

小麦粉の膨化調理に関する研究

—Baking Powder と膨化調理—

吉田レイ*

緒 言

小麦粉はその含有成分である蛋白質が水と結合することによってグルテンとして特殊の網目構造を作る性質を持つため、これを利用した膨化調理が少なくない。膨化剤としては化学薬品を混合して作られたBaking Powder(以下B.P.で表わす)の他に酵母や卵白泡等が用いられる。著者はこれら膨化剤の中、最も家庭で利用され易いB.P.による小麦粉の膨化調理について研究した。

B.P.については市販の4種を選び、またそれらのB.P.を構成する単一酸性剤5種についても実験を試み、これら膨化剤の特質・CO₂ガス発生のタイプやCO₂の量・膨化に及ぼす影響・製品の生地の特徴等をしらべ、併せてB.P.の保存性に関するテストも行った。

膨化については調理操作上の注意としてあげられている「生地はざっとこねて手早く扱う」とか「強火で蒸す」とか「天火の火が強過ぎると膨れない」等の事柄を科学的に分析した。そしてこれらの結果に基いて、より合理的・科学的な指導ができる事を希っている。

I 試 料

○B.P. 市販国産品 A・B・C
市販輸入品 D

○酸性剤 油石酸・酒石英・磷酸一カルシウム・磷酸二水素ナトリウム・明パン

○小麦粉 薄力粉(Violet)湿筋量15%

II B.P. について

II.1. B.P. の成分

B.P.の含有成分は商品の表示によれば第1表のようである。

即ち、重曹に対して2~3種類の酸性剤を配合し、緩衝剤として澱粉を加えている。但し、(C)B.P.のように澱粉を加えないものもある。(D)B.P.は成分表示がなく不明である。以上のように国産品には一応成分表示がなされているが、これは主な成分であってこの他に種々の薬剤を混合してCO₂ガスの量を多くし、継続的に発生

第1表 市販 B.P. の表示成分と性能

性 能	表示成分	國 產 品			輸入品 ▲ (D)
		× (A)	○ (B)	● (C)	
	重 曹	30	25	40	成 分 表 示 な し。
速 効 グ ル ー プ	酒 石 酸 磷酸一カルシウム 磷酸二水素ナトリウム	15	40		10
中 間 性	酒 石 英	6			10
遲 効 性	ミ ョ ウ バ ン	15	10	40	
緩 衡 剤	澱 粉	34	25		

