

# 植物蛋白質(大豆)の製パン及びうどんへの利用について

## On Utilizations of the Vegetable Protein (Soya bean) to Bread and "Udon" Making

山口 忠次 日永田優子 古賀 民穂 岡部真理子  
Chūji Yamaguchi Yūko Hieida Tamiho Koga Mariko Okabe

### 〔I〕 緒 言

植物蛋白が、商品として登場して以来、その品質も向上し、その利用方法も実用化され、商品価値が次第に広範囲に認識されて来ている。ミンチボール、肉団子等のミンチ肉に混入され、煉製品製造においては、その粘弾力の特徴が利用され、あるいは種々のメリケン粉食品(製菓)に小麦粉と共用され、食品の蛋白質を経済的に代替しており、かつ植物蛋白質の栄養的特性効果も上げている。本報告に使用した植物蛋白商品(俗称、人造肉)は、大豆蛋白より抽出された粉末製品であるが、その蛋白含有が約60%以上であり、高含有率を示すが、脂肪の含有率は1%以下と低く、動物性の脂肪とコレステロールを含有しないので健康食、美容食に好適とされ、「畑の肉」と称されている。

筆者らは、これら人造肉の特性、特徴を考慮してこの利用について、植物蛋白粉末品を小麦粉に混入して製パン、製麺(生うどん)試験を実施した。基礎試験としては、植物蛋白質の3~10%混合に起因する原材料の物性変化を、アミロ及びアルベオグラフ試験にて、詳細を検討して製品品質との関係を知ることが出来たが、本報告は製パンの部と製麺の部の二項目に分類している。

筆者らは、本学紀要第1号にて、米粉の製パン利用について報告したが、今回の試験で米粉の製パン試験も再試験したので併せて報告することとした。

### 〔II〕 実 験

#### (A) 製パンの部

##### (1) 試 料

本実験は次の原材料を使用した。

(a) 小麦粉: フランスパン専用粉(準強力粉)

(b) 植物蛋白(粉末): 市販の粉末商品のうちA I及びA IIの二種類

A I: 抽出された大豆蛋白質と繊維状(テクスチャー状)としたものの粉末市販品

A II: 抽出大豆蛋白であるが繊維性を有しない粉

末市販品

(c) 米粉: 白米を 100Me' に粉末化したもの

#### (2) 製パン試験の材料配合について

標準パン	小麦粉のみ	写真No. 100
5%A Iパン	小麦粉95, A I 5	No. 200
10%A Iパン	小麦粉90, A I 10	No. 300
5%A IIパン	小麦粉95, A II 5	No. 400
10%A IIパン	小麦粉90, A II 10	No. 500
10%米粉パン	小麦粉90, 米粉10	No. 600

以上のように主原料を配合した。

即ち、小麦粉のみを植物蛋白(粉末)または、米粉(100Me)にて代替し副材料は同一量とした。

標準配合

小麦粉	300 g	塩	3.5 g
バター	15 g	砂糖	13.5 g
イースト	10 g	水	200 ml

水量については、混入試験品に応じて、ドウの堅さに応じ若干加減したが、これは植物蛋白質の吸水力が大なるためである。全試験区の製パンのデータを表2に示している。また全試験区の焼上の状況は、写真(1~5)にて示している。

#### (3) 小麦粉とA I及びA IIの分析について

試験材料の分析値を表1に示したが、本表以外に諸材料の物理的性質を示す各種のブラベンダーグラフがある

表 1

	水分	灰分	湿 麩	粗蛋白	
試験小麦粉	15.1	0.45	—	10.5	
米 粉	13.0	—	—	6.64	100Me'
A I	7.69	—	—	70.1	繊維状としたもの粉末商品
A II	6.73	—	—	71.5	繊維状をもたぬ粉末商品

小麦粉 アミログラム 最高粘度 430B. U.

フェリノグラム 吸水率 60% V. V. 60

エキテンソグラム 面積 173 F/E 4.5

が、次の項目である製麺の部（グラフの項）で統括的に説明をする。

製品パンについては、小麦粉に人造肉を混合することにより、パンの品質保存時間が影響をうけることが予想される。このことは商品品質の低下を意味し重要な意義をもつものである。例えば、パンが早く堅くなり販売出来ないことを意味する。この試験のためにジアスターゼによるブドウ糖生成試験を実施して、 $\alpha$ 化度を検討した。

$\alpha$ 化試験の試料調製及び測定

パン約1gを精秤し、1%ジアスターゼ溶液（1-50-5

minites）の5mlを加え37°C60分間保存してのち、1N-塩酸2mlを加えてジアスターゼの作用を止める。これをサンプルとして1g中のブドウ糖量を算出した。

