

小麦粉とバターのアルベオグラフと ファリノグラフの解析について

Studies on the Analysis about the Alveographe
and Farinograph of Wheat Flour and Butter.

大野 加代子
Kayoko Ōno

山口 忠次
Chūji Yamaguchi

(1981年11月30日 受理)

緒 言

製パン主原料である小麦粉には、製パン性向上を目的として各種の化学物質が添加され、あるいは混合されている。これらの添加物について世論の批判要望もあり、検討がなされてきたが最近禁止ではないが自主規制などにて、小麦粉の漂白行程を廃止したり、臭素酸カリウムなどは使用されないようになり、昔からのパン原料、すなわち小麦粉を主体にバター、マーガリン、砂糖を加えた本来のパンの姿になりつつある。この様な製パン時代を踏まえて小麦粉に添加される油脂（バター、マーガリン）の添加がパン生地におよぼす物理的性質の変化について基礎試験を実施し、その解析を行った。物理的性質変化の試験は食パン用生地を主体とし、アルベオグラフとブラベンダーのファリノグラフを使用し、その各種のグラフより多くの知見を得たので報告する。

試 験 方 法

A. 原 料

- イ) 小麦粉は強力粉を使用した。
- ロ) 小麦粉は水分13.3%、灰分0.37%、湿麩35%、粗タンパク12.2%であった。
- ハ) バターは無塩品を使用し、1～8%量を使用した。
- ニ) マーガリンは有塩品を使用し、2%量を使用した。

B. 使用 機 器

1. アルベオグラフ (Alveographe)
2. ファリノグラフ (Farinograph)

アルベオグラフ試験

本機器の作成する曲線は、その高さや幅と図形か

ら、すなわちこれらの山型の姿より、「アシ」、「コシ」、及び製パン、製麺に適するかどうか、また小麦粉自身の特性、産地の特徴などを示しその利用判別に利用することが出来る。

イ. 試 料

供試量：強力粉250 g

加水量：2.5%食塩水を用い、吸水は小麦粉の水分が50%となるよう加水した。

攪拌：8分間

測定：攪拌開始より28分後に測定した。

ロ. 図 表 と 記 号

P……生地 (Dough) の強靱性を示す値でグラフの中で高さの最高値 (AB) を示し1目盛の単位を10%とし、製パンでは「コシ」を表わす。

G……Doughが風船のように膨れて破裂するまでの膨張容積を空気と置換した装置の水量にて読む。

H-te……粉の水分、()内は加水量。

S……プランメーターで測定した面積であり、製パンの場合は膨張度を予想さす。

C……アルベオグラフ1cm²の仕事量に対する係数でGの値から換算表にて算出される。

L……Doughが破裂するまでの時間で伸張度を表わし、製パンの「アシ」(ED)を表わす。

P/L……「アシ」と「コシ」のバランスを表わす。

W……膨張したDoughを破裂させるのに要する破壊エネルギー。

$$W = \frac{1.1 \times C \times S}{L} \times 10^3 \text{ erg}$$

(1.1は器差)

図表の解析

図1は強力粉(I)と薄力粉(II)のグラフを標準モデルとして示したが、その高さ「コシ」(AB)と横幅「アシ」(ED)に加えてその姿を比較すれば強・薄力粉の特性を知ることができる。図のうち(II)の方は前傾し、その高さ(AB)は低く、その背の部は弓なりが小で直線に近い、尻部は低い点に特徴を示しているの、強力粉との差異を見ることができる。

