

## 引用文献

- 1) 岩本睦夫. “近赤外分光法による食品成分の非破壊測定”. 日食工誌, 27(9), 46-54 (1980).
- 2) Law, D. P.; Tkachuk, R. “Near infrared diffuse reflectance spectra of wheat and wheat components”. Cereal Chem. 54(2), 256 - 265(1977).
- 3) Law, D. P.; Tkachuk, R. “Determination of moisture content in wheat by near infrared diffuse reflectance spectrophotometry”. Cereal Chem. 54(4), 874 - 881(1977).
- 4) Williams, P. C.; Thompson, B. N. “Influence of whole meal granularity on analysis of HRS wheat for protein and moisture by near infrared reflectance spectroscopy (NRS)”. Cereal Chem. 55(4), 1014 - 1037(1978).
- 5) Williams, P. C. “Screening wheat for protein and hardness by near infrared reflectance spectroscopy”. Cereal Chem. 56(3), 169 - 172(1979).

## III-2 小麦の品質検定

## III-2-1 インフラライザーの小麦に対する実用化試験

及川敏之\*

## 1. 緒言

1971年に実用機が現われた近赤外光分析機器(NIRS)は、近年、子実、油料種子、その他の産物の成分分析に多く用いられるようになった。少量サンプルで、かつ大量に処理検定できる能力があるため、育種の初期材料の検定選抜には極めて有効である。本試験は、1981年北見農試に導入された InfraAlyzer400を用いて、各産物、各成分ごとに calibration(標準化)を進めるとともに、その精度を検討し、初期世代における選抜品質検定の省力化に利用し得る項目の探索を目的として行った。

## 2. 材料および方法

## 1) 供試材料

昭和56年北見農業試験場産および依頼試験の秋播小麦206点。

## 2) サンプル調整

- (1) 原粒サンプル：原粒45gを Retsch 式高速粉砕器-0.75mm screenで約10秒間で粉砕し、その後ポリエチレンフィルムで保管する。
- (2) 粉サンプル：ピューラーテストミルで製粉。製粉1週間後、粉体混合用ミキサーで、72GG, 8 XXの篩を数回通し、約50gをポリエチレンフィルムで保管する。

\*ホクレン農業協同組合連合会米麦部, 060 札幌市中央区:(現・北海道立北見農業試験場, 099-14 常呂郡訓子府町に outward)

- (3) 末粉サンプル：製粉時に採取される粉のうち、60%粉を取った残りの粉を約50g、ポリエチレンフィルムで保管する。
- (4) 大越、小越サンプル：製粉時に得られる大越、小越、約20gを、ポリエチレンフィルムで保管する。
- (5) 葉の粉碎サンプル：乾物重にして約3g程度となる量の葉身を60°C、48時間熱風乾燥後、コーヒーミルで約2分間粉碎する。

### 3) 試験方法

調整した試料に対して、constituentの各項目について手分析値を求める。手分析の方法は、農林水産技術会議事務局、小麦品質検定方法によった。その後、各product, constituent毎に、測定範囲内で可能な限り均等な分布をもつ試料に対しcalibrationを行い、回帰式を設定する。その後、“unknown”なサンプル(calibrationに用いた以外のサンプル)10~20点をインフラライザーで分析し、その手分析値と推定値から、設定した回帰式の妥当性を検討した。現在、calibrationを計画しているproduct, およびconstituentは、表1の通りであるが、本試験において行ったものは、原粒について水分、灰分、蛋白、粉について水分、灰分、蛋白、カラーバリュー、フォーリングナンバー、 $\alpha$ -アミラーゼ量であり、大越、小越、末粉については、水分、灰分である。なお、粉水分、蛋白の検討試料には、粒度による影響を把握するため、「タクネコムギ」(平均粒度約2000 $\text{cm}^2/\text{g}$ )、「ホロシリコムギ」(同2200)、「チホクコムギ」(同3500)を用いて行った。特に水分については、吸湿処理により、粒度一定で水分含有率の異なる、3品種のシリーズを調整した。上述の2項目については、品種毎の手分析値と推定値で得られる回帰式について、有意性検定を行った。

表1 使用計画

Product	Constituent
1. 春小原粒サンプル	1. 水分
2. 秋小原粒サンプル	2. 灰分
3. 春小粉サンプル	3. 蛋白
4. 秋小粉サンプル	4. カラーバリュー
5. 末粉サンプル	5. アミロース
6. 大越サンプル	6. 損傷でん粉
7. 小越サンプル	7. でん粉
(8. 葉粉碎サンプル)	8. 脂肪
	(9. T-N含量)

### 4. 結果および考察

表2に、各product, constituent毎の、手分析値と推定値の相関係数、Williams<sup>9)</sup>の用いたRMSD(表中3)参照)、検討試料の手分析値と推定値の有意性検定結果と、その5%水準での最小有意差を示した。

#### 1) 原粒水分

$$\text{回帰式：水分含有率 (\%)} = 11.384 - 103.400 \log x_4 + 37.362 \log x_6 + 77.491 \log x_{16}$$

(39samples)

(添字はフィルタNoを示す。)

インフラライザーによる推定値が、手分析値と大きく異なる3つの試料を除くと、 $r=0.946^{***}$ となるのであるが、全体では $r=0.735^{***}$ と、Williams<sup>9)</sup>の報告と比較して低い値となった。これは、粉碎機種の違いが主たる原因であると思われる。原粒の場合、皮部の存在と、サンプルカップ内でのそのばらつき方が推定値に誤差をもたらすと考えられ、現段階では、製粉時の加水量の計算など、高い精度の要求されるものにはまだ不適である。今後、高速粉碎機のscreenを目の細かいものにして皮部を微量に粉碎する。さらには推定値を2回の測定の平均とするなどして精度の向上に努める必要がある。

表2 インフラライザーの推定値と手分析値の関係

Product	Constituent	相関係数(M.V. <sup>1)</sup> vs.P.V. <sup>2)</sup>	RMSD <sup>3)</sup>	LSD(5%) <sup>4)</sup>	有意性 <sup>4)</sup>
2. 原粒サンプル	1. 水分	0.735*** (n=20)	0.53	< 0.78	-
	2. 灰分	0.636*** ( " )	0.11	< 0.16	-
	3. 蛋白	0.949*** ( " )	0.51	< 0.64	*
4. 粉サンプル	1. 水分	0.990*** ( " )	0.47	< 0.68	-
	2. 灰分	0.642*** (n=14)	0.04	< 0.05	-
	3. 蛋白	0.987*** (n=20)	0.30	< 0.32	-
	4. カラーバリュー	0.960*** ( " )	0.68	< 0.92	-
6. 大麩	1. 水分	0.951*** ( " )	0.27	< 0.39	-
	2. 灰分	0.870 * ( " )	0.19	< 0.28	-
7. 小麩	1. 水分	0.950*** (n=10)	0.36	> 0.26	**
	2. 灰分	0.953*** ( " )	0.38	< 0.47	-
5. 末粉	1. 水分	0.959 ** ( " )	0.15	< 0.23	-
	2. 灰分	0.944*** ( " )	0.06	< 0.09	-
8. 葉粉砕サンプル	9. T-N含量	M.C <sup>5)</sup> =0.989	-	-	-

- 1) M.V.=Manual Value: 手分析値  
 2) P.V.=Predict Value: 推定値  
 3)  $RMSD = \sqrt{\frac{\sum(x-y)^2}{N}}$ , x=M.V., y=P.V.  
 4) 検定 手分析値と推定値間の有意性及び5%LSD  
 5) Calibration 時の重相関係数
- 有意水準 \* 5%  
 \*\* 1%  
 \*\*\* 0.1%

2) 原粒灰分

回帰式：灰分含有率 (%) = 2.377 - 33.942log x<sub>2</sub> + 49.847log x<sub>4</sub> - 9.565log x<sub>6</sub> - 31.857log x<sub>1</sub> + 4.839log x<sub>16</sub> (86samples)

灰分は、いわゆる無機物であり、近赤外光には、顕著に反応しないと思われ、インフラライザーは、有機物の残渣として推定していると思われる。比較的高い相関が得られ、原粒灰分と粉灰分は相関が高いことから、ある程度選抜に利用できると思われ、今後フィルターを増設して精度の向上を図って行く必要がある。

3) 原粒蛋白

回帰式：粗蛋白含有率 (%) = 20.465 + 406.918log x<sub>10</sub> - 294.100log x<sub>14</sub> - 169.459log x<sub>20</sub> (94samples)

r=0.949\*\*\*の高い相関関係が認められ、比較的推定値は信頼できると考えられる。手分析値と推定値の関係を図1に示した。精度については、Watson et al<sup>4)</sup>の報告 r=0.98~0.99 (n=45~52) に比較するとやや低く、まだ向上の余地が残されている。原粒水分の場合と同様に、粉砕器の screen を変えるなどして検討を加えたい。

4) 粉水分

回帰式：水分含有率 (%) = 13.044 - 74.189log x<sub>4</sub> + 74.509log x<sub>16</sub> (22samples)

全サンプル：みの相関係数が r=0.990\*\*\*と、かなり精度の高い推定値が期待される。特に実際の測定域、9.0~15.0%においては±0.2%以内の誤差である。品種毎の相関係数とRMSDは、「タクネコムギ」(粒度1889cm<sup>2</sup>/g) 0.998\*\*\*, 0.52, 「ホロシリコムギ」(同2207), 0.998\*\*\*, 0.41, 「チホクコムギ」(同3672), 0.998\*\*\*, 0.54で、粒度の大きいものほど回帰直線