（4）製パン評価

パンの評価には、パン審査基準が決められているが、本試験に於ては、次の項目を主として採用、優劣の基準とした。

表 2

試験区	小麦粉	水量	試験ブドウ糖g	焼上り(g)	容量(ml)	水分(%)	ブドウ糖mg	写真No.	
標準	1	80	44.5	125	111	270	38.5	718	100
	2	80	44.5	125	113	270	—	684	—
	3	80	44.5	125	112	260	—	—	—
	4	80	44.5	125	111.5	280	—	—	—
平均	80	44.5	125	111.9	270	38.5	—	—	
5%A I	1	75	46.5	125	113	240	38.83	688	200
	2	75	46.5	125	113	210	—	694	—
	3	75	46.5	125	114	240	—	—	—
	4	75	46.5	122	110	220	—	—	—
平均	75	46.5	124.25	111.25	227.5	38.83	—	—	
10%A I	1	80	50	130	119	220	42.3	748	300
	2	80	50	130	117	210	—	732	—
	3	80	50	130	116	215	—	690	—
	4	80	50	130	116	225	—	—	—
平均	80	50	130	117	217.5	42.3	—	—	
5%A II	1	80	45	127	112	290	37.6	760	400
	2	80	45	127	111	288	—	789	—
	3	80	45	127	114	290	—	—	—
	4	80	45	127	113	300	—	—	—
平均	80	45	127	112.5	292	37.6	—	—	
10%A II	1	80	47.5	130	116	310	40	686	500
	2	80	47.5	130	117	320	—	—	—
	3	80	47.5	130	117	340	—	686	—
	4	80	47.5	130	116	290	—	730	—
平均	80	47.5	130	116.5	315	40	—	—	
10%米粉	1	87.5	50	138	124	310	39.6	744	600
	2	87.5	50	138	125	325	—	708	—
	3	87.5	50	138	123	325	—	—	—
	4	87.5	50	138	123	310	—	—	—
平均	87.5	50	138	123.75	317.5	39.6	—	—	

写真 1  
標準パン 米パン (10%)

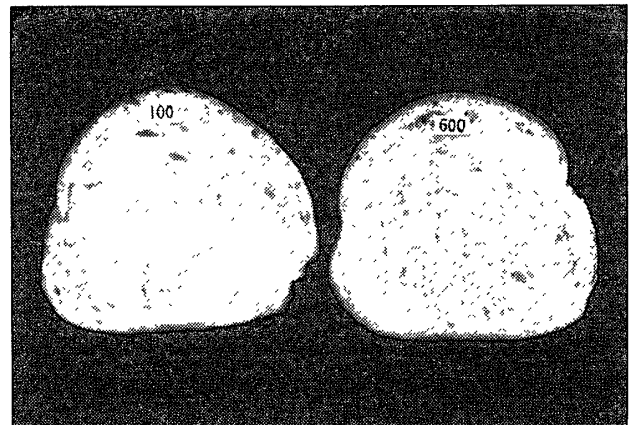


写真 2  
A I パン (10%) A I パン (5%)

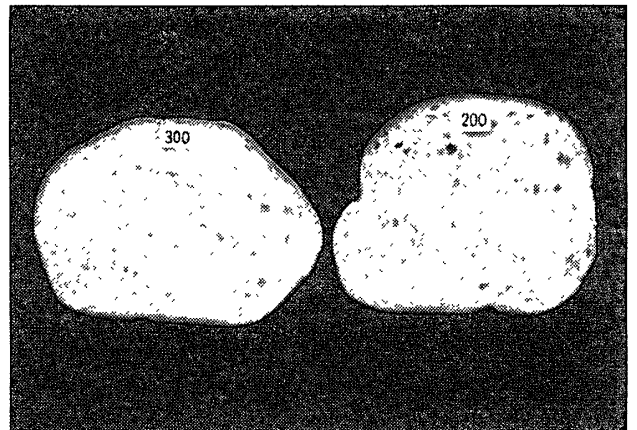


写真 3  
A II パン (10%) A II パン (5%)

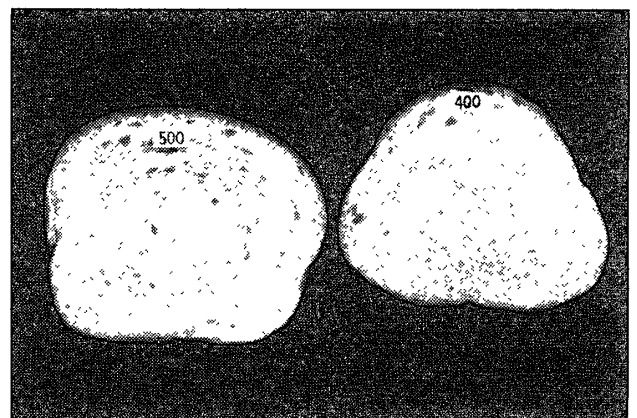


写真 4

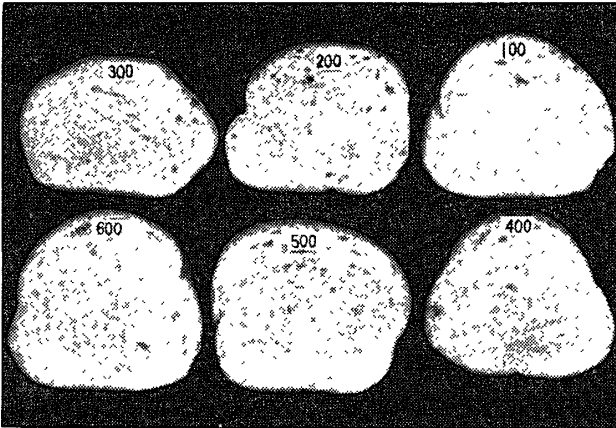
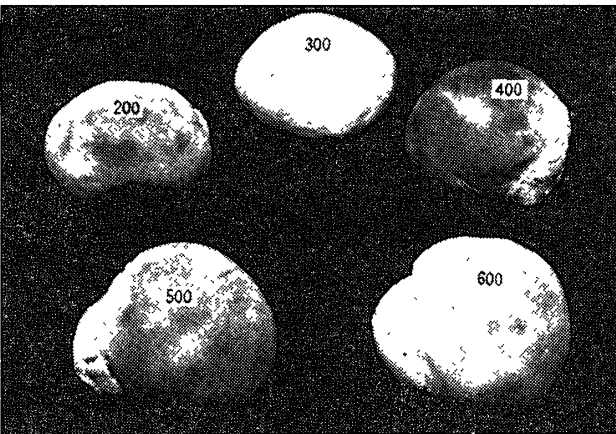


