

北海道産小麦のスポンジケーキへの利用

山木一史・楨賢治・田中彰・田中常雄・山木携

Utilization of Hokkaido-grown Wheat in Sponge Cake

Kazufumi YAMAKI, Kenji MAKI, Akira TANAKA, Tsuneo TANAKA and Tazusa YAMAKI

This study examines the properties and quality, as related to sponge-cake production, of three Hokkaido-grown wheat flours: Chihokukomugi (CH), Horoshirikomugi (HS) and Haruyutaka (HY). Physical properties of the derived dough, wheat starch gelatinization, particle size distributions and other properties were analyzed for each flour type. In each case, the data collected revealed CH to be a soft wheat flour; HY to be a semi-hard wheat flour; and HS to fall between the two on the hardness spectrum. As a result, CH and HS were assumed to possess potential for sponge-cake production.

Sponge cakes were therefore prepared from the CH and HS flours. Control cakes were also prepared using a standard, off-the-shelf soft wheat flour (SW) marketed for use in cakes. Although the CH sponge cakes were superior to the HS cakes, both the CH and HS cakes were found to be inferior to the SW cakes. A sensory test also indicated that the control cakes were superior to the CH and HS cakes in overall appearance and texture.

In an effort to improving texture, two varieties of emulsion oil were added to the recipes for the CH cakes. The emulsifier-supplemented CH cakes improved significantly in both appearance and texture and, excepting color as measured by sensory tests, were found to be superior to the control cakes in every respect.

北海道における畑作の基幹作物である小麦は、その生産量が全国の6割以上を占める。しかしながら、総じてその品質は外国産小麦（外麦）に比べて1次加工性も2次加工製品への適性も低く、利用範囲も他の国内産麦と同様にうどんなど麺類のみと限定されている。また、日本における近年の育種の目標も「外麦に匹敵する麺類への加工適性を持つもの」となっている^{1)~3)}。

ところが、近年の安全な食品を求める気運から道産小麦は需要が高まりつつあり、多方面での利用が試み始められている⁴⁾。これまでに国内産麦の加工適性に関する報告は多いが^{5)~7)}、道産小麦の加工適性の検討を行った報告はほとんどなく、各企業とも試行錯誤で道産小麦を利用している。また、国内産麦の麺類やパン以外の加工適性についての報告も少ない⁸⁾⁹⁾。

そこで、本報では道産小麦の利用拡大を目的に各小麦粉の成分分析、物性測定を行い、その品質の検討を行った。さらにそれらの結果から、道産小麦の菓子適性、中

でもスポンジケーキへの利用について検討した。

実験方法

1. 試料

小麦粉は北海道の主要品種であるチホクコムギ、ホロシリコムギとハルユタカの3点で、いずれも道内の製粉会社より購入したものを用いた。また、コントロールとして市販品の強力粉と薄力粉をそれぞれ1点ずつ選んだ。

乳化油脂は製菓用のもので、AとBの2種類を用いた。いずれの油脂も大手油脂メーカーより提供を受けた。

2. 一般成分分析

水分は常圧135°C乾燥法¹⁰⁾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¹⁰⁾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¹¹⁾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キステンソグラフは小麦品質検定法¹⁰⁾に準拠して測定した。

4. 粒度分析

粒度は粒度分布測定装置 (COULTER LS130) にて測定した。

5. 電子顕微鏡による観察

白金コーティングした試料を走査型電子顕微鏡 (日立 S-2400 型) にて加速電圧 12 kV で観察した。

6. スポンジケーキの調整

生地は表 1 に示した標準配合で調整した。まず全卵と砂糖をミキサー (ケンミックスアイコー PRO KM-230) を用いて攪拌し、フォームの比重が 0.30 ± 0.05 となるよう泡立てた。攪拌後フォームをボウルに分け、2 回篩通しをした小麦粉と水を加えゴムべらを用いて 10 回攪拌混合した後、ハンドミキサー (日立) を用いてバターの比重が 0.50 ± 0.05 になるよう 30 秒間攪拌しケーキバターを調整した。このケーキバター 300 g を直径 18 cm の円形ケーキ型に入れ 180°C 、30 分間焼成してスポンジケーキを調整した¹²⁾。