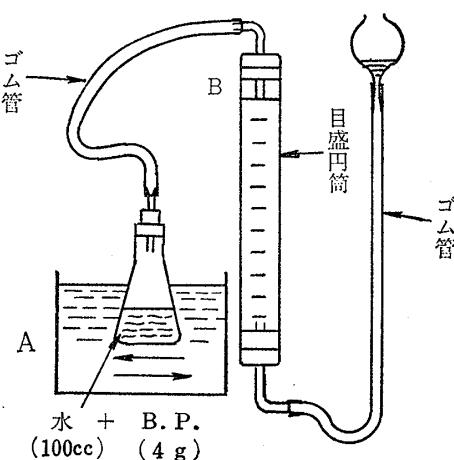
(×) (○) (●) (▲) は図に示す符号

するよう Double Action(後述)を利用して、味よく膨化もよいよう研究、調剤されているがそこは各会社の機密事項になっている模様である。

II.2. B.P. のガス発生

上記のような含有成分から成るB.P.のCO₂ガス発生の特性とガス量を知るために次の方法でガス発生試験を行った。ガス発生装置は第1図の通りである。

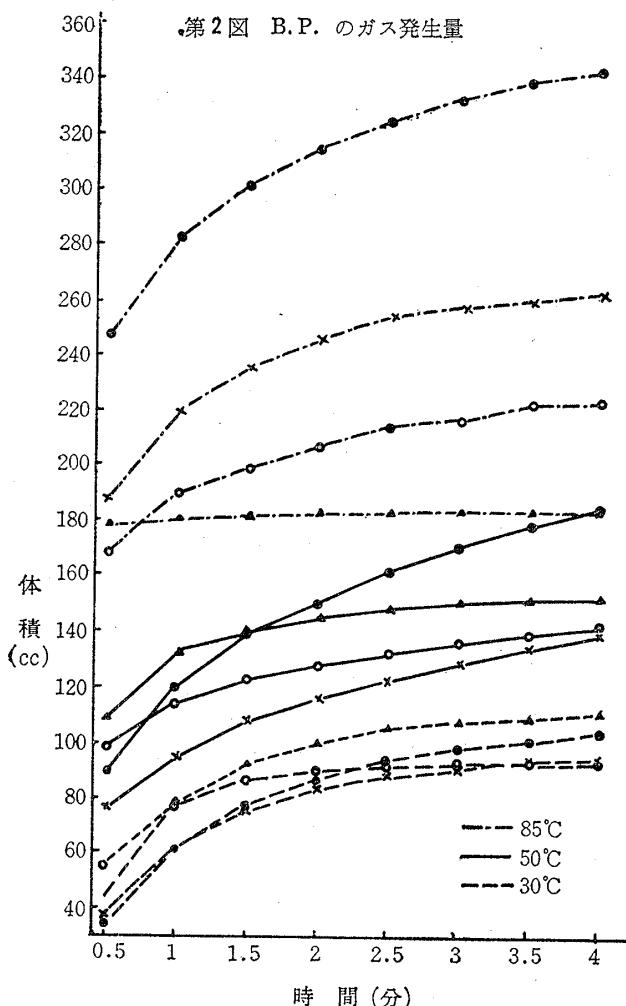
第1図 ガス発生装置



図中Aは恒温水槽、Bは目盛円筒でNaClの飽和溶液を充たしてある。ガス発生の方法は85°C, 50°C, 30°Cの各恒温水槽中で湯煎状態の蒸溜水100ccにB.P. 4gと1滴のシリコンを入れ、振盪しながら発生するCO₂ガ

* 山梨県立女子短期大学

スの体積を30秒毎に4分間記録した¹⁾。その結果が第2図である。



即ち、85°CにおいてはCO₂量の最も多いのが(C)B.P.で、(A), (B)がこれに次ぎ、(D) B.P. が最も少ない。50°Cにおいては(C)B.P. が前同様最高であるが(D)がこれに次ぎ、(A), (B)は逆転している。30°Cにおいては(D)B.P. が最高で(C)がこれに次ぎ(A), (B)が共に低い。これらの結果から(C)B.P. は比較的高温でガスをよく発生し、85°Cではガス量が最低であった(D)B.P. は低温ではガスを発生しやすいといふことができる。このように各種B.P. はそれを構成する酸性剤の種類と量によって独特のタイプを持っていることが判明した。

このように独特のタイプを有するB.P. が調理に使用されるに際してどのような性能を有するかを知るためにB.P. を構する酸性剤の種類別にガス発生試験を行った。即ちAlkali. ValueとAcid Valueを基準にして重曹30%に対する酸性剤量を個々に算出し、5種の配合剤を作り、B.P. と同様に85°C, 50°C, 30°CにおけるCO₂量を測定した。配合剤の割合を第2表に、ガス発生量を第3表に示した。

第2表 酸性剤の配合 (%)

種類	酒石酸	酒石英	磷酸一カルシウム	磷酸二水素ナトリウム	ミョウバン
重曹	30	30	30	30	30
重曹30に対する各酸性剤量	27	65	34	40	29
澱粉量	43	5	36	30	41

第3表 酸性剤別CO₂ガス発生量(cc)