写真 5



- (a) 食感と風味  
 (b) すだち, 色………観察 (写真参照)  
 (c) 膨張率………焼上り容量 (表2)  
 (d) 24時間後の老化…ブドウ糖生成量 (表2)

(a)及び(b): 食感, 風味及びすだちについて。

(1) 5%A I パンについては食感, 風味, すだちが何れも劣る。焼立て直後は目立たないが, 冷えてくると食感, 風味共に劣る。

10%A I パンは前記5%A I パンよりも著しく劣り, パンとしては不合格といえる。風味が特に劣る。

(2) A I系以外の試験パンは何れも, 標準パンに勝るとも劣らない。

5%A II パンは特に美味であり, その食感もよく, すだちも良い。

10%A II パンは, A II 混入量が10%で多いが, 10%米粉パンと同様に, 食感, 風味, すだちも良く, 標準パンに遜色がない。

(c) 膨張率について

製品の容積は品質と同様に大切な要素である。仮りにおいしくとも“ふくれ”がないならば致命的と言える。表2の示す各試験区のパンの平均容積と使用小麦粉量との倍率を次に示す。

標準パン………3.38倍	5%A II パン…3.65倍
5%A I パン…3.03倍	10%A II パン…3.94倍
10%A I パン…2.72倍	10%米粉パン…3.64倍

前項にて, A I 混入パンが標準パンに食感, 風味の劣ることを説明したが, 膨影においても, 標準パンより劣る。かつA II, 米粉パンに比しても遙かに劣っている。結論的に言ってA I の混入は製パンには不向きと考えて良い。

A II と米粉はその倍率が標準パンよりも良好で, 混入により何ら膨張は妨げられない。写真1~5にてふくれの状態の比較, すだちを観察することが出来る。写真5は, 標準パン (No. 100) を除外しているが, 写真4とともに全体的に比較観察が出来る。予想以上に, A II 系のパンが非常に良好であった。また, 米粉パンは紀要1号に報告したように今回の試験も良好であることを示している。

#### (d) 24時間老化試験

前述したように植物蛋白等を混入することによるパンの老化, 保存時間の影響, 品質低下を老化によって試験した。

表2に示すブドウ糖生成量は, 小麦粉以外の混入物のため小となると考えたが, 予想とは異なって, 全試験区とも標準パンの値に近似するか, またはそれより高いブドウ糖を生成している。従って老化に関しては, 植物蛋白質, 米粉の混入による懸念は不要と考えるが, 24時間経過の試食よりみて, 本データについては更に追求すべき点があると考えられる。

以上の観察点より言えば, 植物蛋白は製パンの際10%までの混入が可能である。しかしながらA I 型の繊維化された型の植物蛋白は, 小麦粉に混入出来ない。

#### (5) 植物蛋白の混入による蛋白質含有量増加について

植物蛋白商品の5~10%混入は, 多量とは言えないが, 本品は含水%が小であり, 蛋白質の含有量は, 供試小麦粉の約7倍を含有しているため貴重な植物蛋白源の追加となり, 筆者らの注視する点である。

アミノ酸組成より見た場合, 小麦粉はリジンが少く制限アミノ酸となっていて, プロティンスコアは48で特に低い。しかしながら, 米及び大豆にはリジン含量が多いので米粉及び植物蛋白のパンへの混入による栄養的蛋白補強の効果は大と考えている。

#### (B) 製 麵 の 部

うどんは家庭食として, 生うどん, 干麺で大いに用いられているが, 地方によりまた, “のれん”により各様の風味, 歯切れの特色を有する手近な大衆的な名じみの食品である。

筆者らは製パンの部で, 家庭食品のパンに蛋白質含量

を補強することを目的とした試験を実施し、その利用法を検討し得たが、これを生うどんに利用する試験をした。

同時に筆者らは、小麦粉が植物蛋白質を混合されることによって、生地がいかなる理化学的性質の変化を示すかを重視して試験したものである。すなわち、この理化学的性質、伸展性の性質を十分に把握することにより、これらの植物蛋白が今後更に、多方面に利用されるための試験となることを期待している。生うどんの製造試験と同時に、干麺製造も実施したが、干麺にはJAS規格が規定されているので、規格に沿った試験を更に進め、次の機会に報告したい。

### (1) 試料

本実験には、製パンと同じく次の原材料を使用した。

(a) 麵用小麦粉: 上白麵用粉

(b) 米粉: 100Me 粉

(c) 植物蛋白: 粉末市販品

製パン試験に使用したA I, A II及び米粉を3, 5, 10%の割合で混合した。

表 3 原料分析値

	麵小麦粉	A I	A II	A II 10%	米 粉
水分%	14.5	7.69	6.73	13.3	13.0
蛋白質	8.82	71.5	70.1	13.26	6.64
記 事	A II 10%混入にて蛋白は約50%増となる				100Me'

### (2) 製麵方法について

小型手動製麵機を使用した。加塩は塩水添加をしたが濃度を Bé10 度とし、小麦粉1,000 g に対し350mlを加えた。(Bé10 度は塩水100ml中10.9 gの食塩を含む)

常法に従い手でこね、5~6回ローラーに通し製麵機にかけた。ゆで方としては、沸とう水に麵を入れ再び沸とうさせた。弱火で18分間ゆで水冷後水切り製品(ゆでめん)とした。