改良スポンジケーキの生地は表 1 に示した乳化油脂を含む配合¹³⁾で、上記のミキサーを用いてオールインミッ

クス法にてバターの比重が 0.50 ± 0.03 になるよう攪拌混合した。このケーキバター 300 g を直径 18 cm の円形ケーキ型に入れ 180°C 、25 分間焼成した。

ケーキバターの比重は 20 ml のビーカーを用いた秤量法で求めた。

7. スポンジケーキの性状測定

焼き上げたケーキはケーキ型から取り出し、室内で 2 時間ほど放冷した後、諸特性を測定した。物性は 1 日後に測定した。

1) スポンジケーキの周径増加

焼成後のスポンジケーキの周径を計測し、この計測値をバター時の周径で百分率を求めた値から 100 を引いた数値を周径増加率として算出した。

2) スポンジケーキの物性

レオメーター (サン科学 CR-200D) により圧縮試験およびせん断試験を行った。圧縮試験はスポンジケーキ試料 $3 \times 3 \times 2.5$ cm をケーキの上面から $\phi 25$ mm のプランジャーを用いて試験速度 90 mm/min にて、17.5 mm (試料厚の 70%) を圧縮してその応力を測定した。せん断試験はスポンジケーキ試料 $2 \times 2 \times 2$ cm をくさび型プランジャーを用いて試験速度 300 mm/min にてせん断して、応力を測定した。

8. スポンジケーキの官能試験

製造 1 日後のスポンジケーキ試料 (大きさ $3 \times 3 \times 2.5$ cm の切片) を用いて、内相の色、きめ、かたさ、付着性および食味についてそれぞれ最高 5 点、最低 1 点の絶対評価で実施した。

実験結果および考察

1. 道産小麦の性状と加工適性

1) 一般成分分析

一般成分分析の結果を表 2 に示した。3 種類の道産小麦のうち、チホクコムギとホロシリコムギはたんぱく含量とグルテン量が低めで市販薄力粉に近かった。チホクコムギはその他の成分でもおおむね市販薄力粉と同じ値

表 1 材料配合

標準配合	改良ケーキ		
	油脂 A 使用	油脂 B 使用	
全卵 (%)	100	120	120
砂糖 (%)	100	100	100
小麦粉 (%)	100	100	100
水 (%)	20	20	20
乳化油脂 (%)	—	30	30
液糖 (%)	—	15	15
B.P* (%)	—	1	1.5
食塩 (%)	—	0.3	0.3

* B.P はベーキングパウダーの略

表 2 小麦粉の一般成分

供試粉	水分 (%)	灰分 (%)	グルテン (%)	たんぱく質 (%)	アミロース (%)	マルトース価 (mg/10 g)
チホクコムギ	12.2	0.44	22.4	8.0	25.8	108.5
ホロシリコムギ	13.6	0.37	24.0	8.8	27.9	280.8
ハルユタカ	13.8	0.43	38.8	12.3	25.4	258.2
市販強力粉	13.3	0.40	35.6	14.2	28.2	193.8
市販薄力粉	13.3	0.40	21.6	7.1	26.0	110.3

表3 小麦粉の各種ブラベンダー試験の特性値

供試粉	ファリノグラフ					エキステンソグラフ				アミログラフ		
	吸水率 (%)	生地形成時間 (min)	生地の安定度 (min)	生地の弱化度 (BU)	パロリメータバリュー (VV)	面積 (cm ²)	伸長抵抗 R (BU)	伸張度 E (mm)	形状係数 R/E	糊化開始温度 (°C)	最高粘度時温度 (°C)	最高粘度 (BU)
チホクコムギ	53.0	1.3	1.2	150	56	66.1	240	194	1.24	60.9	81.9	400
ホロシリコムギ	64.0	1.8	1.2	110	64	96.9	420	152	2.76	57.6	84.2	210
ハルユタカ	62.7	5.7	5.3	85	78	123.5	410	218	1.88	58.2	84.9	335
市販強力粉	67.5	19.2	19.5	20	95	225.0	850	195	4.36	58.5	89.4	425
市販薄力粉	53.0	0.9	0.5	155	24	59.1	300	142	2.11	58.5	88.7	450