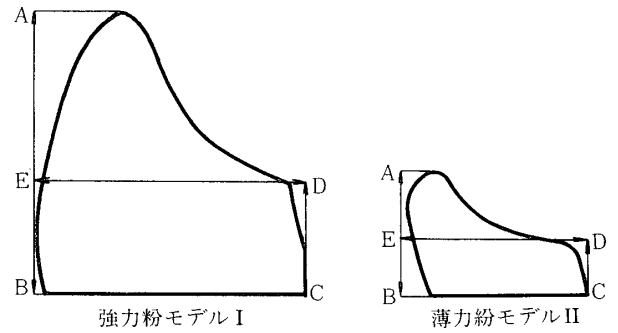


図1

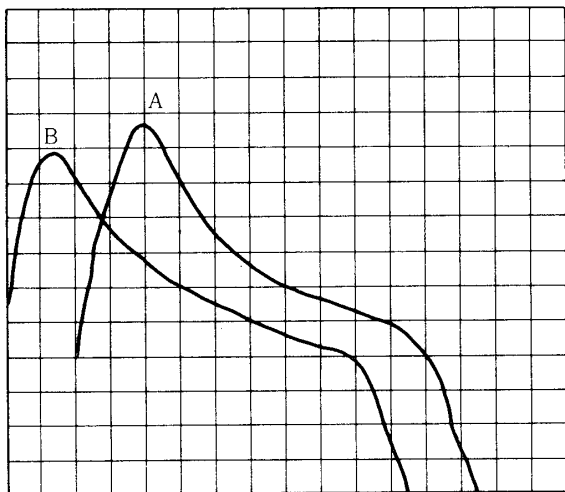
ハ. アルベオグラフ試験結果

表1はアルベオグラフ実験値であるが、図2-3

表1 アルヴェオグラフ試験値

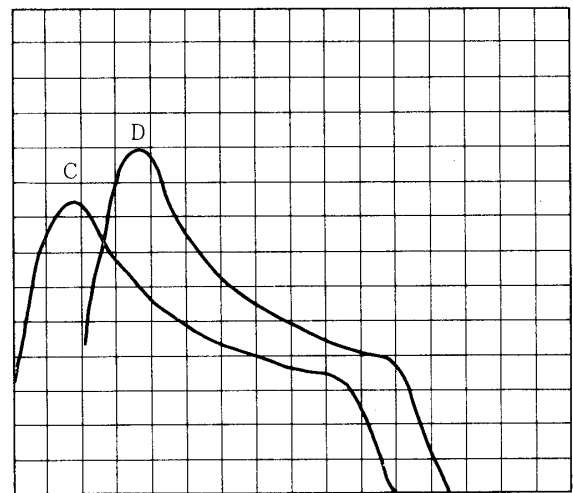
| 試料区分 | 試験項目 | P % | L % | P/L | S cm ² | C | W |
|------|----------------|-------|-----|------|-------------------|-----|-----|
| A | 小麦粉(強力粉)100% | 117.7 | 115 | 1.02 | 73 | 442 | 309 |
| B | 小麦粉100%バター-2% | 108.9 | 115 | 0.95 | 67 | 480 | 308 |
| D | 小麦粉100%マーガリン2% | 110.0 | 105 | 1.09 | 59 | 433 | 268 |
| C | 小麦粉100%バター-4% | 93.5 | 110 | 0.85 | 53.2 | 433 | 230 |

水分13.3% 灰分0.37% 湿麩35% 粗蛋白12.2%(強力粉)



| | |
|---|--|
| <p>No. A Objet 強力小麦粉 P=107×1.1=117.7% G=19.2 Hte=13.3% S=73c/m² C=442 L=115 P/L=1.02 W=309×10³ ergs</p> | <p>No. B Objet 強力小麦粉100%バター-2% P=99×1.1=108.9% G=20.0 Hte=13.3% S=67c/m² C=480 L=115 P/L=0.95 W=308×10³ ergs</p> |
|---|--|

図2 ALVEOGRAPHE



| | |
|---|---|
| <p>No. C Objet 強力小麦粉100%バター-4% P=85×1.1=93.5% G=19.0 Hte=13.3% S=53.2c/m² C=433 L=110 P/L=0.85 W=230×10³ ergs</p> | <p>No. D Objet 強力小麦粉100%マーガリン2% P=10×1.1=100% G=19.0 Hte=13.3% S=59c/m² C=433 L=105 P/L=1.09 W=268×10³ ergs</p> |
|---|---|