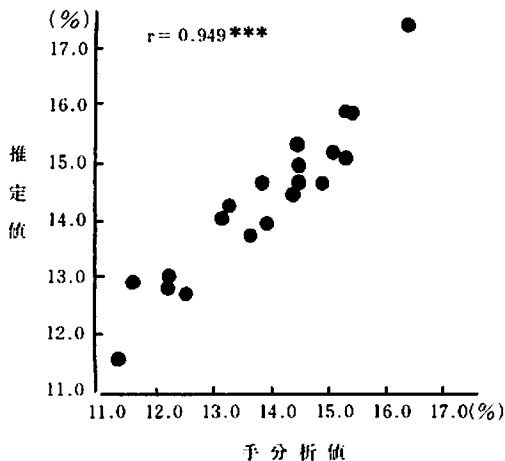


図1 原粒蛋白の手分析値と推定値の関係

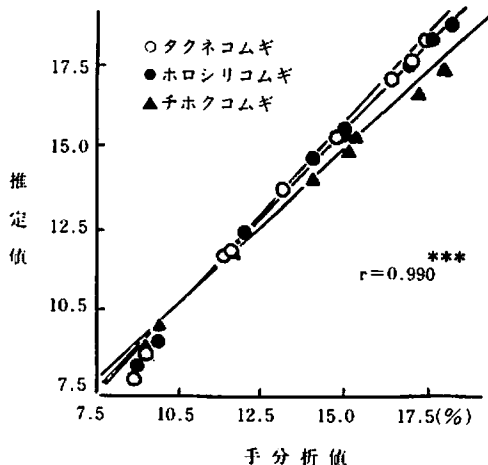


図2 粉水分の推定値に及ぼす粒度の影響

の傾きが小さくなる傾向があり、回帰分析の結果、1%水準で有意に異なる結果となった(図2)。過去の試験で、Williams<sup>7)</sup>、Watson *et al.*<sup>4)</sup>は、軟質、硬質ごとの calibration の必要性を、また Williams and Thompson は、calibration 試料の粒度の統一の重要性を指摘しているが、より精度を求めるなら、粒度毎の F 値を用いた方がよいと思われる。

5) 粉灰分

$$\text{回帰式：灰分含有率 (\%)} = 0.471 - 3.196 \log x_2 + 47.592 \log x_4 - 2.783 \log x_6 - 19.987 \log x_{10} - 28.981 \log x_{14} + 1.546 \log x_{16} \quad (83\text{samples})$$

灰分含量そのものの range が非常に狭いこともあり、高い相関係数は得られなかった。Watson *et al.*<sup>3)</sup>は同一機種で  $r = 0.968$  ( $n = 42$ ) の値を得ており、機械の持つ分析能力は十分であると思われる。原粒灰分の場合と同様に、フィルターを増やして、精度の向上を図ることが可能であると思われる。

6) 粉蛋白

$$\text{回帰式：粗蛋白含有率 (\%)} = 12.495 - 529.654 \log x_6 + 974.395 \log x_{10} - 391.122 \log x_{14} - 81.012 \log x_{20} \quad (83\text{samples})$$

図3に3品種の手分析値と、インフラライザーの推定値の関係を示した。水分の場合と同様に、品種毎の回帰直線が5%水準で有意に異なる結果となった。これは、Watson *et al.*<sup>4)</sup>が報告したように、本試験においても粒度の大きいもの程、各波長域の吸光度が低い結果となったためであると考えられる。吸光度は  $\log(\text{入射光の強さ}/\text{反射光の強さ})$  で表わされ、同一の蛋白含量でも粒度の大きいもの程反射光が強い傾向となった。これは主に澱粉と蛋白で作られている小麦粒の組成に関係していると思われる。Williams<sup>7)</sup>は、澱粉分子が光の吸収を阻害して

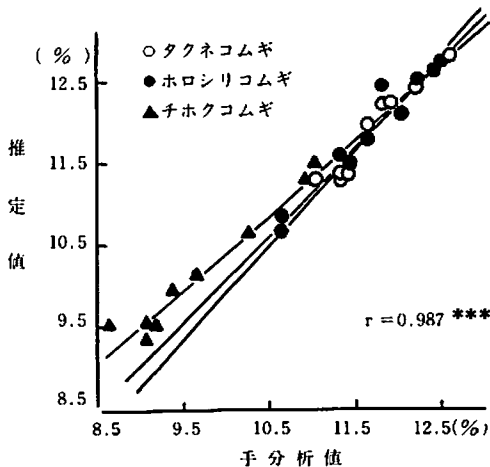


図3 粉蛋白の推定値に及ぼす粒度の影響

いると指摘しているが、粒の化学的組成と吸光度の関係の詳細な研究が待たれる。

また、3品種の手分析値と、推定値の回帰式が11.7%付近で交差し(図3)、両者の差が最小となるが、calibrationに用いた試料の平均値と一致している。この点を境として、「チホクコムギ」では低蛋白のものほど、推定値が手分析値より高くなっている。これらのことから、calibrationに用いる試料は比較的誤差の許容される広いレンジの測定の場合と、高い精度の求められる場合とに分け、粒度も考慮して慎重に選ぶ必要があるように思われる。しかし、日常の分析に支障をきたす程でなく、十分実用に耐えられると考える。 $r=0.987^{***}$ は、Watson<sup>2)</sup>の結果と同程度である。より正確な値を必要とするなら、水分の場合と同様に、粒度毎のF値を使用した方がよい。

#### 7) 粉カラーバリュー

回帰式：カラーバリュー $=53.360-37.335\log x_4-135.210\log x_6+110.193\log x_{14}+21.281\log x_{16}+317.044\log x_{18}-54.248\log x_{20}$   
(41samples)

当初行ったcalibrationでは $r=0.155$ であったが、その後、カラーフィルターを使用した結果、 $r=0.960^{***}$ の高い相関が認められた。今後、多数の製粉が可能なグラベンダー式テストミルで調整したサンプルに対しても、calibrationを行ない、選抜の際の一つの指標とできると思う。

#### 8) 大麩, 小麩, 末粉

(回帰式省略)

いずれの項目も、比較的よい結果が得られた。

#### 9) その他

フォーリングナンバーと、 $\alpha$ -アミラーゼ量については、何ら相関関係が得られなかった。両者とも、粉の質的な要因を含んでいる項目であり、また、加水状態で測定するものであるため、粉体では推定が困難であると思われる。今後、加水してペースト状態にしたサンプルについての検討を考えている。葉のT-N含量については、最初、温室育成の、生育ステージの異なる試料15についてcalibrationを行った結果、 $MC=0.995$ と粉蛋白より高い値を得た。しかし、圃場における同一ステージの試料を用い検討した結果、誤差が大きく、現在、ステージ毎のcalibrationを進めると共に、概ね全生育期に使用でき得る回帰式を検討中である。

### 4. 結 論

粉水分および蛋白については、粒度毎のF値を用いるなどすれば、日常の測定域で十分信頼できる値を推定することができると考えられる。また原粒水分については、粉碎機のscreen、測定法を考慮すれば、粉におけるレベルに近いものに精度を高めることができると考える。一方、原粒蛋白、粉カラーバリューについては、推定値の信頼性が高いことから、RMSDを考慮すれば、設定範囲内の値を持つ初期材料の選抜に有効に利用できると考える。一方灰分については、相関係数として低い値であるが、選抜の際に目標とするrangeを設定し、それにRMSDの値の分だけ許容範囲を広げれば、目標とする灰分含量のものは網羅できると考える。今後、以上の項目の精度を向上させて行きたいと考える。

InfraAlyzer400は、粉レベルにおいて、品質検定の際の作業の省力化を図ると共に、原粒粉碎レベルでの蛋白、灰分などの項目の測定精度を高め初期世代の選抜に使え得るようにしたいと考える。計画中の項目の精度の向上を図ると共に、小麦の粒度指数(MPS)の推定<sup>2)</sup>、トウモロコシの水分の原粒状態での分析<sup>3)</sup>が行われた試験があることなどから、今後、新しい項目の探索と、その実用化にも努めて行きたいと考える。

## 引用文献

- 1) Stermer, R.A.; Pomeranz, Y.; McGinty, R. J. "Infrared reflectance spectroscopy for estimation of moisture of whole grain". *Cereal Chem.* **54**, 345 - 351. (1976) .
- 2) Watson, C.A.; Carville, D.; Dikeman, E. Daigger, G.; Booth, G.D. "Evaluation of two Infrared instruments for determining protein content of hard red winter wheat". *Cereal chem.* **53**, 214 - 222 (1975) .
- 3) Watson, C.; Gloria Ftchevers, A.; Shuey, W.C. "Relation between ash and protein contents of flour mill streams determined with the InfraLyzer and by standard approved methods". *Cereal chem.* **53**, 803 - 804 (1975) .
- 4) Watson, C.A.; Shuey, W.C. Banasik, O.J.; DICK, J.W. "Effect of wheat class on near infrared reflectance". *Cereal Chem.* **54**, 1264 - 1269 (1977) .
- 5) Williams, P.C. "Spectroscopy to analysis of cereal grains and oilseeds". *Cereal chem.* **52**, 561 - 576 (1975) .
- 6) Williams, P. C.; Thompson, B. N. "Influence of whole meal granularity on analysis of HRS wheat for protein and moisture by near infrared reflectance spectroscopy (NRS)". *Cereal chem.* **55**, 1014 - 1037 (1978) .
- 7) Williams, P.C. "Screeing wheat for protein and hardness by near infrared reflectance spectroscopy". *Cereal chem.* **56**, 169 - 172 (1978) .

