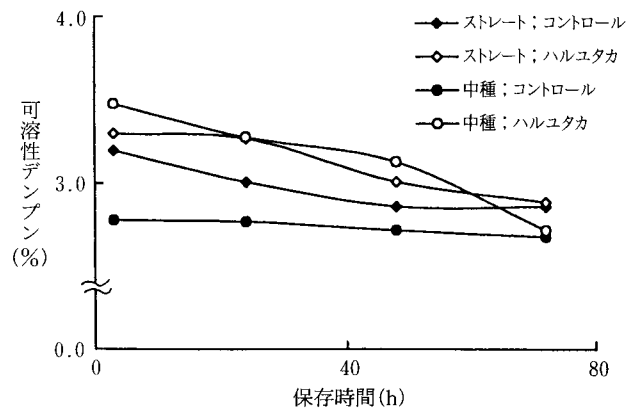


図 1 パン保存期間中の可溶性デンプン量の経時変化

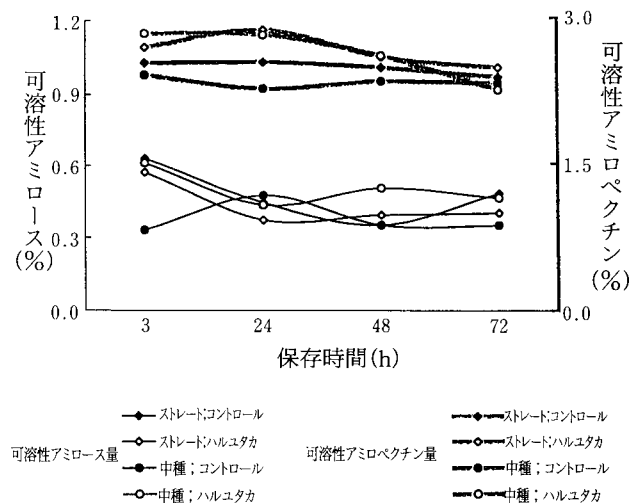


図 2 パン保存期間中の可溶性アミロースと可溶性アミロペクチンの変化

に減少するが、中種法のハルユタカは 48 時間経過後も急激な減少を続け、72 時間後には焼成直後の 2 割強まで減少している。このことから、いずれの製法においてもパンは老化が進んでいるが、中種法のハルユタカではパンの老化が著しく進行していることが判明した。

図 4 の結果は、食感を数値化するために圧縮率からパ

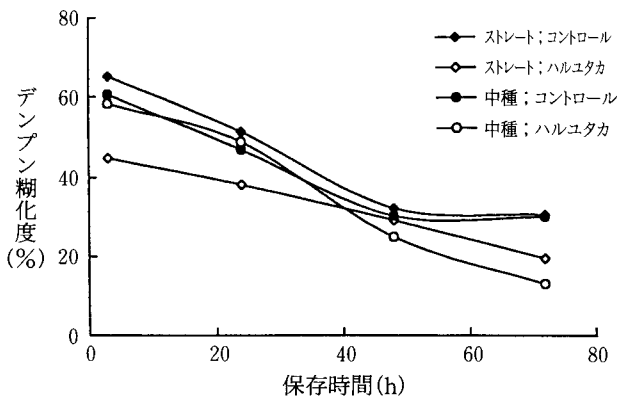


図3 パン保存期間中のデンプンの糊化度の経時変化

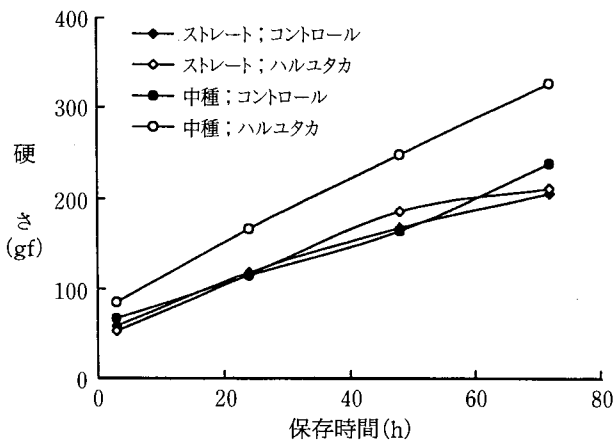


図4 パン保存期間中の硬さの経時変化

ンの老化度を測定したもので、内相が次第に硬化していく様子が解る。ハルユタカはストレート法ではコントロールに近い値を示したが、中種法では焼成直後から硬さが他の試験区を大きく上回り、変化の割合も大きく、パンの硬化、すなわち、パンの老化の進行が顕著であることが解った。

中種法のハルユタカがいずれの試験においても老化が急激に進むことから、ハルユタカをパンの製造に用いる場合にはストレート法で行うことが必要である。

今回試験に供したハルユタカは損傷デンプンの量が多い。この損傷デンプンが大きく吸水、膨潤するためにグルテンに負担がかかり¹⁴⁾、コントロールに比べてタンパク質含有量が少ないハルユタカは、中種発酵のように長時間の発酵の場合にはグルテンやデンプンが吸収した水を維持できずに放出したり、デンプンが分解されるなど

して生地物の性に悪影響を与えるものと推察される。

要 約

製パン用として注目されている北海道産小麦のハルユタカについて、原料の品質特性とパンの老化に着目して製パン適性の検討を行った。生地物性試験、生地発酵特性試験の結果から、コントロールを用いた生地に比べ、ハルユタカを用いた生地は柔らかく、発酵しやすい生地であることがわかった。さらに、ストレート法と中種法で製パン試験を行い、このパンを用いて72時間の保存試験を行った。ストレート法のパンは比容積、可溶性デンプン量、デンプン糊化度、パンの硬さのいずれにおいても中種法のパンより良好な結果を示した。

文 献

- 1) 佐々木宏：食品技術情報，5，No.8~11 (1990).
- 2) 齊藤滋ら：北農，61，6 (1994).
- 3) 北海道農政部：平成6年度北海道農業の動向，(北海道，札幌)，p.130 (1995).
- 4) 食糧庁加工食品課：国内産小麦を原料とした加工食品の事例，(食糧庁，東京)，p.1 (1995).
- 5) 内田迪夫：New Food Industry，37，5 (1995).
- 6) 盛田慶吉・稲垣俊樹・平岩隆夫・多湖邦興・内田迪夫：New Food Industry，36，43 (1994).
- 7) 農林水産技術会議事務局：小麦品質検定法，(農林水産省，東京)，p.10 (1968).
- 8) 食品総合研究所：小麦の品質評価法 (Ⅳ)，(農林水産省，つくば)，p.1 (1992).
- 9) 日本イースト工業会：パン用酵母試験法，(日本イースト工業会，東京)，p.1 (1991).
- 10) 日本食品工業学会：中小食品企業品質管理用品質検査技術マニュアル，(日本食品工業学会，つくば)，p.76 (1991).
- 11) 高野克己：製パンプロセスの科学，第1版，田中康夫・松本博編 (光琳，東京)，p.249 (1991).
- 12) 貝沼圭二・松永暁子・板川正秀・小林昭一：澱粉科学，28，235 (1981).
- 13) 福地彰・横山義春・小菅俊三・菊安史夫・横田昭：小麦粉，改訂第3版，日本麦類研究会編 (日本麦類研究会，東京)，p.470 (1994).
- 14) 田中康夫：製パンプロセスの科学，第1版，田中康夫・松本博編 (光琳，東京)，p.122 (1991).