図3 ALVEOGRAPHE

は図2と3の合体比較図である。

- 1) 小麦粉の油脂添加と無添加の生地を比較すると、添加した生地では油脂が粘弾性に变化を与えている。
- 2) P値においては、バター2%のBとマーガリン2%のDとは近似値であるが、バター4%のCはB及びDに比し小である。すなわち「コシ」が柔らかくなっている。
- 3) P/L値において、2%添加ではマーガリンはL値すなわち「アシ」が小であるので値が大となっており、生地は幾分硬めとなっている傾向を示し、S値において図Dは図Bより小となっている。
- 4) S値においては、図2-3中のA、B、D、C、の順にて小である。油脂量が大となると生地抵抗性が弱くなり、製パン性の差異を示している。
- 5) 先に記したが、グラフの姿をグラフ実験値と比較しながら油脂添加の影響を知ることも本解析の主要目的である。図2-3は図2と3を重ね合わせたものであるが図1は強力粉、薄力粉の標準モデル図である。一般的に言えば強力粉は油脂類の添加により粘弾性に影響を受けて弱くなり、薄力粉の姿に（正確に言えば中力粉のような姿）に近づいていく。

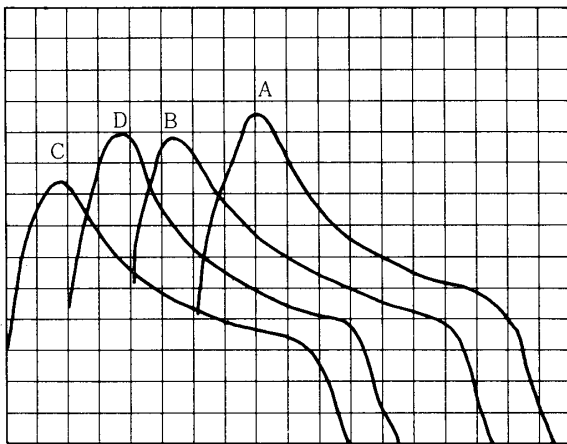


図2-3

P/Lは1より小となってくる。マニトバ粉のような超強力粉は1より大となっている。このことを基礎として図2-3の図型はバランスのとれた強力粉の姿を示している。しかし、A、B、C、Dに記したように添加油脂の影響により、少しずつ姿を変えているのが判明する。しかしながら中力粉の物性に近づくことなく製パン性において優秀な図型を示している。バター、マーガリンの差は数値上は差違を生じているが、図型から観察すれば類似しており、ただし値において差異をみることが出来る。Cの油脂4%添加はP値が低い。また頂点より尻部までの脊の弓なりのカーブは、A、B、C、Dとも類似し、かつ後部の高さはA、B、Dにおいて差は小さく、Cは低いのが特性である。

ファリノグラフ試験

小麦粉に水を加え、ミキサーにて混捏する時に要する力をグラフ上に表わしたもので、粉を混捏し続ける時の粘性抵抗力（トルク）の変化を測定している。このグラフの示す値、図型は強力、中力、薄力粉の特性を示すので、小麦粉の判別、用途の適、不適を区分することが出来る。また小麦粉の生地（Dough）が一定の粘性抵抗、いわゆる固さ（Consistency）になるまでに要する水の量、すなわち吸水率も測定されるので、加水の面よりDoughの性質を検討出来る。

イ. 試料

強力小麦粉はアルペオグラフ試験の小麦粉を使用した。試験はバター（無塩）、マーガリン（有塩）添加量の2%、4%、8%混入のものと、加水率（K）を55にして強力粉に合わせたものを含めて、10点を試料とした。