### III - 2 - 2 製めん試験における官能評価と テクスチュロメーターによる測定値

大 塚 博 志\*

#### 1. 緒 言

めんの食味評価には、①表面が滑らかでザラつかないこと、②ノビがあって切れ易くないこと、③食べた感じがソフトで適度の歯応えがあることなどが不可欠である<sup>10)</sup>。そのための必須条件となる小麦粉の特性は、蛋白質の量が中庸であり、その質も適度の柔軟性と伸展性を持つことが重要である。さらに、最近では澱粉の質（アミロースとアミロペクチンの構成量比）や澱粉粒子の硬さなども大切となってきている<sup>6,7,8,9,12)</sup>。

品質を向上させてゆく方法としては、上記の小麦粉の特性を改良する化学的方法とファリノグラフ、エキステンソグラフ、アミログラフなどによる生地の基礎的物理特性を改良する方法が現在まで主流を占めていた。一方、めんの食味は①～③で述べたような触感的な物理的性質（テクスチャー）、特に粘弾性に負うところが大きく、直接めんの物性を測定し、感覚的評価に近い数値を得ようとする装置が近年開発されてきている。

三木、福井ら<sup>13,14,15)</sup>はフードレオメーター、カードメーター、テクスチュロメーターなどを用い

\*ホクレン農業協同組合連合会米麦部

060 札幌市中央区：（現・北海道立北見農業試験場、099-14 常呂郡訓子府町に出向中）

て、茹めんの試験機として応用出来るかどうかを検討している。柴田<sup>10)</sup>は食品総合研究所で行われてきた種々の方法によるめんの物性測定値と品質との関連をまとめている。それらによると、めんの硬さはある程度測定可能であるが、一般的に言われている「こし」などの重要なファクターについては、適当な測定方法が見出されていない。又、上記の試験では、特定の試料を用いて製造条件の品質に及ぼす影響を調べたものがほとんどで、品質育種のように粉の特性が異なった多くの材料を用いて、官能評価と物性測定項目とを対応させたものではない。それ故、岡部<sup>2)</sup>が米飯で得たような品質選抜の指標は得られていない。

本実験では、製めん適性の選抜に対する物性測定機の有効性を検討するため、テクスチュロメーターを用いて、製めん試験における官能評価とテクスチュロメーターによる測定値との関係を調べ、粘弾性の指標となり得るパラメーターを見出そうと試みたものである。

## 2. 実験方法

### (1) テクスチュロメーターの構造およびパラメーターの説明<sup>3,5,17)</sup>

テクスチュロメーターの構造は、前章III-1-1、図12（稲津）に示されているように、そしゃく部に取り付けられた各種のプランジャーの上下運動により、食品支持台の試料を圧縮あるいは破碎することによって、生じた荷重の変化と仕事量を支持台に内蔵されたひずみ計で読みとり、忠実に記録する機構をもつ。すなわち生体の口腔をモデル化したそしゃく機構をもち、生体の側に立って物性を測定するところが特徴である。

めん試験に用いる場合のパラメーターには次のものがある。

- ① 硬さ (Hardness) — 物質を変形するのに必要な力
- ② 付着性 (Adhesiveness), 粘着性 (Stickiness) — 食品の表面或いは内部と他の物体 (歯口腔, プランジャー) とを付着させている引力に打ちかって両者を引き離すのに必要な力。
- ③ 凝集性 (Cohesiveness) — 食品の形態を形成している内部結合力の大きさ。
- ④ 軟らかくてこしのある性質 (Soft&Chewy) — しなやかでしかもこしの強い状態を現わし、凝集性的一种。

Soft&Chewy は、うどん特有の性質で、慣用的な言葉で「こし」とよばれているものである。一般にうどんの表面は水分を多く含んだ状態で軟らかく、内部は逆に水分が少なく硬いといった不均一な状態であることが、歯ごたえの良さとなって現われ、いわゆる「こし」の強さとして評価される。Soft&Chewy の測定原理は、上記のようなうどん特有な状態を把握するために、1回目と2回目のクリアランス (食品支持台とプランジャーとの間隙) を変えて、1回目は表面のみを圧縮し、2回目は内部までも圧縮させる。そしてその仕事量の比をとることで、こしの強さを数値化しようと試みたものである。

今回用いた測定項目と測定方法は、表1に示す通りで岡部による方法<sup>4)</sup>に準じた。各々の代表的なテクスチャープロファイルは図1に示した。反復は原則として1回のみである。

### (2) 実験内容と試料の調整

#### 実験1

1) 供試材料：表2に示した12材料で、大部分は当試験場における昭和56年度生産力検定試験の材料であるが、強力粉・中力粉・薄力粉は市販のものを用い、オーストラリア・スタンダード・ホワイト (A.S.W.)、コントロールは、工場製粉によるサンプルである。コントロールとして用いたものは、業務用中力1等粉でA.S.W.を多く含んでいる。各々300gを用いた。

2) 基本配合：小麦粉100%に対し、水33%、食塩2%の割合で、目標水分を35.7%とした。生地

表1 テクスチュロメーターの測定項目と測定方法

	I	II	III	IV	V	VI
測定項目	硬さ(H) 粘着性 (-H) 凝集性 (A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub> )	硬さ(H)	凝集性 (A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub> )	A <sub>1</sub> , A <sub>2</sub> , こし (A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub> )	硬さ(H) 粘着性 (-H) 凝集性 (A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub> ) Hと-Hの比	硬さ(H) こし(A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub> )
試料の形状	巾1cmの うどん2本	長いうどん 2本	巾1cmのうどん2本		ペースト	2gのグルテン
Plunger	30mm dia	V字	30mm dia		50mm dia	
Plate Form	平皿				内径70mm	平皿
Clearance(mm)	0.5	0.2	太さ× $\frac{1}{1.55}$ 1.55	1回目-2 2回目-0.5	0.5	1回目-3 2回目-2
Voltage(V)	1	3	2			1回目-3 2回目-1
Chart Speed(mm/min)	750					
Bite Speed(bits/min)	6					
備考	2回連続	1回	2回連続でプランジャー とうどんの間にポリエチ レンフィルムはさむ		2回連続	2回

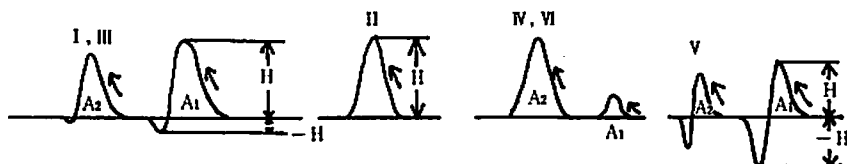


図1 各測定法によるテクスチャープロフィール  
注)←は進行方向を示す

表2 食味試験、物性試験の結果と他の品質検定

測定項目 供試材料	I		II		III			IV			V				VI	
	H	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>	H	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>	A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub>	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>	H	-H	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>	-H/H	H	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>	H	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>	
ホロシロコムギ	3.14	0.75	1.59	0.84	1.56	11.36	7.28	3.43	4.56	0.94	1.33					
北見47号	3.23	0.75	1.97	0.86	1.95	12.83	6.58	5.30	5.50	1.01	1.04					
北見45号	2.50	0.72	1.40	0.83	1.40	8.97	6.41	2.58	3.17	0.90	1.23					
北見53号	2.77	0.72	1.32	0.85	1.41	9.92	7.04	1.31	1.42	0.80	1.08					
タクネコムギ	2.88	0.72	1.41	0.85	1.45	10.51	7.25	2.96	3.71	0.90	1.25					
A. S. W.	2.50	0.70	1.42	0.79	1.23	9.95	8.09	3.78	4.80	0.98	1.27					
強力粉(1等)	2.87	0.75	1.71	0.86	1.37	10.88	7.94	2.51	3.01	0.86	1.20	2.38	2.93			
中力粉(2等)	2.76	0.71	1.56	0.85	1.19	10.06	8.45	1.83	2.43	0.85	1.33	1.71	2.67			
薄力粉(1等)	2.79	0.76	1.56	0.84	1.43	10.86	7.59	2.00	2.71	0.87	1.36	2.10	2.36			
農林61号	3.13	0.64	1.72	0.84	2.17	11.52	5.31	2.88	3.08	0.84	1.07					
チホクコムギ	2.23	0.78	1.20	0.86	0.60	7.67	12.78	1.24	1.33	0.83	1.07					
コントロール	2.75	0.82	1.74	0.87	1.22	9.80	8.03									
平均	2.80	0.74	1.55	0.85	1.42	10.36	7.73	2.69	3.23	0.89	1.20	2.06	2.65			
標準偏差	0.29	0.05	0.21	0.02	0.39	1.31	1.81	1.13	1.26	0.06	0.11	0.34	0.29			
変動係数	10.36	6.76	13.55	2.35	27.46	12.64	23.42	42.01	39.01	6.74	9.17	16.50	10.94			



測定項目 供試材料	2日後 I		2日後 N	めんの 太さ mm	粘弾性	60%粉 水分	茹めん の煮崩	滑らか さ	60%粉 蛋白%	S.V. ml	W.G. %	茹めん の歩留%	1日後 の食感
	H	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>										
ホロシリコムギ	2.38	0.75	5.86	2.85	21.0	13.3	9.0	9.0	10.7	50	31.1	329	6
北見 47 号	2.40	0.73	5.21	2.90	18.7	12.8	11.4	7.8	10.9	48	30.4	312	6
北見 45 号	2.04	0.72	6.85	2.70	25.7	13.4	7.2	7.8	10.7	40	28.3	338	8
北見 53 号	2.11	0.72	7.06	2.60	28.0	14.3	9.0	11.4	9.4	28	25.4	334	6
タクネコムギ	2.40	0.70	5.25	2.75	21.0	13.6	11.4	10.2	11.4	30	34.4	336	7
A. S. W	2.19	0.76	7.09	2.53	30.3	12.0	13.8	13.8	9.6	33	25.1	330	10
強力粉(1等)	2.62	0.75	6.27	2.78	23.3	12.9	12.6	12.0	11.6		27.3	351	7
中力粉(2等)	2.31	0.79	7.53	2.67	21.0	13.8	10.8	8.4	10.3		29.2	347	6
薄力粉(1等)	2.45	0.77	6.55	2.70	23.3	13.8	10.8	10.2	9.3		23.4	336	7
農林 61 号	2.93	0.79	5.66	3.03	30.3	13.1	10.2	12.0	12.1		26.2	342	8
チホクコムギ	2.06	0.98	14.21	2.46	30.3	11.9	8.4	11.4	8.6	27	27.1	369	9
コントロール	2.32	0.81	7.57	2.70	32.7	14.5	13.8	13.6				350	10
平均	2.35	0.77	7.09	2.72	25.5	13.3	10.7	10.7	10.5	36.6	27.9	340	7.5
標準偏差	0.25	0.07	2.39	0.16	4.71	0.81	2.08	2.11	1.09	9.52	3.0	14.11	1.51
変動係数	10.64	9.09	33.71	5.88	18.47	6.09	19.44	19.72	10.38	26.01	10.75	4.15	20.13