### (3) 製麵評価

生うどんについて

標準品である麵用粉のみよりつくられた生うどんと比較して、いづれの混入区も良い生うどんが製造された。しかし詳細に検討すれば、独自の特徴を有していることが判明した。

即ち米粉とA II混入品は、標準品に比し、白色度、つや、うどんの容積、歯切れ、伸展性において、勝るとも劣らないと判断したが、A Iの混合うどんは、その白色度が3%以上の混合となると次第に劣り、歯切れは望ましい固さを示すが、伸びが弱くなる。

ゆで上り容積は同一条件のゆで方を実施したのであるが、実験値にフレがありその数値の大小を判定しがたい

が原料生麵100 g に対し250ml前後の容量を示し大差はなかった。

本試験の目標である蛋白質量の増強という点よりすれば、A II混合品はキシキシした白色度の優れた特徴ある麵の製品をつくりうるので蛋白質の増強という目的にも沿うものと判断している。分析値では10%A II混入にて、小麦粉の蛋白質含有は約50%増強され、5%混入にて、約30%増加となる点を注視すべきである。米粉うどんも良製品が得られた。特に白色度が良いので古米処理のための新しい加工処理法と考えている。

### (4) 物理試験について

ファリノグラフとアルベオグラフの試験結果を図1~図7にて示している。測定事項についての要約説明を参考として次に記す。

(a) ファリノグラフ測定事項

吸水%: グラフ60 (1, 200 g/m) に要する所要量である。

時 間: こね始めて10分間の粘性を記録している。

供試料: 400 g

記録計の速度: 25mm/分 (グラフ2.5コマ)

D. T: 生地生成時間 (分) 即ちスタートより第1の×印点までの時間を示し、小麦粉の生地形成までの抵抗を示す。

S. T: 生地安定時間 (分) 即ち第1の×印と第2の×印間の時間で、この時間の長い程生地が安定し製パンには良い。

Week: 生地弱化度。強力粉ほど、この値は小となる、第3の×印にて示す。

(注)、図1はブラベンダー社法のファリノであり、図2~6は東福製粉工場法のファリノである。

(b) アルベオグラフの測定事項

小麦粉サンプル: 250 g

加水量: 2.5%食塩水を用い吸水は15%水分で吸水47%表に依る。

Mixing time: 6分間、なお Mixing 開始より26分後に測定を始める。

揚水 time: 0~25までの時間 30秒

記録計回転: 1回転46秒 (但し始動から停止場所まで)

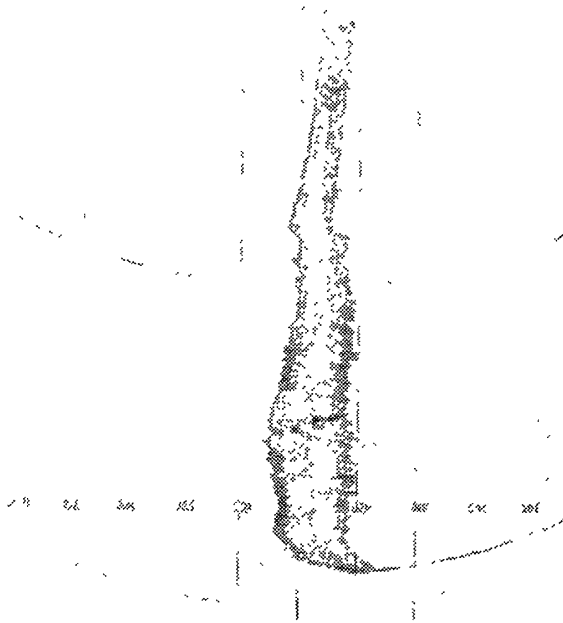
P: Dough (生地) の強じん性を表しグラフで最高の点を取る (1目盛10mm) 製パンの場合“こし”を表す。器差1.1を生ずる。

G: Dough が破裂するまでに膨張した容積を空気と置換した水の量 (ビュレットの目盛) で読んだ値 (ml)

H<sup>60</sup>: 粉の水分

S: プラニメーターで測定した面積、製パンの場合の

図 1 フランスパン用小麦粉 (元)



分析値	水分	15.1%
	灰分	0.45%
	蛋白質	10.5%
	W. G.	30.5%
フリ	吸水	60.0%
アノ	V. V.	60
エテ	面積	173cm <sup>2</sup>
キス	F/E	4.5
アロ	最高粘度	430B. U.

図 2 フランスパン用小麦粉 (元)

分析値	水分	15.1%
	灰分	0.45%
	蛋白質	10.5%
	W. G.	30.5%
フリ	吸水	60.0%
アノ	V. V.	60
エテ	面積	173cm <sup>2</sup>
キス	F/E	4.5
アロ	最高粘度	430B. U.