ロ. 図表と記号

図4-1のグラフに示す記号は次の性質を示している。

- A 生地（Dough）の固さ（Dough Consistency）を示す。

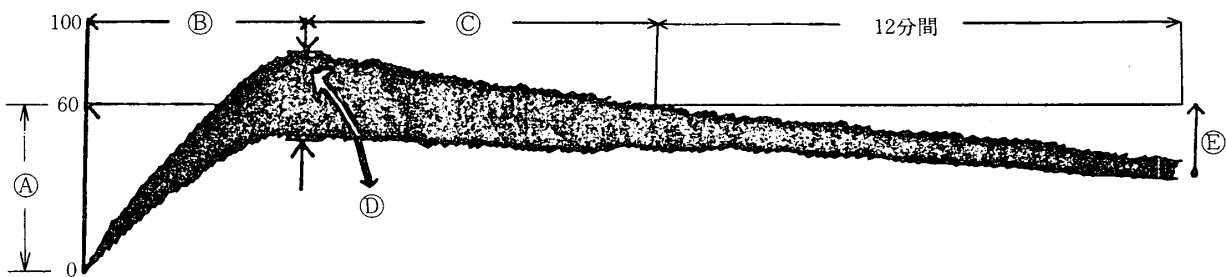


図4-1 ファリノグラフ標準図

表2 ファリノグラフ試験値

| 試験区分 | 試験項目 | 加水率 K (%) | 生地の固さ A (g/m) | 生地生成時分 B (分) | 生地安定時分 C (分) | 弾性 D (g/m) | 弱化度 E (g/m) | No. |
|---------|--------------------|--------------|------------------|-----------------|-----------------|---------------|----------------|------|
| A 社 強力粉 | 100% | 55 | 630 | 2.6 | 4.0 | 180 | 170 | 図 5 |
| 強力粉100% | バター 1% | 54.7 | 600 | 3.0 | 6.8 | 160 | 140 | 図 6 |
| 強力粉100% | バター 2% | 53.5 | 630 | 2.8 | 6.8 | 190 | 140 | 図 7 |
| 強力粉100% | マーガリン 2% | 53.0 | 590 | 2.4 | 4.0 | 180 | 140 | 図 8 |
| | 全 上 | 55 | 520 | 2.2 | 3.8 | 120 | 130 | 図 9 |
| 強力粉100% | バター 2% マーガリン 2% | 50.5 | 640 | 2.6 | 4.2 | 160 | 160 | 図 10 |
| | 全 上 | 55 | 420 | 1.2 | 4.0 | 80 | 80 | 図 11 |
| 強力粉100% | バター 4% | 51.5 | 640 | 2.2 | 6.0 | 160 | 130 | 図 12 |
| 強力粉100% | | 51.5 | 950 | 2.0 | 4.4 | 220 | 280 | 図 13 |
| 強力粉100% | バター 8% | 49 | 650 | 2.6 | 4.4 | 180 | 170 | 図 14 |

強力小麦粉：水分13.3% 灰分0.37% 湿麩35% 粗蛋白12.2%

- B 捏上時間(生地生成時分)(Dough Development)はグラフ2.5コマが1分間の速度を示す。
- C 生地安定度(Dough Stability)を示し、単位は分である。
- D 弾性(Elasticity and Tensibility)を示す。
- E 生地の弱化度(Weakness of Dough)を示す。

ハ. 図表の解析

図4-2は強、中、薄力粉のモデル図であるが、A、Bの部、またC、D、Eの部において夫々の特性を示している。Aの部では強力粉は丸みのある鶏のクチバシの型であるが薄力粉では、鶴のクチバシのように鋭い型を示し、中力粉はその中間を示しているが、この図型の特異的な姿から、生地の解析に大切なポイントを示している。

ファリノグラフ試験結果

表2を各々の値と図型から解析をした。また試料の油脂配合と加水率(K)を考慮して比較検討をした。

1) 図5について (強力粉のみ：油脂無添加)

強力小麦粉100%のファリノグラフである。加水量55%にて、A=630、B=2.6、E=170の値を示したが、この値を基準として油脂添加の各試験のグラフの検討をした。なおこの図型は典型的な食パン用小麦粉のファリノグラフを示しており、生地生成のカーブと生地の安定度、及び弱化度状況を、標準の食パン用生地のグラフのパターンとしてみることで

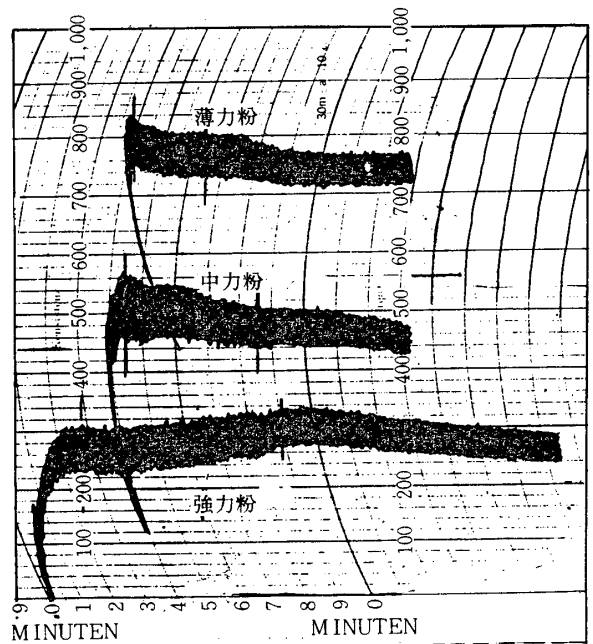


図4-2

きる。

2) 図6について (バター1%添加)