を示した。これに対してハルユタカはたんぱく含量が多く、グルテン量は市販強力粉よりも多かった。

2) 小麦粉の物性

小麦粉のグルテン特性とデンプンの糊化性を測定するためにブラベンダー試験を行った。表3にその結果を示した。ファリノグラフの結果をみると、チホクコムギは生地の安定度、パロリメータバリューを除いてほとんど市販薄力粉に近い性状を示した。ホロシリコムギは吸水率が高いものの、その他の特性値は市販薄力粉に近く、ハルユタカは薄力粉と強力粉の中間の性質を示した。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、道産小麦はいずれも形状係数が小さく生地がだれやすい性質を持つ。デンプンの糊化性を調べるアミログラフの結果では、いずれの特性値にも差がみられた。市販小麦粉よりも糊化開始温度は高め、最高粘度時温度と最高粘度は低めであった。特にホロシリコムギの最高粘度は210 B.U.と低く、低アミロ小麦であるといえる。

3) 粒度分布

粒度分布の結果を図1に示す。大別するとチホクコムギは市販薄力粉に分布が近く、ホロシリコムギとハルユタカはほぼ同じ分布であり、市販強力粉に近い傾向を示

した。薄力粉は軟質小麦が多く、強力粉は硬質小麦が多い。チホクコムギは軟質小麦であり、ハルユタカとホロシリコムギは硬質小麦であるため、その傾向は今回の結果と一致する。粒度分布は小麦の持つ製粉性に影響を受けるものと思われる。

4) 電子顕微鏡による小麦粉の構造観察

図2は道産小麦の走査型電子顕微鏡写真である。写真中に観られる円盤状のものはデンプン粒、くさび形のはたんぱく質である。一般に薄力粉はデンプン粒が多く、強力粉はたんぱく質が多い¹⁴⁾。ハルユタカ(図2-a)とチホクコムギ(図2-b)は明らかに形状が異なり、ホロシリコムギ(図2-c)はその中間の形状を持つことがわかる。ハルユタカは強力粉タイプであり、チホクコムギは薄力粉タイプに分類できる。

以上の諸分析の結果より、今回試料とした道産小麦は市場における薄力粉～準強力粉に区分された。中でも生産の8割近くを占めるチホクコムギは、市販薄力粉にその性状がかなり近く、薄力粉として多方面での利用の可能性が考えられる。