注) テクスチュロメーターのH, -H, A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>は各Voltage 下でのTexturo Unit, 食味試験の各項目はそれぞれの評点を以て示した。

温度は約25℃である。

3) ミキシング：加水30秒+ミキシング3分（低速），ミキシング2分（高速）

4) 製めん：まとめ1回，合わせ2回（めん帯の厚さは4 mm）。室温で1時間熟成。圧延3回（めん帯の厚さ2.5mm，めん線の長さ25cm）。切刃#10。

5) 茹試験：6点ずつ（各135g）10倍以上の沸騰水で20~25分間茹でる（目標水分76%）。水洗3分，水切10分。

6) 官能試験：粘弾性（35点満点），茹めんの煮崩（15点満点），滑らかさ（15点満点），1日後の食感（10点満点）。1日後の食感，茹のび状態を見るもので，本実験では，2日間放置後，1分間再加熱し物性試験を行った（2反復）。なお表2のめんの太さは，2日後の茹前の太さを測定したものである。パネラーは3名である。

### 実験2

茹後のめんの太さが硬さ，こしに及ぼす影響を調べた。供試材料は，中力1等粉の「キンギョ」を用い，12段階のめん帯の厚さとなるように，製めん機のロール間隙を変えた。1点100gを供試し，試料の調整方法は実験1と同様である。測定に用いたうどんは，1本ずつである。

### 実験3

秋播小麦の品種保存の中から，硬質小麦も含めて現在保有している系統の交配親と過去4ヶ年の粉質が-~+の材料を88（外国品種系統47，国内品種系統41）選び出し，食味試験と物性試験を行い，食味特に粘弾性と各物性測定項目との関係を中心に検討した。比較材料として，「チホクコムギ」，「ホロシリコムギ」，「A.S.W.」，「キンギョ」を用いた。ただし品種保存の材料は，昭和55，56年産のものは，著しく変質していたので昭和54年産のものをブラベンダーテストミルを用いて製粉後供試した。比較材料は「A.S.W.」を除き，ビューラーテストミルで製粉したものをを用いた。

調整方法は，小麦粉10gに水約3.3ml，食塩0.2gを加え，すりばちを使って手でこねた後，まと

め・合わせを行い、約1時間熟成させた。その後、最終的な茹めんが4 mm程度となるように圧延して、20分間茹でた後、食味試験、物性試験を行った。測定項目としては表1の〔IV〕を用いた。ただし測定に用いたうどんは1本ずつである。

一方、ペースト状での物性測定も試みた。供試材料は、上記の中から小麦粉の不足した3品種を除いた89材料である。調整方法は、小麦粉15gをカップに入れて50℃の水20mlを加え匙で1分間攪拌した。すぐに50℃の恒温槽に10分程度浮かしておき、次に約15℃の水槽で10分程度冷却した。その後ペーストを20g測り、試料とした。なお、灰分、蛋白はインフラライザーを用いて測定したものである。

### 3. 結果および考察

#### (1). 食味試験と物性試験との比較 (実験1)

食味試験の各評点と物性試験の各測定項目および他の品質検定項目の測定値を表2に示した。それによると、粘弾性の秀れている材料は、①IのH(硬さ)が小さく②IVのA<sub>1</sub>(表面の硬さ)が小さく③IVのA<sub>2</sub>/A<sub>1</sub>(こし)が大きいという傾向が見受けられる。しかし、表3の各項目間の相関表において、12供試材料を用いて粘弾性と各物性測定項目との関係を見ると、何れも相関がなかった。一方、各物性測定項目と茹めんの太さとの間に高い正の相関があることから、太さの影響が粘弾性との関係を隠蔽していると考えられた。圧延ロール通過後のめん帯の厚さを一定にしたにもかかわらず、茹後のめんの太さに大きな差が生じたのは、材料(品種)によって茹めんの膨張率が異なるためである。表3において、茹めんの太さと蛋白との間に高い正の相関があることから、膨張率の差は蛋白量の差に由来すると考えられる。すなわち、高蛋白のものはめんが太くなり、低蛋白のものは細くなる傾向がある。

一方、各物性測定項目は茹めんの太さに大きく影響されると前述したが、中でもその影響が著しかったのは、IVの項目である。I、IIでは、クリアランスが0.5mm、0.2mmとめんの太さに対して比較的小さな値のため、太さの影響はそれ程大きくないと考えられるのに対し、IVの場合、1回目のクリアランスが2 mmであり、図2に示すように最も細い「チホクコムギ」に比べ最も太い「農林61号」の圧縮量はかなり大きなものとなる。それ故、同一の圧縮条件下での質的な物性の差異を測定することが困難となり、量的な差異が直接A<sub>1</sub>に現われ、A<sub>2</sub>/A<sub>1</sub>の値も決まってしまうこととなる。例えば、「チホクコムギ」のA<sub>1</sub>が0.60でA<sub>2</sub>/A<sub>1</sub>が12.78なのに対し、「農林61号」はそれぞれ2.17、5.31である。以上のように、両者は非常に太さの影響が著しく、かつ粘弾性の評点が同一であるため、粘弾性と物性測定項目との関係を特に乱していると考えられる。それ故、上記の2つの材料を除いた10供試材料で、両者の関係を見たものが表3の対角線の下段で、それによると、太さの影響は幾分小さくなり、粘弾性と硬さに有意な負の相関が生じた。

表2で比較的茹でめんの太さの近いものどうしを比べると、「ホロシリコムギ」、強力粉、「タクネコムギ」、「北見47号」の粘弾性の悪さは、高蛋白による硬さの増加とこしの低下によるもので、「北見45号」、「北見53号」、薄力粉は、全体の硬さは適当であるが、めんの表面がやや硬いため、こしが低下したと推察される。

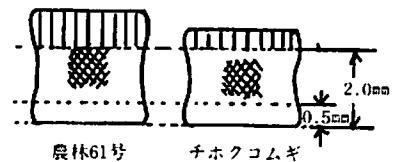


図2 農林61号とチホクコムギの太さの差による影響  
注) 〇〇〇〇マークは、1回目の圧縮量  
■マークは、硬い部分を示す

表3 各測定項目間の相関関係

項目番号		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
1	I H			○		○	○	▲					△		●	○					△		▲
2	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>										○												
3	II H	△				△	○		△				△		▲	●					△		
4	III A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>	○		△																			
5	IV A <sub>1</sub>	○					○	●	△				△	▲	●	○					△		▲
6	A <sub>2</sub>					○		▲	○	△			△	▲	●	○							●
7	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>					▲								○	○	●					▲		△
8	V H					△	△			○	○												●
9	-H								○		○				▲								●
10	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>								○	○													●
11	-H/H																						
12	2日後 I H															○					○		
13	A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>							△							○								○
14	2日後 IV A <sub>2</sub> /A <sub>1</sub>					●	▲							△		▲					▲		○
15	めん の 太 太 太	○		△		△	△								▲						○		
16	粘 弾 性	△					▲								△	▲				○			
17	60% 粉 水 分				△				▲	▲													
18	茹 め ん の 煮 崩																				△		
19	滑 ら か さ																		○	△			
20	60% 粉 蛋 白																						△
21	温 感 (WG)															△						△	
22	茹 め ん 歩 留					●			▲	▲	▲												

注) ○=(+) 1%水準で有意      △=(+) 5%水準で有意  
 ●=(-)                                      ▲=(-)                                      "

対角線の上段 n=12  
 " 下段 チホクコムギ、農林61号を除いた n=10

ペースト状での試験は、製めん過程を省けるため調整が簡単で、めんの太さも考慮しなくて良く、均一で再現性も高いという点などで製めん適性の簡易選抜法として使えないかを検討したのであるが、テクスチェロメーターの各測定値と粘弾性とは相関がなく、むしろ蛋白と1%水準で有意な正の相関があることから、蛋白量を現わす指標と言える。

グルテン状での試験は、今回全ての材料で実施出来なかったが、グルテンの質を示す1つの指標ともなり得ると考えられ、今後パン適性も含めて検討してゆきたい。ただし、試料を均一にして測定することが難しく、再現性の低いことが問題点である。

茹のびは、めん線中の水分分布の均質化と澱粉の老化によると考えられており、本実験でも硬さ、こしの著しい低下となって現われた。凝集性(I, IIIのA<sub>2</sub>/A<sub>1</sub>)の変動係数は何れも小さく、その差による一定の傾向は認められなかった。めん粘着性は、非常に小さく、その差も認めら

れないため、今回の結果から省いた。

(2) めんの太さの影響 (実験2)

実験1でめんの太さの差が、物性測定の大きな支障となることを述べたが、この実験では茹めんの太さの異なる同一材料 (すなわち同一の蛋白含量) を用いることにより、太さの影響のみを調べ、異なる太さのうどんを相対的に比較する方法を考えた。

図3に示すように、めんの太さが太い程、硬く現われることが明確となった。テクスチュロメーターによる硬さと試料の厚さの関係については、福井ら<sup>13)</sup>も同様な結果を得ている。また、こし ( $A_2/A_1$ ) の測定法において、異なる太さの茹めんの圧縮比率を同程度とするために、各試料ごと  $A_1$ 、 $A_2$  がそれぞれ0.6、3.6前後となるように、第1回・第2回のクリアランスを設定し、 $A_2/A_1$  を5.5~6.5の範囲に入るようにした。その結果、茹めんの太さに対し、各クリアランスの有意な回帰直線式が得られ、同一材料の  $A_2/A_1$  を一定にするための各クリアランス値が決定された。

回帰直線式によってえられたクリアランスを用いて、「チホクコムギ」、「ASW」のような粘弾性のすぐれた材料の各茹めんの硬さ (横軸) とこし (縦軸) との関係を図に現わすと、こしはほぼ一定となると推察され、それらに近いこしをもつ材料を選ぶことが可能となると考えられる。ただし、3.2mm 以下の細めんでは、微妙な試料の差が  $A_1$  に大きく現われるため、第1回、第2回のクリアランス値の変動が激しく、再現性が低い。実験1の調整法では、めんが細く、特に太さの影響が著しかったと考えられる。