バター1%の混入では、K=54.7で加水量が若干減少しているが、E=140と低下しており油脂の添加の影響を示している。またファリノグラフ図型は図5に類似しているがB値が大となっている。

3) 図7について (バター2%添加)

本試験のファリノグラフは極めて図6に類似して見えるが、K=53.5にすることにて、バター1%の試験の弱化度を保たせ得ることを示している。このK値にて図6のA値(600)を保持はするが、油脂添

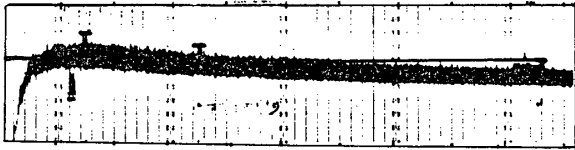


図 5

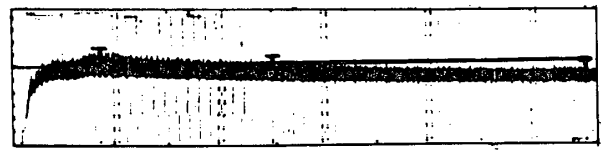


図 6

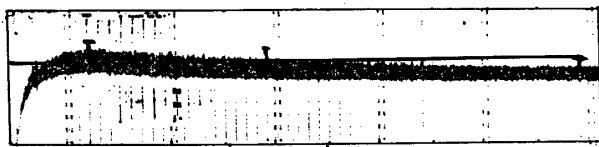


図 7

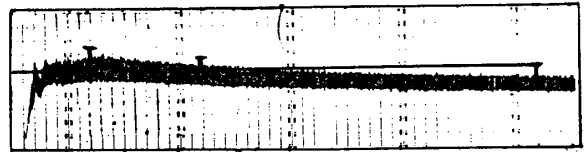


図 8

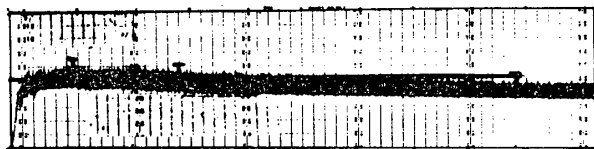


図 9

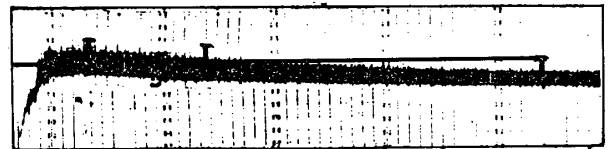


図 10

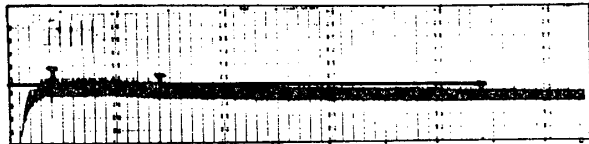


図 11

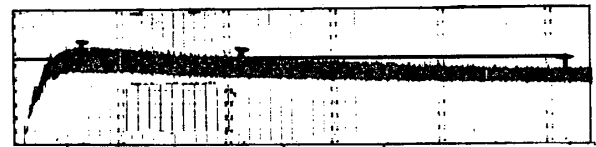


図 12

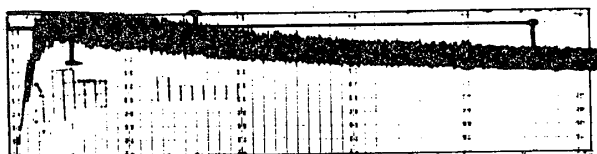


図 13

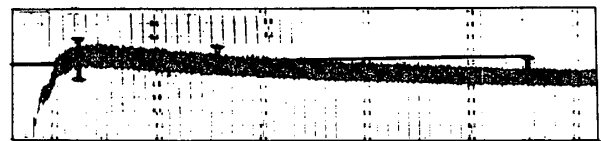


図 14

ファリノグラフ

加の影響のためにB値は強力粉のみのB値より大となり、C値は6.8分と長くなっていることが特徴といえる。

4) 図 8 について (マーガリン 2% 添加)