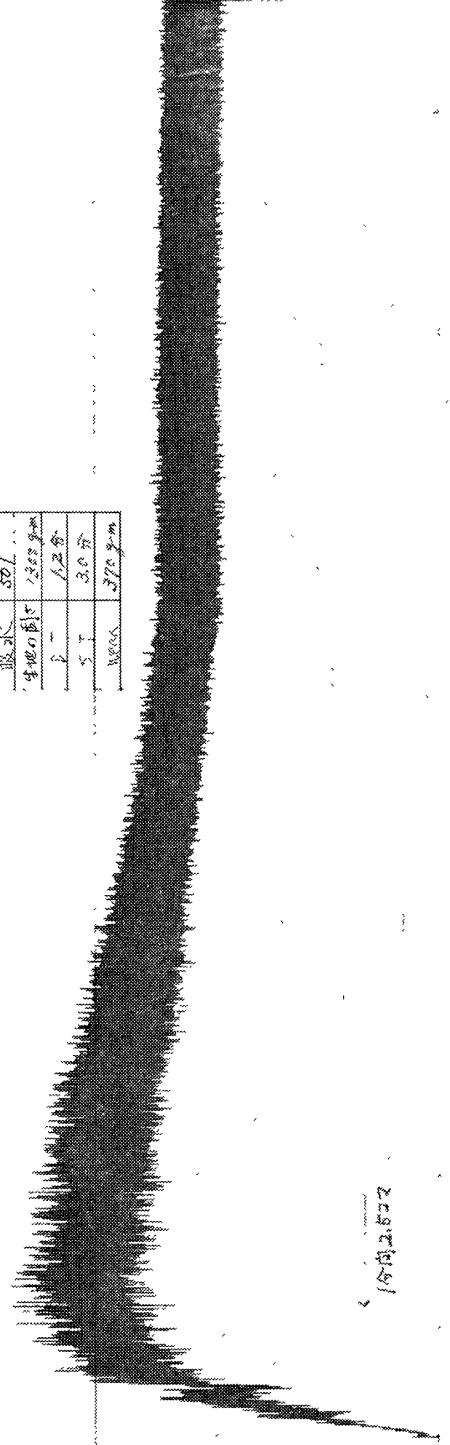


図 3 フランスパン小麦粉+3%AII

小麦粉	720g	3%AII
アト月日	1965.10.27	
製造月日		
吸水	57%	
生地時間	13分20秒	
B.T.	1.6分	
S.T.	2.2分	
Weight	320g	

フランスパン小麦粉+3%AII

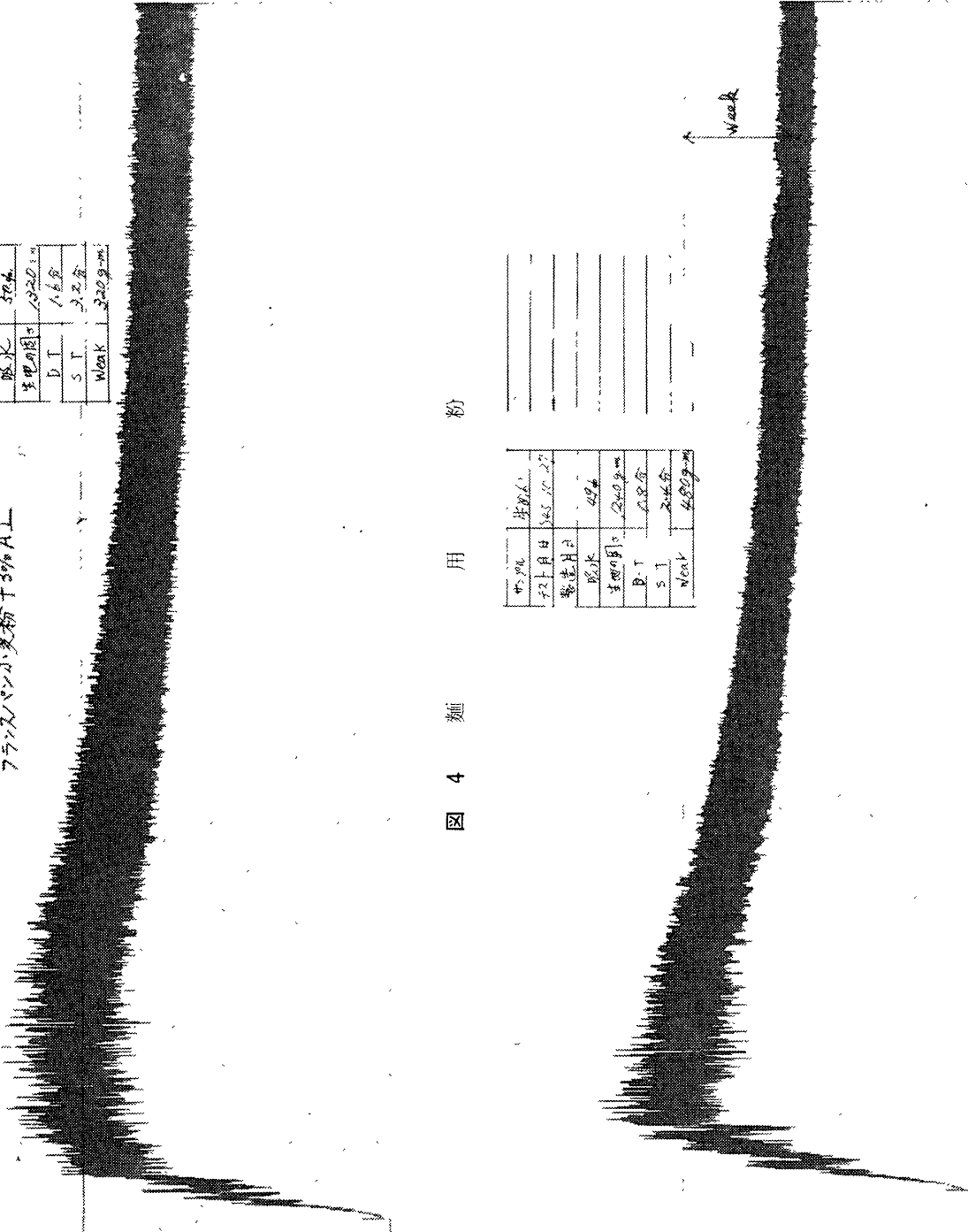


図 4 麵 用 粉

小麦粉	480g	
アト月日	1965.10.27	
製造月日		
吸水	48%	
生地時間	12分00秒	
B.T.	1.8分	
S.T.	2.4分	
Weight	480g	