チホクコムギが薄力粉に近いという事実からチホクコ

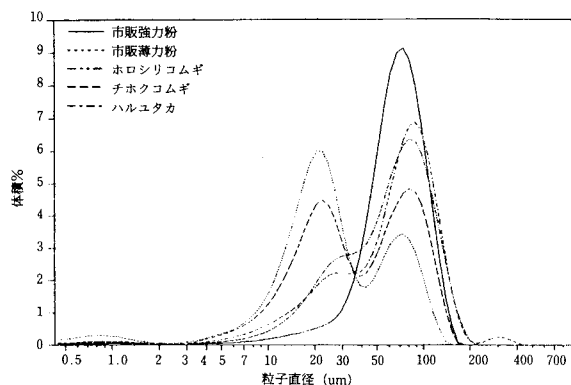


図1 各種小麦粉の粒度分布

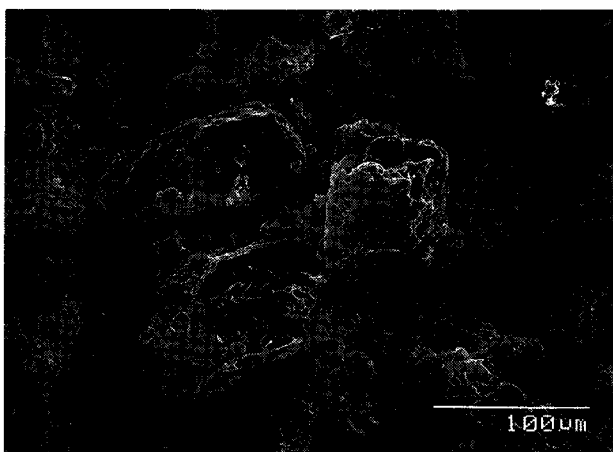


図2-a ハルユタカ

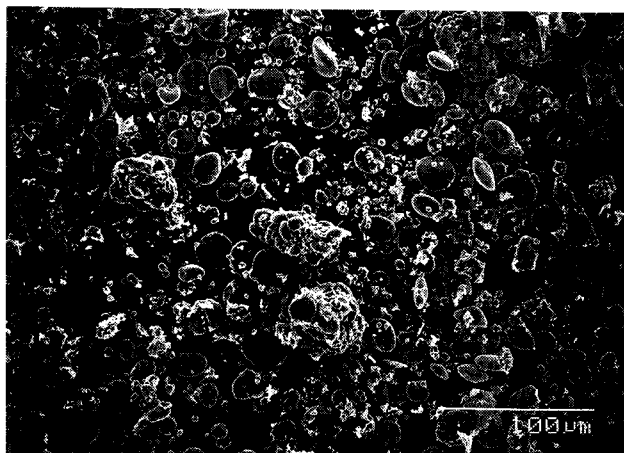


図 2-b チホクコムギ

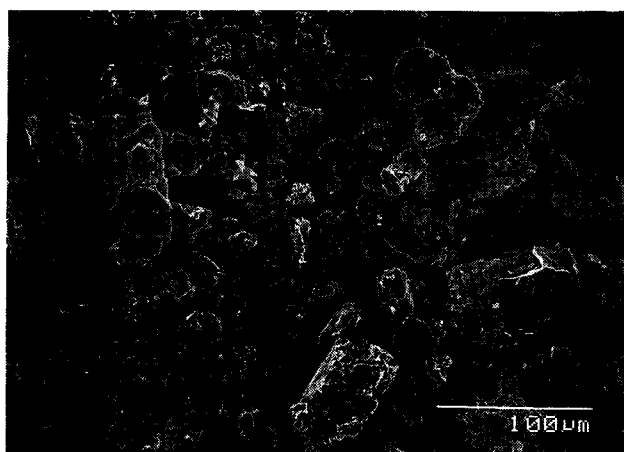


図 2-c ホロシリコムギ

ムギを中心に、たんぱく質の少ない薄力粉にふさわしい小麦粉製品であるスポンジケーキの加工試験を行い、加工適性を検討することとした。

2. スポンジケーキへの加工適性

試験に供した小麦はチホクコムギとホロシリコムギであり、ハルユタカはたんぱく含量が多いためスポンジケーキには不適であると判断し加工試験は行わなかった。また、コントロールとして市販薄力粉を用いた。

1) ケーキの性状

表 4 にスポンジケーキの特性を示した。道産小麦 2 種は市販薄力粉と比較してバター の比重が大き く、さらに膨らみ具合も悪く、特にホロシリコムギは膨らみが悪かった。また、物性試験の結果も、チホクコムギとホロシリコムギには大差はなかったが、圧縮とせん断ともに市販薄力粉のケーキより大きな値を示し、いずれも市販薄力粉のものよりかたいということがわかる。これは道産小麦のたんぱく含量とグルテン量が市販薄力粉より多いためと思われる。

表 4 スポンジケーキの特性

供試粉	バター		ケーキ	
	比重	周径増加 (%)	圧縮応力 (変形率 70%) ($\times 10^2 \text{ dyn/cm}^2$)	せん断応力 (dyn/cm^2)
チホクコムギ	0.57	5.63	3.23	4.49
ホロシリコムギ	0.59	4.12	3.35	4.36
市販薄力粉	0.51	6.98	2.70	3.46

*いずれも表 1 の標準配合で試作したケーキである。

2) 官能試験

表 1 の標準配合で調製したスポンジケーキについて 5 段階の絶対評価法で行った官能試験の結果を図 3 に示した。ケーキの外観、食感ともに市販薄力粉の方が道産小麦 2 種より優れていると判断された。特に、ケーキのかたさについては物性の試験データと同じ傾向を示している。また、色はかなり評価が悪かった。しかしながら、食味については大きな差がでておらず、今後の利用のためには外観と食感の改善が必要となることが示唆される。

一方、チホクコムギとホロシリコムギとをこれまでのデータ、実際の外観と作業性を併せて比較すると、スポンジケーキへの加工適性はチホクコムギの方がホロシリコムギより優れていた。

3. 乳化油脂を用いたスポンジケーキの改良

実需段階でのスポンジケーキにおける道産小麦の利用のためには、ケーキの色と食感(かたさ、歯切れ)を改善する必要性がこれまでに示された。そこで、触感を改善することを目的に品質改良剤として乳化油脂を用いたスポンジケーキを検討した。