一方、めんの太さは、茹めんの歩留にも影響し、細めん程歩留は高くなった (図3)。これは、細めん程単位重量当りの表面積が大きく、加水量が多くなるためと考えられる<sup>11)</sup>。

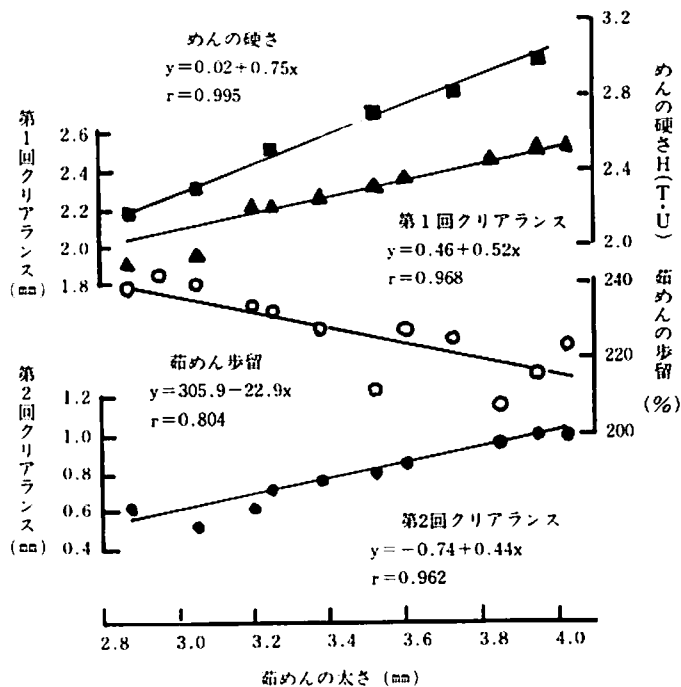


図3 茹めんの太さの物性測定に及ぼす影響

(3) 製めん適性の指標 (実験 3)

実験 1, 2 の結果をもとに、現在保存している品種・系統の中から、実験方法に述べた考え方で材料を抽出し、製めん適性の秀れた母材を探索するとともに、それが物性試験の項目にどのように現われるかを調べた。

食味試験、物性試験の各項目間の相関を表 4 に示した。表 4 の対角線の上段で粘弾性と関連があるのは、蛋白・茹めんの歩留・滑らかさ・1日後の食感・ $A_1 \cdot A_2 \cdot A_2/A_1 \cdot H \cdot -H$ であった。つまり低蛋白で軟らかくこしのあるものが美味しいと一般的に言える。表 4 の対角線の上段は、硬質小麦を多く含み、粉質と蛋白の相関が著しく高いため、硬質小麦の蛋白の高さが、粘弾性や硬さに影響を及ぼしている。それ故軟質小麦だけを用いて、蛋白量の影響力を除いた粘弾性の差が、物性測定項目にどのように現われるかをみたのが表 4 の対角線の下段である。前者と異なり、粘弾性と蛋白との間には有意な相関が生じなかった。ただし、軟質小麦でも著しく蛋白の高いものは、硬くて粘弾性も低下しており、低～中蛋白のものについて、粘弾性は蛋白量の影響を受けないと考えられる。一方、蛋白と  $A_1 \cdot A_2 \cdot H$  との関係を見ると、 $A_1 \cdot A_2$ とは相関がなかったのに対し、 $H$ とは非常に高い正の相関が認められ、蛋白含量はペーストの硬さとなって現われるが、うどんの硬さとは結びつかないことが解った。又、粘弾性と  $A_1 \cdot A_2 \cdot A_2/A_1 \cdot H$  との関係では、 $A_1 \cdot A_2$  (特に  $A_1$ ) とは高い負の相関を示すが、 $H$ とはそれ程高い負の相関を示さなかった。 $A_1/A_2$ とは 5%水準で有意な正の相関が得られた。

表 4 食味試験、物性試験の各測定項目間の相関

	粉質	60%粉		茹めん		滑らかさ	粘弾性	1日後食感	IV			V		
		灰分	蛋白	歩留	煮崩				$A_1$	$A_2$	$A_2/A_1$	H	-H	-H/H
粉質		***	***	***	**				***	*	**	**	***	
60%粉	灰分	**	***	***		*			***	**	**	***	**	***
	蛋白	**	***	***		**	*		***	***	**	***	***	**
茹めん	歩留		*			***	***		***	***	*	***	***	
	煮崩		**	**										
滑らかさ	*		**	*			***	***	**	***		**	*	
粘弾性	*			***		***	***	***	***	***	*	**	**	
1日後食感				*		***	***			*				*
IV	$A_1$	*		*		*	***		***	***	***	***	***	
	$A_2$			*		**	**		***	***	*	*		*
	$A_2/A_1$	***					*		***	***	***	***		*
V	H	***	***	*		*	*		**	**	**	***	***	
	-H	**	***	*	*	*	**	*	***	***	***	***	*	
	-H/H	*		*	*	*	*	*				*	*	
	$A_2/A_1$						*	*		*				*

注) 対角線の上段：硬質小麦を含む n=89

” 下段：軟質小麦 ” n=63

\*\*\*, \*\*, \* : 0.1%, 1%, 5%水準で有意

以上の結果から、粘弾性を推定する指標として、 $A_1 \cdot A_2/A_1$ が有効となることが解った。すなわち、めん表面が軟らかいことが第一で、しかも内部が適度の硬さをもちこしのあることが必要と考えられる。今回の材料のうち、薄力的傾向を持つ品種などは、総じて表面が軟らかいが、全体に均質化していてこしが足りないと思われた。比較材料として用いた「キンギョ」はウエスタン・ホワイトと道産小麦を配合したもので、粘弾性の秀れている「チホクコムギ」、「A.S.W.」に比べて、表面が少し硬く内部が軟らかいため、こしが低下している。

一方、粘弾性の秀れたものの中でも①チホクコムギタイプのもの②A.S.W.タイプのものに分けられ、②のタイプは①のタイプよりも蛋白(特にペースト状のH)が高く、 $A_1$ がやや高い傾向がある。単年度の結果で確定はできないが、

① チホクコムギ型：Alton, 4710-H-7, 7452-1-3-2C, Fredrick, Maris Nimrod.

② ASW型：北見22号, 北見38号, 北見40号, Arther.

のように大別された。しかし①・②の何れかに属しながら  $A_1$ ,  $A_2/A_1$ の良くないものもあり、第3の指標が求められる。例えば、粘着性(-H)・凝集性などが複雑に係わっている可能性もあり、今後各項目の相互関係を検討してゆきたい。

又、今回得られた指標が蛋白量と関連のないことから、めん線中での蛋白の量的分布・質的構造さらには、澱粉の質などと関連を持つことが推察され、その方面からのアプローチも必要と思われる。

#### 4. 今後の問題点

今回実施した実験1～3の結果をまとめると図4のようになり、粘弾性を想定する指標として、表面の軟らかさを示す  $A_1$  とこしを現わす  $A_2/A_1$  が有効であることが解った。しかし、微妙な粘弾

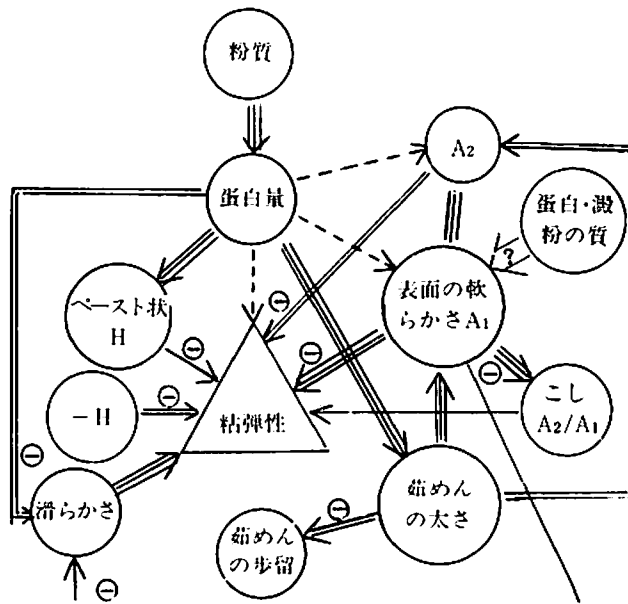


図4 各パラメーター間及び粘弾性との相関図

注)  $\equiv$ は0.1%で有意,  $>$ は1%で有意,  $\rightarrow$ は5%で有意,

.....は硬質小麦を含めると有意にてくるもの,

⊖は負の相関であることを示す。

性の差をその両者のみで予測するにはまだ不十分な点が幾つかある。第1に、調整方法・製造条件などに基づく測定精度（再現性）の問題があり、①大量サンプルによる機械製造と少量サンプルによる手作り製造の違い②ブラベンダーテストミルによる製粉とビューラーテストミルによる製粉の違い③小麦粉の性状による最適加水量・最適茹時間の違い④茹のびに伴う測定限界時間の決定などがこれに相当する。第2に、食味試験を行なうパネラーの精度に由来する問題も、これからの大量検定をする上で重要性を増す。第3に、粘弾性の秀れるタイプが「チホクコムギ」と「A.S.W.」の2つに分けられるため、その要因を把握すると共に、 $A_1 \cdot A_2/A_1$ 以外の指標を探し出すことが要求される。さらに、それらの指標と蛋白・澱粉の質などの化学的要因および基礎物理特性との関連<sup>1)</sup>を把握することが育種上、重要と考える。