(1) 85°C

種類	加熱時間(min)							
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
酒石酸剤	363	371	375	375	374	373	372	374
酒石英剤	335	344	347	349	351	351	351	352
磷酸石灰剤	263	269	273	280	283	283	284	284
磷酸曹達剤	231	236	239	240	238	236	238	239
ミョウバン剤	118	174	207	232	251	265	275	283

(2) 50°C

種類	加熱時間(min)							
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
酒石酸剤	315	321	324	325	326	325	325	325
酒石英剤	273	308	316	319	321	322	322	322
磷酸石灰剤	188	209	216	219	221	221	221	223
磷酸曹達剤	167	189	199	204	207	209	210	211
ミョウバン剤	22	35	44	51	57	62	68	73

(3) 30°C

種類	加熱時間(min)							
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
酒石酸剤	281	296	301	304	304	304	304	304
酒石英剤	115	197	236	264	279	287	293	295
磷酸石灰剤	126	154	165	169	171	172	172	171
磷酸曹達剤	126	158	173	180	183	186	187	188
ミョウバン剤	13	19	22	26	28	30	31	33

この結果から各々のガス発生タイプを見ると酒石酸・磷酸一カルシウム・磷酸二水素ナトリウムのガス発生が甚だ速く、明パンは極めて遅い。酒石英は高温では速く、低温では遅い。このことから前3者を速効性グループとし、酒石英を中間、明パンを遅効性として第1表に付記した。従ってこれらの酸性剤の混合によって構成されているB.P. はその酸性剤の種類と量によってガス発生タイプと性能を大略推定することができる。また、2~3種類の酸性剤の混合によってCO₂ガスが円滑に且つ継続的に発生されるものであることもうなづかれる。

II.3. B.P. の Double Action

B.P. は上述のように2~3種類の酸性剤を混合してCO₂ガスが円滑且つ継続的に発生するよう作られているもので、このメカニズムを Doble Action とよんでいる。このメカニズムを明らかにするために小麦粉と水の割合

小麦粉の膨化調理に関する研究

を1:1にした生地50gを蒸した場合の生地の内部温度上昇過程を熱電対温度計でしらべ、その温度上昇に合わせて加熱した場合に発生する酸性剤別のガス量をしらべた。その結果が第4表である。

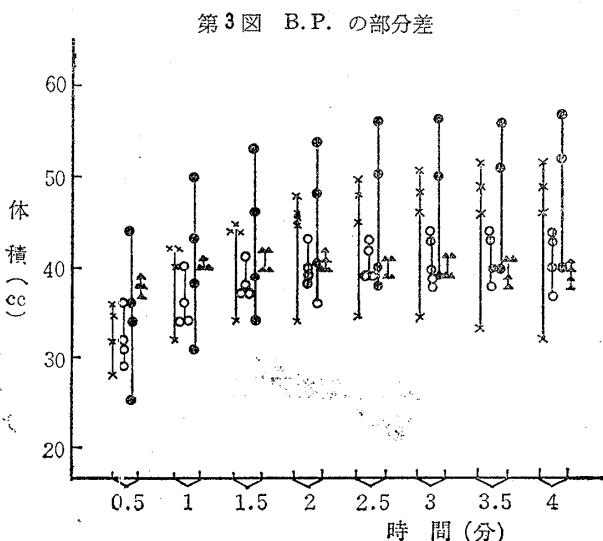
第4表 Double action

種類	時間(min)	0.5	1.5	4
	温度(°C)	20~30	30~50	50~85
酒石酸		281	43	50
酒石英		115	201	36
磷酸一カルシウム		126	90	68
磷酸二水素ナトリウム		126	73	40
ミヨウパン		13	31	239

この結果によると速効性の酒石酸・磷酸一カルシウム・磷酸二水素ナトリウムは何れもガス発生量の最高が0.5分(20~30°C)の処にあり、酒石英は1.5分(30~50°C)、遅効性の明パンは4分(50~85°C)というようにガス発生量の最高の位置が時間的にずれている。このような酸性剤から構成されているB.P.は加熱の初期によくガスを発生するもの、中期または後期によく発生するものが組み合わされて円滑かつ連続的にガスを発生するものでこれが即ちDouble Actionで、膨化調理はこの働きによって効果をあげているものと考えられる。