1) 改良ケーキの性状

乳化油脂は A と B の 2 種類を用いた。乳化油脂を選択したのはオールインミックス法の試作が可能のため

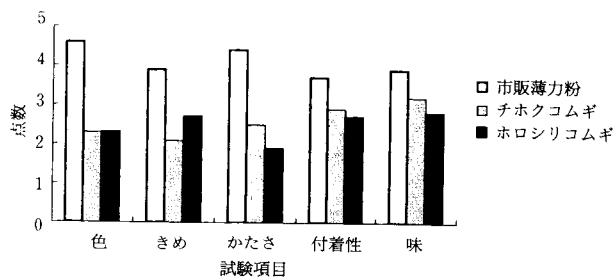


図 3 官能試験の結果

* パネラー 25 人による。

** 試料はすべて表 1 の標準配合で調整したケーキを用いた。

ある。オールインミックス法は副材料が増える欠点はあるものの作業性は非常に良好である。また、道産小麦は標準配合で調製したケーキで比較的良好な結果を得たチホクコムギのみを扱うことにした。

表5に改良スポンジケーキの性状を示した。チホクコムギはバターとの比重は大きいものの、ケーキの膨らみ具合、圧縮とせん断のいずれも市販薄力粉と大差のない結果を得た。特に、膨らみ具合ではチホクコムギの方が良好であった。

市販薄力粉を用いた標準配合のケーキと比較すると、改良ケーキはかなりソフトになったことがわかる(図4, 5)。特に乳化油脂Bを用いたケーキはその性状がチホクコムギと市販薄力粉でほとんど差がなかった。

これは、乳化油脂の使用により小麦粉と各材料が均等に混合されることと、乳化油脂が小麦粉のたんぱく質に

表5 改良スポンジケーキの特性

供試粉	バター		ケーキ	
	比重	周径増加 (%)	圧縮応力 (変形率70%) ($\times 10^2 \text{ dyn/cm}^2$)	せん断応力 (dyn/cm^2)
チホクコムギA	0.57	3.52	1.11	1.21
チホクコムギB	0.56	5.53	0.89	1.20
市販薄力粉A	0.50	3.48	0.90	1.03
市販薄力粉B	0.50	3.99	0.77	1.18