### 引用文献

- 1) 江口昭彦, 後藤虎男, “暖地産小麦品種のめん加工適性について, ゆでめんの食味と小麦粉の物理・化学性”, 中国農試報, A29 (1981).
- 2) 岡部元雄, “米飯の食味に関する研究, その1”, New Food Industry, 19(4), (1977).
- 3) 岡部元雄, “食品技術講習会テキスト, 食品の品質評価, 食感の科学”, 京都府立中小企業総合指導所, 1980.
- 4) 岡部元雄, “うどんのテクスチャー”, 全研.
- 5) 岡部元雄, “テクスチュロメーター”, 下田吉人, 松元文子, 元山正, 福島博保編 調理と物理・生理 朝倉書店, 1971, P.57-72. (新調理科学講座2).
- 6) 小田聞多編, “めんの本”, 食品産業新聞社, 1980.
- 7) 柴田茂久, “めんの品質と食味および最近の製造技術”, 食糧(その科学と技術)18, (1976).
- 8) 柴田茂久, “日本の小麦の品質”, 食糧(その科学と技術)22, (1982).
- 9) 柴田茂久, 今井徹, 豊島英親, 梅田圭司, 石間紀男, “照射小麦の製めん適性”, 日本食品工業学会誌21, (1974).
- 10) 柴田茂久, “めん類の物性と品質について”, 食品の物性5, (1980).
- 11) 柴田茂久, 豊島英親, 古堂久美子, “ゆでめんの製造法改良に関する研究, 第1報, 生めんの製造条件とゆで時の溶出損失について”, 食総研報30, (1973).
- 12) 長井恒綱, “うどんの技術”, 食品出版社, 1980.
- 13) 福井義明, 時井幸男, 中土井正史, 三木英三, “麺類に関する研究, I. 茹麺の物性試験について”, 香川大学農学部学術報告24, (1973).
- 14) 三木英三, 福井義明, “麺類に関する研究 II テクスチュロメーターによるめんの物性試験”, 香川大学農学部学術報告, 26, (1975).
- 15) 三木英三, 福井義明, “うどんのテクスチャー測定”, New Food Industry, 18(5), (1976).
- 16) 製粉協会編, “内麦の特性と品質上の問題点”, 製粉協会, 1979.
- 17) 全研編, “テクスチュロメーター説明書”, 全研.

### III-2-3 粒度測定器、ミキソグラフ、アルペ オグラフによる小麦粉の分析

前 野 眞 司\*

#### 1. 緒 言

粒度は粉体の構成粒子の大きさを表わす概念で、小麦粉においては特にめん適性と関連の深い品質項目の一つとされている。粒度は直径、面積、体積、重量、分布など色々の表わし方が知られているが<sup>1)</sup>、一つの便法として空気透過法による測定が一般的である。

小麦粉の生地物の性を調査する装置として、北見農試ではファリノグラフ、エキステンソグラフを用いているが、ミキソグラフはファリノグラフと同様の装置であり、小麦粉生地を一定の堅さ (consistency) になるまで加水量を調節してこね上げ、さらに5分間こね続ける際の生地の堅さの変化を記録するものである。粉の供試量がファリノグラフの1/10の30gであるので育種試験における利用の範囲が広がることが期待できる。また、蛋白の少ない粉の測定にはファリノグラフよりも適切であるとされている<sup>2)</sup>。

アルペオグラフはパン適性を調べようとするもので、小麦粉生地を膨らませて製パンの際の生地のガス包蔵力の大小を直接見る装置である。

本報は北見農試において小麦の品質検定機器として新たに導入されたブレーン空気透過粉末度測定器、ミキソグラフ、アルペオグラフの試験結果と既存の分析機器の測定値との関係を調査したものである。

#### 2. 材料および方法

##### (1) 供 試 材 料

1) 粒度：北見農試における昭和55年度播種秋播小麦育種試験、栽培法試験に供試された材料に現地委託試験の材料を加えた227サンプル (但し、試験間で同一品種・系統の重複を含む)。

2) ミキソグラフ：粒度測定に供試した材料から現地委託試験の材料を除いた195サンプル (但し、試験間で同一品種・系統の重複を含む)。

3) アルペオグラフ：北見農試における昭和55年度播種秋播小麦育成系統生産力検定試験の材料から12品種・系統を供試し、加えて同年播種の「ハルヒカリ」、「北見春42号」、参考としてオーストラリア小麦の銘柄 ASW、市販の薄力粉、中力粉、強力粉の計18サンプルを供試した。

以上市販品以外は、いずれもビューラーテストミルの60%粉を実験に用いた。

##### (2) 試 験 方 法

1) 粒度：ブレーン空気透過粉末度測定器を用い、各材料から1.50gの粉を秤量し検体を作り、規程の体積に圧縮して空気を通し、その透過度から平均比表面積 (cm<sup>2</sup>/g) を算出した。一つの材料につきこの操作を4回行い、平均値をデータとした。

2) ミキソグラフ：各材量から30gの粉を秤量し、小麦粉生地が一定の堅さになるように加水量を調節し測定を行った。

\*北海道立北見農業試験場、099-14  
常呂郡訓子府町



3) アルベオグラフ：材料の粉に2.5%食塩水を加えミキサーでこね、ローラーで押し出し、一定条件の生地を作り、型を使って生地を円盤状に打抜き、25℃の保温箱で20分間程ねかせた後、測定器の空気穴の上に置き、シリンダーにより空気を押し出して生地を膨らませて破れるまでの空気の圧力の変化を記録した。

### 3. 実験結果

#### (1) 粒度

4つの生産力検定試験に供試された9品種・系統の粒度測定結果を平均比表面積として表1に示した。4試験をこみにした分散分析の結果はきわめて有意で、「チホクコムギ」の比表面積は他の品種・系統に比べ著しく大きく、粒度の細いことを示した。これに対し、「タクネコムギ」、「北見51号」の比表面積は小さく、粒度が粗かった。試験間でも有意差が示され、作況試験と比較するとドリル播の粒度は細い傾向にあり、晩播では「チホクコムギ」と「北見47号」が粗くなった。

施肥に関する栽培法に供試された3品種の結果を表2に示した。収穫時における雨ぬれの被害の影響などで反復間に有意差が生じたが、ここでも品種間差異は極めて有意で、「チホクコムギ」が高い値を示し、施肥のちがいによって品種間差異がかき消されることはなかった。

粒度と他の分析値との相関係数を表3に示した。粒度と粉質は極めて高い負の相関を示しており、粒度と粉蛋白との間にも有意な負の相関が存在することから、軟質の小麦粒は粉化され易いため粒度が細く、硬質の小麦は粉化されにくい粒度が粗い関係にある。このことを製粉性に関する分析値との間の相関で見ると、ブレーキ粉出力(B)、大麩、BM率に正の、ミドリング粉(M)、小麩、製粉歩留、セモリナ生成率に負の、それぞれ有意な相関が見られた。これは粒度の細くなるような小麦粒は軟質で粉砕され易いので製粉の前半で篩を抜け易く、そのためブレーキ粉出力が多くなり、BM率を高める反面、皮離れが良くないので大麩の出力が多くなる。一方粒

表1 品種試験における小麦粉の粒度(比表面積 $\text{cm}^2/\text{g}$ )

試験 品種・ 系統	作 況	ドリ ル 標 肥	ドリ 多 ル 肥	晩 播	平 均
チホクコムギ	3589	3631	3644	3225	3522
北見45号	2200	2526	2359	2186	2318
北見47号	2441	2532	2508	2065	2387
北見51号	1706	1889	1936	1739	1818
北見53号	3047	2987	2920	2836	2948
タクネコムギ	1889	2101	2151	1990	2033
ホロシコムギ	2207	2213	2234	2172	2207
イービス	2478	2550	2700	2520	2562
ムカコムギ	2220	2261	2247	2254	2246
平均	2420	2521	2522	2332	2449

注1) ドリル多肥はドリル標肥と比べて基肥が1.5倍量、追肥が2倍量。

2) 晩播は10月5日播種。作況は9月13日、ドリル標肥・多肥は9月16日播種。

3)  $\ell.s.d.$ : 5%, 123, 1%, 179,

表2 栽培法試験における小麦粉の粒度  
(比表面積  $\text{cm}^2/\text{g}$ )

施 肥	チ ホ ク コ ム ギ	ム カ コ ム ギ	ホ ロ シ リ コ ム ギ	平 均
標 準 肥	3559	2165	2346	2690
1.5 倍 肥	3637	2254	2318	2736
2.0 倍 肥	3598	2291	2370	2753
起 生 期 追 肥	3238	2327	2422	2662
同 上 倍 肥	3790	2532	2604	2975
出 穂 期 追 肥	3506	2374	2172	2684
同 上 倍 肥	3575	2324	2478	2792
平 均	3558	2324	2387	2756

表3 粒度と他の品質特性との相関係数

原 粒 n=160		ビューラーテストミル出量 n=200					B M 率 n=200	ミ リ ン グ ス コ ア n=160	灰 移 行 率 n=160
灰 分	蛋 白	B	M	大 越	小 越	製 粉 歩 留			
-0.145	0.041	*** 0.413	-*** -0.673	*** 0.632	-* -0.180	-*** -0.500	*** 0.521	-0.151	-0.082

セモリナ n=200		灰 分 n=160				60 % 粉			
生成率	粉碎率	ストレート粉	末 粉	大 越	小 越	灰 分 n=160	蛋 白 n=160	SV n=220	WG n=220
-*** -0.673	-0.066	-*** -0.516	-** -0.264	-*** -0.706	-*** -0.455	-*** -0.494	-** -0.248	-*** -0.455	0.052

ファリノグラム n=220					アミログラム n=220			フンバ ォグ ー ナ リン n=220	粉 質 n=102
A b	DT	Stab	Wk	V V	GT	MVT	MV		
-*** -0.716	-** -0.247	-** -0.282	** 0.235	-*** -0.311	** 0.234	-** -0.280	-0.124	-*** -0.392	-*** -0.850

注) n: サンプル数

度が粗くなるような小麦粒は硬質で粉碎されにくいので、これと逆の現象が起る。また、粒度は大越灰分、小越灰分、ストレート粉灰分、末粉灰分、60%粉灰分との間に有意な負の相関を示しているが、これは粒度の細い軟質の小麦粒は皮離れが悪く、皮に付着する胚乳部分が多いため越の灰分を低くし、またその分だけ粉への越の切れ込みが少ないので粉の灰分も低くしているものと思われる。