II.4. B.P. の部分差

B.P.を使用して同一条件で小麦粉生地を膨化させ、製品の膨化率をしらべると各B.P.ともかなりのばらつきがみられる。しかもそのばらつきはB.P.の種類によって差がみられるようである。これらのはらつきの原因は種々あろうがその一つとしてB.P.の均質度の問題が考えられるので次の実験を試みた。即ち、粉対水の割合を1:0.5とし、B.P.を粉の4%使用した手こねの生地25gずつを蒸して膨化させた場合、試料1ヶ中に含まれるB.P.の量を算定し、その分量をB.P.の容器の任



(29)

意の4ヶ所から秤取し、85°C・4分間に発生するCO₂ガス量を測定した。その結果を図示したのが第3図である。

これは発生したガス量をそのままグラフにのせたもので(A)と(C)のB.P.においてその開きが大きく、(D)B.P.は極めて小さい。即ち、B.P.は種類によって部分差の相当大きいものがあることが認められた。従って、B.P.の使用に当っては全体をよくかきませて使うことがよいように思われる。

II.5. B.P. の保存性

B.P.の保存については高温・多湿をさけるといわれる程度で具体的なデータに乏しいので、保存法によってP.B.のガス発生量がどのように影響されるかをしらべた。即ち、前記4種のP.B.を共口ガラス瓶に200gずつ入れて(1)電気冷蔵庫(5°C)(2)デシケーター(室温)(3)戸棚(室温)(4)戸棚(室温・各会社の家庭用缶入り)の4ヶ所に1年間保存し、その間(1)・(2)は隔月、(3)・(4)は毎月定期的にガス発生試験を行った。その結果が第5表である。

この表から保存場所別にみると低温保存の電気冷蔵庫が最も保存性高く、室温保存では戸棚より乾燥度の高いデシケーターの方が保存性が高い。容器別では缶入りより共口瓶の方が保存性が高い。

ガス量の月別減少状態は各B.P.とも初めの3ヶ月即ち、気温の高い7~10月までの間に急激に減少しているがその後の減少は冷蔵庫・デシケーターにおいては横ばい状態を示し、戸棚では月日の経過と共に少しづつ減少し、特に缶入りは高温多湿の5~8月の減少が大きい。

B.P.の種類別に1年間の減少率をみると(A)B.P.が26.4~53.4%, (B)B.P.が30.3~72.8%, (C)B.P. 17.9~44.2%, (D)B.P. 32.5~42.5%で(C)B.P.が減少率最も少なく、(B)B.P.が多い。これをB.P.の成分と考え合わせると、減少率の少ない(C)は遅効性の明パンと中間性の酒石英の含有割合が多く、減少率の高い(B)は速効性の磷酸一カルシウムの含量が多く、明パンが少ない。即ち、遅効性の酸性剤の含有量が多いB.P.は保存に対して安定性高く、これに反して速効性グループの酸性剤を多く含むB.P.は安定性が低いということができる。

III. 小麦粉生地の膨化について

III.1. B.P. の種類と生地の膨化

B.P.はそれを構成する酸性剤の種類と含有割合によって発生するCO₂量やガス発生タイプが異なることは前述の通りであるが、これら4種のB.P.を使用して小麦粉生地を膨らませた場合、その膨化状態はどうであるかを次の実験で試みた。

第5表 B.P. の保存法別 CO₂ ガス発生量 (cc)