小麦粉		
アト月日		
製造月日		
吸水		
生地時間		
B.T.		
S.T.		
Weight		

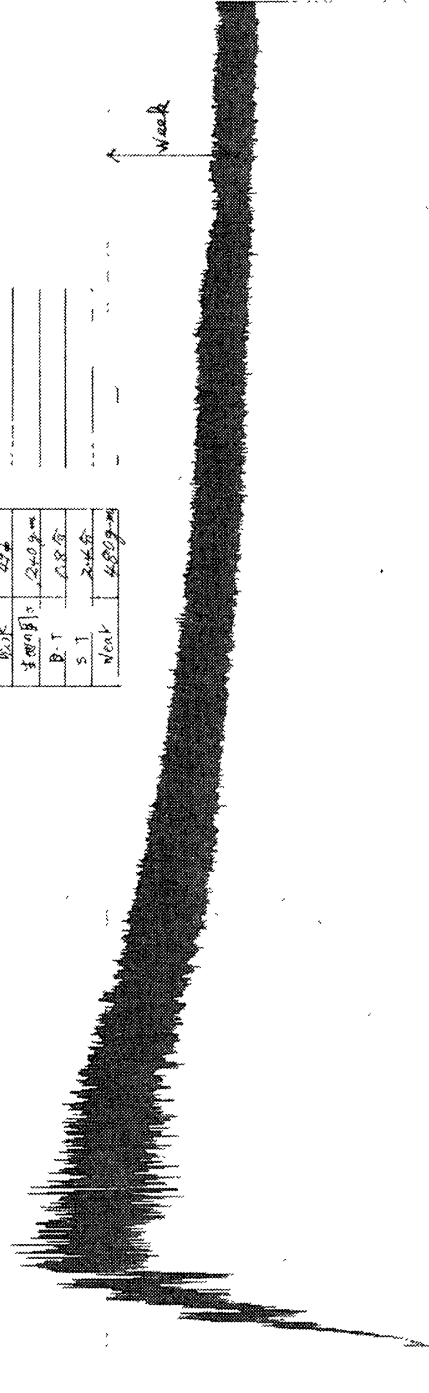


図 5 麵用粉 + 3% A I

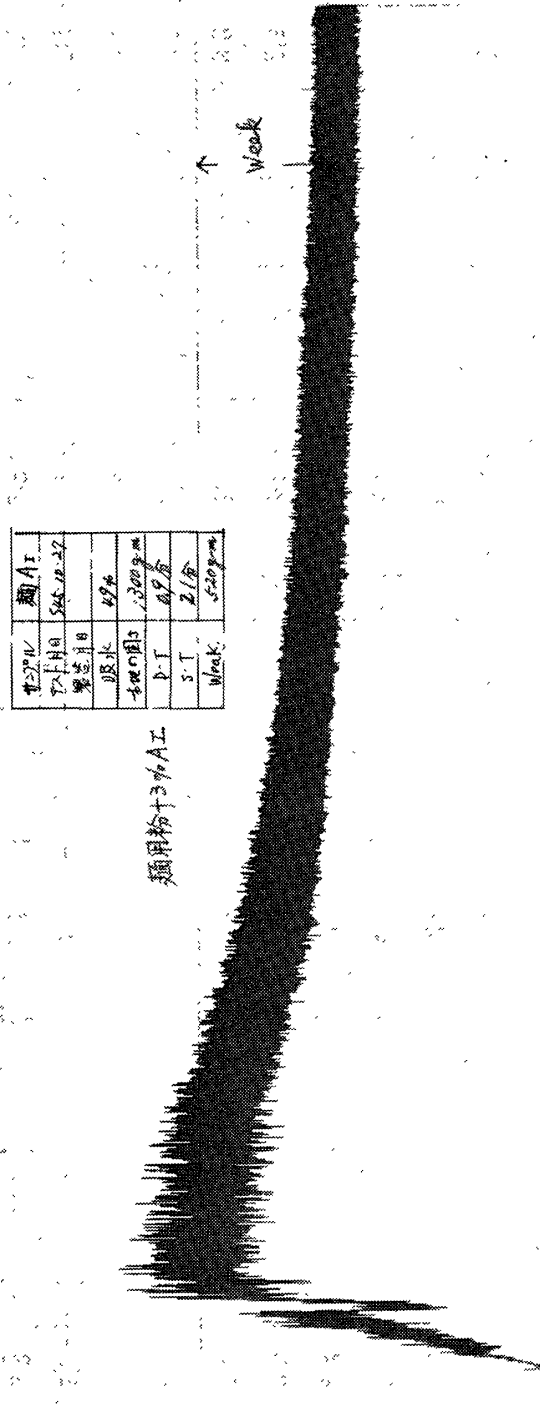


図 6 麵用粉 + 3% A II

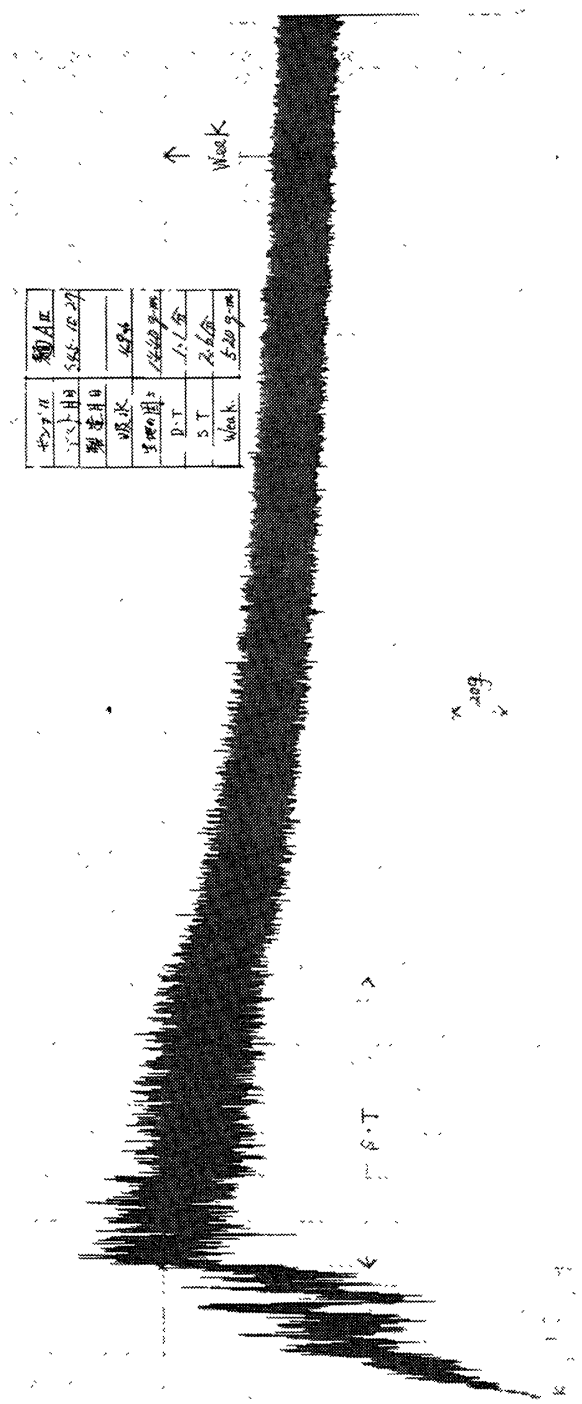


図 7

麵粉試験グラフ

パン用粉試験グラフ

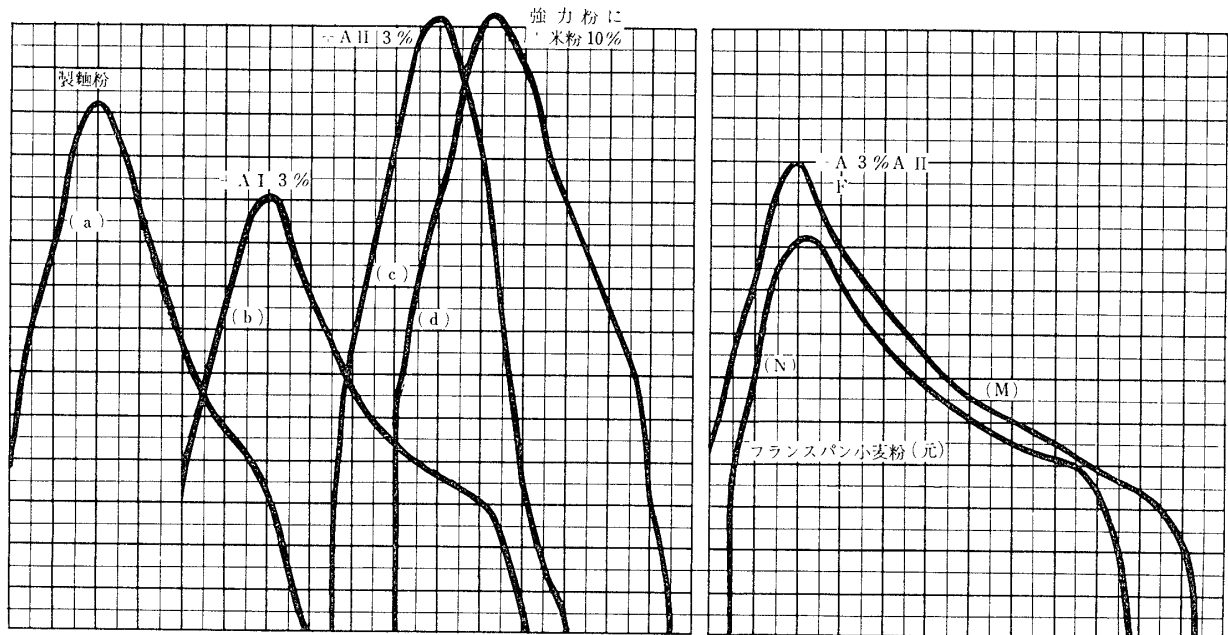


表 4 アルベオグラフ値

	フランスパン用粉		麵用粉			米粉
	準強力粉		中力粉			強力粉
粗蛋白%	10.5					6.64
	混入なし	3%A II混入	混入なし	3%A I混入	3%A II混入	10%米粉混入
P <sub>0</sub>	87	109	122	102	146	143
P(P <sub>0</sub> ×1.1) %	95.7	119.9	134.2	112.2	160.6	157.3
G	19.0	19	15.3	16.4	13.4	15.0
H <sup>10</sup> %	13.2	13.0	13.0	12.7	12.7	14.0
Scm <sup>2</sup>	51.7	63	47	44.5	45	59
C	433	433	280	323	216	270
L	108	97	67	80	52	63
P/L	0.89	1.24	2.00	1.40	3.09	2.50
W×10 <sup>3</sup> erg	228	309	216	198	206	278
グラフ No.	N	M	a	b	c	d