この試験のファリノグラフは、強力粉のみの図 5 に比較してグラフの先端の立上り部が鋭くなっている、若干中力粉の特徴の型が見られる。K=53.0 であって小であるが、この値にて図 6、図 7 の E に近

い値を保持していると解析すべきである。

5) 図 9 について (マーガリン 2% 添加)

図 8 と同じ試料について、加水率 K を 55 として試験した時の比較試験で水量を必要量以上に増加した時のグラフである。A、B、C、D、E の各値について見ればそれらの値は低下しており、加水率と Dough 物性の変化とその影響を見ることができる。特に弾性と弱化度、すなわち D と E 値の降下が大である。

6) 図10について (バター2%, マーガリン2%添加)

上記した各図型の油脂量からすれば、油脂分は計4%となって大であるが、加水率を50.5にすることにて(適正加水率と考えられる)製パン性を保持していることを知ることができる。しかしグラフの先端の立ち上がりは図8に近似している。

7) 図11について (バター2%, マーガリン2%添加)

図10の試験の加水率Kを55とした時のグラフであって、図9試験で実施したと同様の目的で加水率とDoughの変化と影響を比較検討するための試験を実施したものである。図9試験に見られたようにA~Eの各値において、それぞれに値の低下がある。特にA, B, D, Eにおいての数値の下降が大である。E=80であってファリノグラフは横走りを示し、加水率と製パン性の関係を見ることができるグラフと言うべきである。

8) 図12について (バター4%添加)

図11までの試験が示したように、加水率(K)のDoughにおよぼす効果を知ることが出来たが、図12の試験はK=51.5にて図5に大変近似したファリノグラフを得ることが示されている。ただし細部数値においては図7の各値に近い数値を示すが、弾性(D)においては油脂の影響を受けて小となっている。また先端部の立ち上がり、すなわち生地生成の図型において図9, 10, 11と異なっており、図7に近い型を示している。

9) 図13について (強力粉のみ)

試験1)図5のファリノグラフ試験の時のKを51.5とし、かつ油脂無添加の試験グラフである。A値はいたずらに大となり、生地生成時間Bは小でグラフ先端は垂直に近く立ち上がり、かつ丸味もなくEはいたずらに大となり弾性も大きすぎて製パン性は失われている。

10) 図14について (バター8%添加)

8%のバター添加は菓子パンの添加油脂量より考えれば特別に大量とは言えないが、食パンでは多量の混入試験である。しかしながら製パン性を保持するために、加水率Kは49%と少ない加水がなされていることを注目すべきである。しかしながらそのグラフは図7に比較的似ており、その値はむしろ図8に近似している(中間値と言うべきであろう)。A値は加水量の小のため大となっているが、バター、マーガリン添加量の多い場合の菓子パンの製パン性を

予想さしていて参考となる点が多い。同時に菓子パン向きのK値の大きい小麦粉を使用すべきである。

ファリノグラフについて要約

a) バター添加により生地生成時間が無添加物に比し少々長くなるが、安定性が良く弱化度も小さい。

b) マーガリンとバターの添加による差異は殆どないと考える。

c) 油脂添加の場合に、同じDoughの固さになるために必要な加水量は、油脂量に反比例して少なくなっている。

d) バター8%添加の場合は加水量の操作にて、油脂無添加の場合の粘弾性を大差なく保持できる。

e) バター4%添加の生地の粘弾性は最良の生地状態と言える。ただし加水量51.5であった。

“おわり”にこの食パンの物性試験については、砂糖及びショートニングの添加による影響を試験していない。については上記の基礎試験の解析を基礎として、第2次試験を実施しなければならない。

最後にこのファリノグラフとアルベオグラフ解析について、ご協力をいただきました東福製粉株式会社の木村氏(前取締役)に深謝致します。

文 献

- 1) 二國二郎：澱粉科学ハンドブック，朝倉書店，223，(1977)。
- 2) 中江恒：パン化学ノート，パンニュース社，(1979)。
- 3) 半田朝子：中村学園研究紀要，1号，263，(1968)。
- 4) D.W.Kent Jones：The practice and Science of Bread Making，Northern Publishing Co.，69，(1962)。