保存法 B.P. 年月	1. 冷 藏 庫 (ビン)				2. デシケータ (ビン)				3. 戸 棚 (ビン)				4. 戸棚 (カン)			平均 室温	
	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C	D	A	B	C		
1960																	
7	440	360	480 1.5分	320	440	360	480 3分	320	440	360	480	320	440	260	480 2分 (403)	29.3	
8	354	296	(387)	249	365	279	(393)	255	392	317	387	291	376	298		29.4	
9									328	245	381	222	305	225	364	25.7	
10	340	250	388	228	319	256	402	210	317	222	337	210	265	195	345	20.5	
11									312	203	362	202	295	184	366	16.0	
12	316	263	388	214	314	247	379	208	318	200	364	196	250	163	342	15.3	
1961									318	194	353	210	253	158	332	11.3	
1									321	191	365	201	253	151	324	15.9	
2	324	256	389	212	323	257	384	225									
3									318	178	351	204	239	141	313	12.8	
4	327	268	374	212	314	262	377	206	325	163	355	206	243	144	325	18.1	
5									322	156	349	207	235	136	316	21.7	
6	321	261	379	209	322	251	376	207	313	128	343	195	232	111	292	24.2	
7									319	120	358	183	221	102	290	29.3	
8	324	251	394	208	308	238	371	216	310	104	354	184	205	98	268	29.6	
減少量	116	109	86	112	132	122	109	104	130	256	126	136	235	262	212		
減少率 (%)	26.4	30.3	17.9	35.0	30.0	33.9	22.7	32.5	29.5	71.1	26.3	42.5	53.4	72.8	44.2		

* は昼間暖房あり。

材料配合

小麦粉 (Violet) 450g
 B.P. 18g (粉の4%)
 蒸溜水(25°C) 225g (" 50%)

実験方法

- (1) 小麦粉 450g に粉の4%の B.P. をまぜ裏戻で2回ふるう。
- (2) 電力攪拌器 (Sunbeam Mixmaster) の大型ボールに小麦粉を入れ、攪拌 No.1 (185/r.p.m.) で1分間攪拌する。
- (3) 25°Cの蒸溜水を加えて木杓子で1分間まぜ、後、手で20回こね、のし板にとり出し麺棒で0.7cmの厚さにのばし、ドーナツ型で抜く。 (Sample 1ヶ約25g)これを“蒸し”と“揚げ”的2つの加熱方法で膨化させた。
- (4) “蒸し”丸型蒸器に湯を沸とうさせ、蒸器内に細い針金あんだ網をつるし、その上に Sample 2ヶを直接のせて蒸した。加熱時間は1分、2分、3分、3.5分、4分、5分、6分の7段階とし、各時間毎に取り出してその体積を測定した。体積の測定は菜種法により、膨化率は次式によって算出した。