膨張度を示す。

C: 1cm<sup>2</sup> の仕事量に対する係数でGの値より換算表により算出する。

L: Dough が破裂するまでの時間で伸張度を表し製パンの場合“あし”を表す。

P/L: 強靱性と伸張度との比で製パンの場合の“こし”と“あし”のバランスを表す。

W: 膨張した Dough を破裂させるために要する破壊エネルギーで公式により求めたもの。

$$W = \frac{1.1 \times C \times S}{L} \times 10^3 \text{ ergs} \quad (1.1 \text{ は器差})$$

(5) グラフの考察

製パン用、または麵用小麦粉に植物蛋白、または米粉の混入することによって、母体の小麦粉がそれぞれ独自の粘弾性伸展性の変化を示しており、製パンまたは製麵に適當であるかを検討することが出来た。

(I) 製パン性と図1~3について

図1及び図2は同じ試料で試験機器が異なるが、次の点でその特性を示している。

(a) D.T 時間は図3が長く、A IIの混合により抵抗が大となっている(好ましくない)

(b) S.T時間も図3が長いが生地の安定を示している(好ましい)

(c) Week は図3(320gm)が図2(370gm)より小さく、生地の劣化が少ない(好ましい)。かつ尾部の厚さ(巾)は、図3が大で生地は抵抗を示している。これはA IIの特性と考えられる。即ち強力粉の型に近い。

以上より総合して、A IIの混合は製パン上から、良好であると判断する。実際にパン焼きした結果と、試食の面から言えば、5%混入が最良であり、10%混入は最高限度の混入量とするが、両者とも味は非常に良い。

なお、A I粉の混入は製パンには不適當であるが、その原因はA I粉テクチャー性を有するため、収縮力が大で、従ってパン容積を小にし、同時に風味を害したと考えている。

(II) 製麵性と図4~6について

図4が標準麵用粉のグラフである。

(a) D.T 時間については図5は図4に近似し、図



6は時間が長く生地生成に時間が必要なことを示す。このことは、小麦粉と塩水のこね作業に手間を要することと考えている。

(b) S.T 時間については、図5は特に短かく(好ましくない)、生地の安定度がない。図6は図4に近似し、良好である。

(c) Week については、図5, 6共に図3より低い。しかし、図6のA II混合は、グラフの尾部の厚さ(巾)が大となっており、麺は生地にこしがあり、うどん製品でキチキチしたものとなることを示している。A IIは標準よりこしのないやわらかな麺を予想させる。これらのことを利用すれば、特徴ある例えばキチキチした麺などの製造が予想されうる。

(Ⅲ) アルベオグラフと製パン、製麺について。

(A) 製パングラフ(図7右部)

表4の測定値のP.S.Lを比較すると、P及びSについては、図Mが大でSについては図Nが大であるが全体的にみて、製パン性があると判断できる。従ってA IIの3%混入は、製パン性を防害していないグラフと判断した。

(B) 製麺グラフ(図7左部)

麺用粉のグラフにA I, A IIを混入させた図型は全く予想に反したが、実際に製麺すると、大略グラフの示す性質を示した。

(b)はテクスチャー性を有する植物蛋白質粉の3%混入図であるが、腰は弱くなり、伸びが出ている。(c)はテクスチャー性のないA II粉混入であるが、米粉10%混入(強力小麦粉): (d)に近似している。腰の強いわりに、伸びは劣っている。

## 要 約

製パン試験の結果について次のように要約出来る。

(A) 準強力粉(フランスパン用)に植物蛋白質のテクスチャー性を有するものと、有しないものを、3~10%混入し製パン性を試験した。あわせて米粉の混入も追

試した。

(1) テクスチャー性を有する植物蛋白質(粉末)は製パンの為の混入は不適當である。

(2) テクスチャー性を有しない植物蛋白質(粉末)は5%の混入が良好で、その風味、すだちが良く、膨張は混入しないものより約10%大である。しかし混入の最高は10%以内と考える。味も良い。

(3) 米粉10%混入は、第1報では、強力粉への混入試験結果であったが、今回の準強力粉に対しても、良質の製パンとなることが判明した。また、パン膨張もA II同様、約10%良い。

(B) 製麺粉に対しての混入試験は、生うどんを対象として、3~10%混入の試験をした。

(1) 米粉及びテクスチャー性を有しない植物蛋白質の混入は良好な製品が得られた。

(2) テクスチャー性の植物蛋白質の混入は、3%程度以内であれば、色、伸び、歯切れは良好であるが、それ以上の混入では良質の製品は得られない。特に色沢に劣る。

(3) 麺用粉にこれらのものを混入することにより、麺の歯切れ、伸びに特性をもたせることが出来るので、特徴ある麺加工として注目出来る。

本報においては、植物蛋白質の増強に伴う、パン、うどんのアミノ酸組成の増量、栄養的価値について報告していないので、今後更に追求する考えである。

本試験のため、試料提供と物理性質試験に、ご協力を賜りました。東福製粉(株)木村氏、協和醱酵(株)重藤氏に、厚く感謝申し上げます。

## 文 献

- 1) Kent, & Mitchel: The practice and Science of Bread-making, 68 (1962).
- 2) 早川幸男: 食品と科学, 10, 29, 1967.
- 3) 田村鶴夫: 食品と科学, 10, 35, 1967.
- 4) 渡辺篤二: 食品と科学, 10, 24, 1967.
- 5) 山本常治: 食品と科学, 12, 38, 1968.
- 6) 半田朝子, 山口忠次, 日永田優子, 岡部真理子: 中村学園紀要, 1, 263, 昭43.