セディメンテーション値 (SV) は本来蛋白質の量と質を示すのであるが、粒度との間に有意に

高い負の相関が見られる。このためSVを調べる時には粒度との関係を考慮し、粒度を一定にするように製粉を調整することが必要だとされている<sup>2)</sup>。ファリノグラフは、小麦粉を一定の堅さになるまでこね上げ、さらにこねつづける時の堅さの変化や、ミキシングに対する抵抗性を検討するもので、強力粉では吸水率(Ab)、生地の形成時間(DT)、生地の安定度(Stab)、バリロメーター・バリュー(VV)が大きく弱体化(Wk)が小さい方が良く、薄力粉ではその逆が良いとされている<sup>2)</sup>。粒度との相関より、今回供試した材料では粒度の細いものは薄力粉的、粒度の粗いものは強力粉的性質を持つことが示されている。アミログラムとの間では糊化開始温度(GT)と正の、最高粘度時の温度(MVT)とは負の有意な相関が見られたが、MVとの間には有意な相関は見られず粒度とアミロの関係は明らかに出来なかった。しかしフォーリングナンバーとの間には有意な負の相関が見られた。

## (2) ミキソグラム

作況(育成系統生産力検定試験)に供試した14品種・系統の測定値を表4に、そのうち2品種の図形を図1に示した(但し「チホクコムギ」は生産力検定予備試験1の材料)。Abは「チホクコムギ」の17.0ml~「北見47号」の23.0mlまで、Dは「イービス」1.6分~「北系947」の5.1分まで、Qは「タクネコムギ」の147~「北系947」の175まで、Wは「北系947」の2.5~「北見45号」、「ホロシリコムギ」の24.0まで、Aは「北見45号」の56cm<sup>2</sup>~「イービス」の162cm<sup>2</sup>まで変異した。変動係数(C.V.)の最も小さな形質はQの4.7%で、次いでAbの9.8%であった。またC.V.の大きな形質はWの83.6%で、次いでAの30.5%であった。195サンプルの測定値からの計算結果からでもC.V.の最も小さなものはQの7.9%で最も大きなものはWの54.5%であった。

ミキソグラムの各測定値と他形質との間の相関係数を表5に示す。AbはファリノグラムのAb

表4 品質・系統のミキソグラム特性

項目 系統	Ab (ml)	D (分)	Q (度)	W	A (cm <sup>2</sup> )
チホクコムギ	17.0	2.6	169	3.5	78
北見45号	20.0	3.4	155	24.0	56
北見47号	23.0	3.1	154	10.0	72
北見49号	16.5	3.5	167	5.0	78
北見51号	18.9	4.3	166	3.0	90
北見53号	17.0	2.6	161	10.0	72
北系947	19.5	5.1	175	2.5	105
北系948	19.5	2.9	165	5.5	76
北系1054	19.5	3.6	168	5.5	82
タクネコムギ	21.0	2.1	147	7.5	64
ホロシリコムギ	20.5	2.8	169	24.0	72
イービス	17.5	1.6	162	6.0	162
ムカコムギ	18.5	3.8	169	5.0	82
ホクエイ	17.0	3.3	172	5.5	76
平均	19.0	3.2	164	8.4	83
S. D.	1.86	0.89	7.71	7.0	25.4
C. V. (%)	9.79	27.8	4.7	83.6	30.5

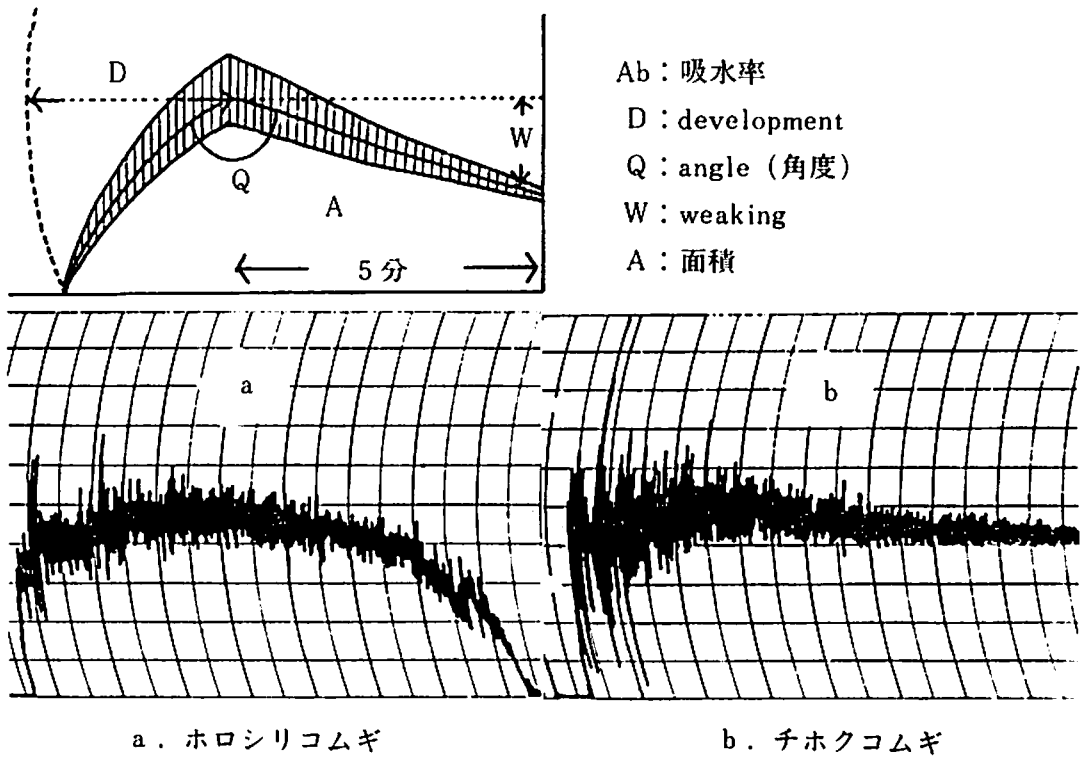


図1 ミキソグラム

表5 ミキソグラム特性と他の品質特性との相関係数

ミキソグラム	原粒 n=133		ビューラーテストミル出量 n=192					B M 率 n=192	ミリス コア n=133	灰 移行 率 n=133
	灰分	蛋白	B	M	大越	小越	製粉 歩留			
Ab	0.136	*** 0.424	-** -0.184	*** 0.405	-*** -0.540	** 0.282	*** 0.390	-** -0.258	-0.058	-0.063
D	0.006	-0.095	-0.131	0.233	-0.197	0.026	0.187	-0.177	* 0.219	0.180
Q	-0.024	-* -0.215	-*** -0.299	** 0.193	* 0.148	-0.082	-0.105	-0.275	0.088	0.037
W	0.134	0.113	0.002	0.016	-0.087	0.103	0.028	0.006	-0.092	-0.015
A	-0.036	-0.139	-** -0.184	** 0.210	-0.027	-0.084	0.078	-** -0.212	*** 0.340	*** 0.294

ミキソグラム	セモリナ n=192		灰分 n=133				60%粉			
	生成率	粉砕率	ストレート粉	末粉	大越	小越	灰分 n=133	蛋白 n=133	S.V. n=192	W.G. n=192
Ab	*** 0.440	-* -0.147	*** 0.459	** 0.268	*** 0.350	*** 0.310	*** 0.441	*** 0.633	*** 0.542	*** 0.435
D	** 0.210	0.058	0.027	-0.050	*** 0.296	0.064	0.012	-0.027	*** 0.477	-0.106
Q	* 0.141	* 0.170	0.046	0.028	0.089	0.099	0.029	-0.190	0.119	-0.456
W	0.047	-0.113	0.088	-0.038	0.056	-0.072	0.133	0.137	0.024	-0.125
A	0.155	0.175	-0.122	-0.134	** 0.288	0.169	-0.143	-0.123	** 0.232	-** -0.266

ミキソグラム	ファリノグラム n=192					アミログラム n=192			ファンバ イ グ ー ナ リ ン n=192	粉 質
	Ab	DT	Stab	Wk	VV	GT	MVT	MV		
Ab	*** 0.679	*** 0.626	*** 0.416	-0.072	*** 0.326	-*	-0.170	-** -0.189	0.033	*** 0.478
D	* 0.141	0.051	** 0.196	-** -0.258	** 0.237	-0.037	0.054	0.066	0.061	** 0.260
Q	0.045	-*** -0.209	0.026	-*** -0.300	* 0.164	-0.097	** 0.247	*** 0.303	*** 0.312	* 0.246
W	* 0.165	* 0.178	0.086	0.002	0.094	0.001	0.054	0.114	0.005	-0.052
A	0.033	-0.115	0.048	-** -0.262	* 0.160	-0.038	* 0.169	** 0.190	** 0.192	* 0.211

注) n: サンプル数

と極めて高い正の相関を示した。また、60%粉および、原粒の蛋白、ミリングスコアと灰分移行率を除く製粉に関する各項目、原粒を除く灰分などとの相関関係は、蛋白の高い硬質な小麦ほどAbが高い値となることを示している。DはファリノグラムのDTとの間には有意な相関は見られなかった。Ab, Stab, VVとの間に正の、Wkとの間に負の相関が有意であったが、相関係数は低かった。また、製粉性や大麩灰分との間の相関がかなり高いことから、Dは硬質の小麦ほど高い傾向を示す。WはファリノグラムのAb, DTとの間に正の相関が有意に示されたが、相関係数は低かった。Qはファリノグラムに該当するものはないが、VVとの間に正の、DT, Wkとの間に負の相関が見られ、アミログラムのMV, フォーリングナンバーとの間にも有意に高い正の相関が見られた。AはファリノグラムのVVと正の、Wkと負の相関を示し、アミログラムのMV, フォーリングナンバーとも正の相関を示したが、あまり高いものではなかった。