* いずれも表1の改良ケーキの配合で調製した。

** 表中の“チホクコムギA”のAとは乳化油脂Aを用いたものを表す。同様にBとは乳化油脂Bを用いたものを表す。

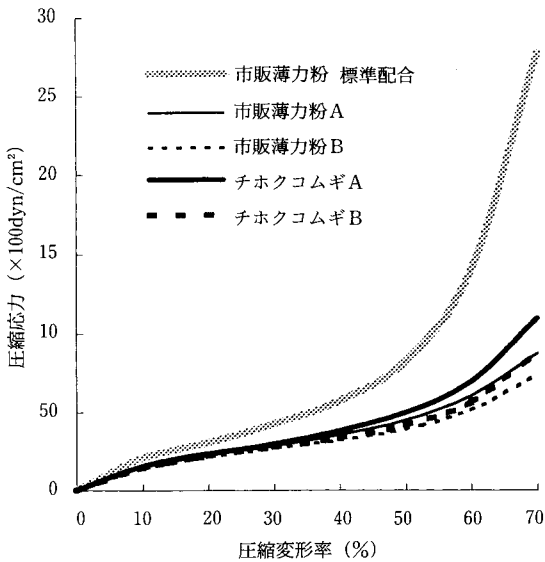


図4 改良ケーキの圧縮応力曲線

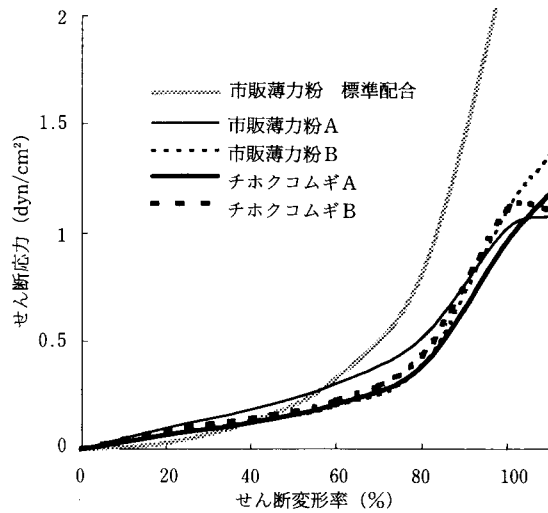


図5 改良ケーキのせん断応力曲線

作用しグルテン形成をできるだけ抑え込むためと考えられる。そのためケーキの内相はきめ細かく、膨らみも良好となった。

2) 官能試験

実際の改良効果を調べるために標準配合のケーキと乳化剤Bを用いたケーキについて官能試験を行った。図6にその結果を示した。

改良チホクコムギは色以外はすべての項目で標準配合の市販小麦粉をはるかに上回り、改良市販薄力粉のものはほとんど差がないと評価された。特に、きめとかたさは標準配合のものに比べて改善の効果がはっきりと表れた。この結果から、乳化油脂を用いるとチホクコムギのスポンジケーキへの利用は十分可能であると判断された。

残された課題は色であるが、チホクコムギのスポンジケーキは市販薄力粉に比べくすんだ色をしている。これ

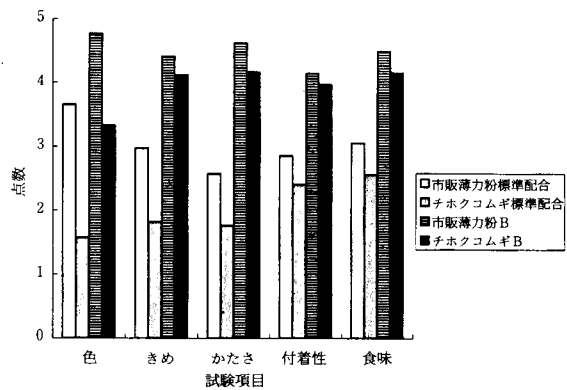


図6 改良ケーキの官能試験の結果
* パネラー21名による。

は小麦粉に含まれる灰分が影響している。灰分含量は小麦の生育した環境が影響を及ぼすものであり、さらに製粉の技術によってもかなりの変動があるため改善はかなり難しいと思われる。むしろ、今後は道産小麦の持つ色や性状にあわせた新しいタイプの菓子類を積極的に検討していくべきであろう。

要 約

北海道産小麦の品質とスポンジケーキへの加工適性を検討し次の結果を得た。

- 1) チホクコムギは各種成分値、グルテン特性、デンプンの糊化性、粒度さらに形状のいずれでも薄力傾向を示した。ハルユタカは準強力タイプ、ホロシリコムギはチホクコムギとハルユタカの間で分類された。
- 2) チホクコムギとホロシリコムギは菓子類への利用が可能であると判断された。しかしながら、チホクコムギとホロシリコムギを用いたスポンジケーキは、市販薄力粉のものより物性面において劣った。また官能試験において、ケーキの外観と食感のいずれもが市販薄力粉のものより劣る、と評価された。
- 3) スポンジケーキの食感を改善することを目的として乳化油脂を用いた。チホクコムギのスポンジケーキは外観、食感ともに改善された。官能試験においてもケーキ内相の色を除く各項目で高い評価を得た。これにより、チホクコムギはスポンジケーキに十分利用できることがわかった。

文 献

- 1) 佐々木宏：食品技術情報，**5**，No.8～11 (1990)。
- 2) 斉藤滋ら：北農，**61**，6 (1994)。
- 3) 今井徹：道産小麦と小麦粉の将来，北海道共同組合通信社，85～107 (1992)。
- 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 (1994)。
- 5) 柴田茂久：日食工誌，**35**，210 (1988)。
- 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) 五島議昭，渡辺義久，新宮穂高，磯崎洋彦，柘植治人，大橋一二：日食工誌，**33**，102 (1986)。
- 8) 大村芳正，渡辺忠美：徳島県立工業技術センター研究報告，**1**，173 (1992)。
- 9) 武田紀久子：研究ジャーナル，**16**，29 (1993)。
- 10) 農林水産技術会議事務局：小麦品質検定法 (1968)。
- 11) 食品総合研究所：小麦の品質評価法 (IV)，(1992)。
- 12) 農林水産技術会議事務局，食品総合研究所：食品品質評価のための品質特性測定法マニュアル (3)，107 (1990)。
- 13) (株)菓子総合技術センター編：洋菓子製造の基礎と実際 (光琳，東京)，p144 (1991)。
- 14) 長尾精一：小麦とその加工 (建帛社，東京)，p155 (1984)。