$$\text{膨化率} = \frac{\text{加熱後の体積}}{\text{Sampleの目方}} \times 100$$

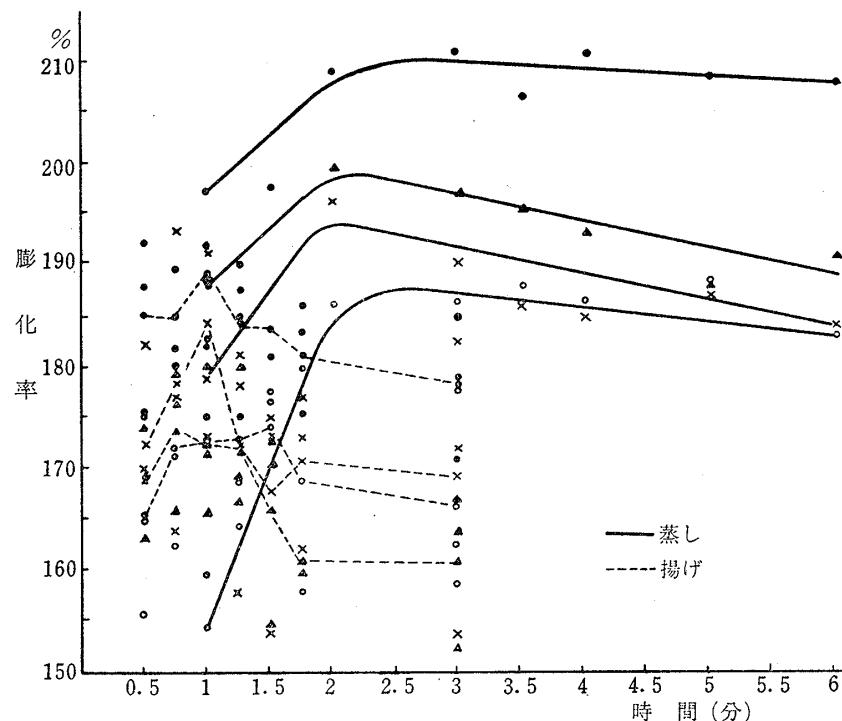
(5) “揚げ” 1kgの米油を鍋に入れて加熱し、160°Cの時に Sample 2ヶを入れ、160°Cを保つように火加減を調節し、15秒毎に裏返して揚げた。加熱時間は30秒、45秒、1分、1分15秒、1分30秒、1分45秒、3分の7段階とし、各時間毎に取り出して体積を測定し、蒸しの場合と同様に膨化率を算出した。これらの結果が第4図である。

これによると“蒸し”的場合はガス発生試験において各温度とも比較的ガス量の多い(C)B.P. 使用のものが最も膨化よく、2位は(D)B.P. 使用のものである。ガス量の多い(C)が膨化率高く出るのは当然であるが、(D)が次に高いのは蒸し調理が揚げ調理に比べて低温加熱であるから、低温でガス量の多いB.P. がその特徴を表したものであろうか。要するにB.P. の発生ガス量と膨化率は必ずしも一致するものでないことが知られた。

“揚げ”的結果は予想されるように蒸し調理に比べてはるかに早く膨化を完了し、膨化率の順位も 85°Cにおけるガス量の順位に従っている。散布する ×○●▲は“揚げ”的各実験の膨化率を記録したもので、それらの平均を……線で示した。膨化率のばらつきは“蒸し”よりも“揚げ”において著しく、殊に(A)と(C)B.P. を使用したものが著しい。このことは前述のB.P. の部分

小麦粉の膨化調理に関する研究

第4図 加熱時間による膨化率



差のテスト結果と一致し、明らかに B.P. の均質度の影響がみられる。この他に“揚げ”が“蒸し”に比べて急激に高温にあうため、グルテンの変性や小麦澱粉の糊化に複雑な変化を伴うためではないかと思われる。何れも膨化率の山が加熱時間の $\frac{1}{3}$ あたりにあり、その後は少しずつ縮む傾向がある。これは加熱時間が長くなるに従って材料の乾きを伴うためであろう。“揚げ”においてこの傾向が甚だしいのは当然である。従って、必要以上に揚げることは無意味である。

III.2. B.P. の種類による生地の品質

前実験においてできた製品を横断して断面の組織をみると使用した B.P. の種類によって色やスポンジ状態が異なるように思われたので、B.P. を構成する酸性剤の種類別に粉対水が 1:1 の割合の蒸しパンを作り、その色・味・形・生地の状態について検討した。味は食味し、色・形は観察し、生地は切断面の気孔状態を調べた。気孔状態はその直径 0.2 cm 以下を小孔とし、0.3~0.5 cm を中孔、0.6 cm 以上を大孔として記述した。次に酸性剤個々についてその特徴をのべる。

イ. 酒石酸 白色。味は不味という程ではないが一種の残り味（以下有味で表わす）がある。生地は作って直後に加熱したものは小、中の縦孔が多数散在する。40分放置後加熱したものは気孔が前者より大きくなつて中・大孔となり、上部周辺に散在し、中心部は孔の