### (3) アルベオグラム

実験に供試した18サンプルの測定結果を表6に、そのうち2品種の図形を図2に示す。

P: 生地の強靱性を表す。

L: 生地の伸張性を表す。

G: 生地片に送り込まれた空気量の平方根。良く伸びる粉ほど大きい。

S: 面積

W: 生地を膨らませるのに要する仕事量。

$$W = 6.54 \times S \quad (10^{-4} \text{joules})$$

Pは「ホクエイ」が最高の121.00を、「北見53号」が最低の56.96を示した。L,Gは共に「北見春42号」が最高の102.9, 22.48を、「北見47号」が最低の34.9, 13.08を示し、P/Lも「北見47号」が最も高い2.46を、「北見春42号」が最も低い0.62を示した。これは、「北見春42号」の生地がよく伸び伸長性の大きいことを示し、「北見47号」は生地の伸長性が小さい性質を持つことを表わす。S, Wは共に市販強力粉が最高の48.6, 318を、「北見53号」が最低の13.3, 87を示した。

## 4. 考 察

### (1) 粒 度

小麦粉の粒度を測定するには標準篩を用いる篩分試験や、沈降法によるもの、サイクロンセレーターを用いるなどの方法があるが、簡単に行なえるものとして本試験に用いたブレーン空気透過粉末度測定器がある。これは一定容積中に同じ重量の粒体を詰めるとき、粒子が細かいほど密に詰まるため気体が通過しにくくなる原理を応用したもので、一定容積中に詰めた粉を規定圧

表6 アルベオグラフによる測定結果

材 料	項 目	P mm	L mm	G $\sqrt{\text{ml}}$	P/L	S cm <sup>2</sup>	W
北見45号		74.65	53.0	16.17	1.40	19.9	130
北見47号		92.27	34.9	13.08	2.64	20.0	131
北見49号		73.67	42.0	14.28	1.75	18.2	119
北見51号		85.44	42.4	14.35	2.02	23.0	150
北見53号		56.96	40.7	14.18	1.40	13.3	87
北系947		93.89	47.5	15.29	1.98	27.3	179
北系948		89.13	50.0	15.67	1.78	25.5	167
北系1054		68.92	41.2	14.24	1.67	16.6	109
タクネコムギ		59.18	57.0	16.77	1.04	15.8	103
イービス		69.19	45.3	14.94	1.53	15.3	100
ムカコムギ		102.00	65.0	17.87	1.57	36.5	239
ホクエイ		121.00	55.4	16.51	2.18	42.6	278
北見春42号		63.71	102.9	22.48	0.62	32.4	212
ハルヒカリ		71.13	82.0	20.11	0.87	31.6	207
A S W		67.89	52.0	15.97	1.44	18.7	122
市販・薄力粉		83.08	65.0	17.92	1.28	22.5	147
市販・中力粉		61.71	72.1	18.83	0.86	20.1	132
市販・強力粉		98.20	68.2	18.28	1.44	48.6	318

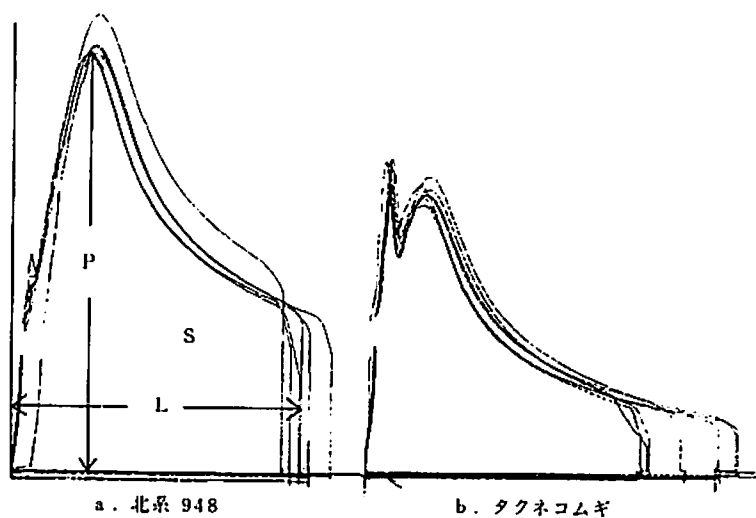


図2 アルベオグラム

方の一定量の空気が通過するのに要する時間(秒数)を測定し、比表面積を算定するものである。軟質小麦の胚乳は硬質小麦のものよりも、より粉状質で粉化され易く、そのため軟質小麦から作られた粉の粒子は細かく、しっとりした感じになる。パン用粉はあまり粒子が細かいものより粗めの方が加工適性がすぐれており、めん、菓子用粉は粒子が細かいものの方が良いとされている<sup>2)</sup>。

めん適性が高いとされている「チホクコムギ」の粒度が他の品種・系統と比べて著しく細いことから粒度がめん適性を構成する一つの要因であるとも考えられるが、一般にめんに適すると言われている ASW の粒度が $2632\text{cm}^2/\text{g}$ とそれほど高い値ではないことと考え合わせると、粒度の高いことがめん適性の必須条件とも即断できないようである。今後めん試験の結果と粒度の関係を検討することが必要である。

また粒度と粉蛋白の間には負の相関が見られ、一般に施肥量を増すと蛋白量が増加することが知られているが、本試験の結果では栽培法によって粒度が変化するという結果は示されたものの、施肥条件と粒度の関係は明らかに出来なかった。

## (2) ミキソグラム

Shuey<sup>3)</sup>によれば、小麦粉生地は粉からパン、菓子などの製品が作られる中間的なステージにあるので、重要であるが生地の物性を計測することは難しく、それを定義することは更に困難だとしている。生地の変形は弾性と呼ばれる可逆的変形と流動と呼ばれる不可逆的変形の2つのタイプに分けられる。生地は液体ではないが流動し、固体ではないが弾性を持ち、この2つの特性が生地の物理特性とその役割に重要な役割を果たす。

ミキソグラフはファリノグラフと同様の装置であるが、ミキシング動作はファリノグラフよりも厳しく、温度コントロールの厳密性はファリノグラフよりも劣る。吸水率はファリノグラフの吸水率と極めて相関が高く、Development もファリノグラフの DT と似た傾向を示すが、W はファリノグラフの Wk とは相関が見られず、A、Q に相当する特性はファリノグラフにはないので、ミキソグラフをファリノグラフの試験に置き換えることは出来ないものと思われる。今後ミキソグラムの各分析値が、品質的にいかなる意味を持つかについて、追求を必要とするが、特に W は調査項目の中でも著しく変動係数が大きく、興味深い。図1は「チホクコムギ」の W が、「ホロシリコムギ」に比べて際立って小さいことを示している。

## (3) アルベオグラム

アルベオグラフを用いて生地を膨らませる際、生地膜の変化の様子を評価するための理論的モデルが Bloksma<sup>4)</sup>によって示され、Launay et al<sup>5)</sup>はそれがほぼ正しいことを認めている。Aitken et al<sup>6)</sup>は W、L の値と粉蛋白、パン体積との間に有意な相関があることを報告しており、Amos<sup>7)</sup>は S 値が製パン性の良い指標になるとしているが、Khattak et al<sup>8)</sup>の最近の研究では W、L 値と粉蛋白、パン体積との関係はあまりなく、S 値とパン体積の相関も W や P 値に比べて低いことが多いとされている。

本試験では供試材料数が少なく、明確な傾向はつかめなかったが、供試材料中で最もパンに適すると思われる市販強力粉が S、W 値で最高値を示し、P 値でも高い値を示したので、今後は供試材料数を増やし、製パン適性上の意味を明らかにすることが大切と思われる。

## 引用文献

- 1) 粉体工学研究会編“粒度測定技術”日刊工業新聞社, 1975, P.1-15.
- 2) 日本麦類研究会編“小麦粉・原料とその加工品”日本麦類研究会, 1964, P.622-683.
- 3) Shuey, W.C. “Practical instrument for rheological measurements on wheat products”. Cereal Chem. 52 II, 42r-81r. (1975).
- 4) Bloksma, A.H. “A calculation of the shape of the alveograms of some rheological model substances”. Cereal Chem. 34, 126. (1957).
- 5) Launay, B.; Bure, J.; Praden, J. “Use of the Chopin Alveographe as a rheological tool. I. Dough deformation measurements”. Cereal Chem. 54, 1042-1048. (1977).
- 6) Aitken, T.R.; Fisher, M.H.; Anderson, J. A. “Effect of protein content and grade on farinograms, extensograms, and alveograms”. Cereal Chem. 21, 465. (1944).
- 7) Amos, A.J. “Rheological methods in the milling and baking industry”. Analyst 74, 392. (1949).
- 8) Khattak, S., B.L.D'apponia and O.J. Bansik. “Use of the Alveograph for quality evaluation of hard red spring wheat”. Cereal Chem. 51, 355-363. (1974).

## III-3 水稲における品質育種の知見

## III-3-1 米の品質、食味に関する選抜上の知見

佐々木 忠 雄\*

北海道の水稲の品種改良においては、耐冷性や耐病性が重要な特性であることは、いうまでもない。これらの検定は、冷水掛流しや畑地晩播法あるいは本田多窒素栽培といった省力的、簡便な方法が確立されており、大量処理、早期選抜、検定が可能である。

一方、食味に関しては、10年ほど前までは、後期世代において（生本段階以降）実際に炊飯し食べ比べていた。当部に限って言えば、圃場展開時の雑種集団は十数万個体、数万系統である。それらのなかから食味に関して全く無選抜に選ばれた5系統ほどのなかに「巴まさり」クラスの味をもつものを期待するのは、宝クジの1等を夢みるようなものであろう。

従って育種サイドからは、選抜に使える食味を判定する物差しの確立が熱望されていた。

近年、食味の良否を理化学的測定により、判定する研究が著しく発展し<sup>2,8,9)</sup>、道産米に対しても、稲津等<sup>7)</sup>や南等<sup>11)</sup>によりその適用が始められた。そして、道産米は本州産米に比べて熱糊化しにくく老化し易い特徴があり、それは、檜作等<sup>3)</sup>や倉沢<sup>8)</sup>が指適したと同様に、アミロースの量と質のちがいであることが再認識された。このような研究を背景に、食味改善の方向を米でん粉の糊化・老化特性に求め、北海道の品種改良においては、低アミロース、低蛋白、高アミログラムを目標と

\*北海道立中央農業試験場稲作部、  
069-03 岩見沢市上幌向町