少ないちみつ質になっている。

ロ. 酒石英 純白。無味。生地は小孔が平均して散在してスポンジ状を呈する。放置したものは直後に比べて変化が少ない。

ハ. 磷酸一カルシウム 白色。有味。生地は小・中孔が多数散在し、あら目のスポンジ状を呈する。放置したものは直後のものと比べて気孔の大きさは大差ないが、上部・周辺に散在し、中心部はちみつ質になっている。

ニ. 磷酸二水素ナトリウム 白色。有味。生地は小・中孔のあら目のスポンジ状を呈する。放置対しては磷酸一カルシウムと同様である。

以上 4 者において直後のものには上面亀裂がみられたが 40 分放置のものにはみられなかった。

ホ. 明パン 淡黄色。一種の苦味を呈する。生地は中・大孔の縦孔がまばらに散在し、放置したものは中・大孔が上部・周辺に集り、あるものはそれらが連絡して表面下にトンネル状の孔となる。中心部に孔の少ないちみつ質が相当面積（約 $\frac{1}{2}$ ~ $\frac{1}{3}$ 位）みられた。
以上の特徴を総合してみると

(1) 製品として優れているのは純白、無味で小孔のスポンジ状を呈する酒石英であり、次は小・中孔のあら目の磷酸一カルシウム、磷酸二水素ナトリウムであり、最も劣るのは黄味を帯び、苦味があり、中・大の縦孔の多い明パンであった。しかし、実際の B.P. と

なればこれらの酸性剤は上述のような理由で種々組合われる所以個々の酸性剤が示す特徴は縮少されて、B.P. の種類による小さな特徴として現われるようになる。

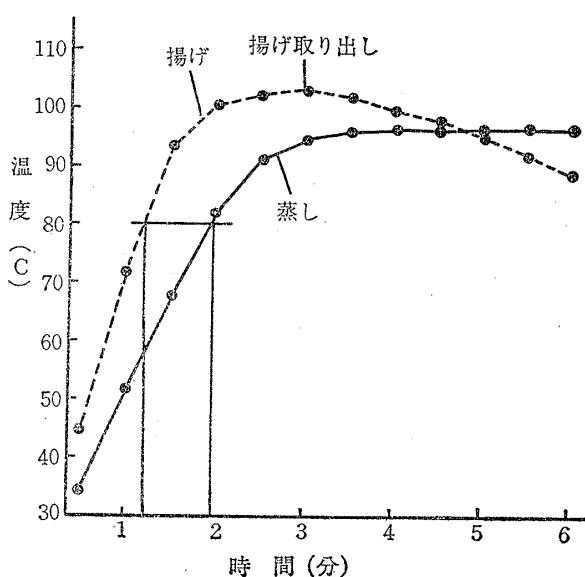
(2) 生地の放置による影響は酒石英以外の4者においては、気孔が直後に比べて大きくなり上部・周辺に集り中心部は気孔の少ないちみつ質になっている。これは Batter 中に散在する CO₂ が放置中に集合して (Batter の放置による relaxation のため、いわゆる腰が弱り CO₂ が集合して中・大孔となる) 上部・周辺に移行するためと考えられる。また、明パン以外の4者において放置したもののは上面の亀裂がみられないのは、これが速効性のため放置中に CO₂ 損失が大きく、膨化力が弱まったものであろう。結局、Batter の放置は膨化のみならず生地にも悪影響を与えると考えられる。

III.3. 生地の加熱による内部温度変化と膨化に利用される CO₂

前述の膨化試験において Dough の加熱に伴って使用した B.P. のガスが発生するわけであるから Dough の内部温度変化を調べ、その温度経験に従って B.P. のガス発生を行ない膨化に利用される CO₂ の状況を検討した。

内部温度測定には熱電対温度計を使用し、30秒毎に読みとった。“揚げ”においては3分で油から取り出し、その後の温度変化も記録した。その結果が第5図である。

第5図 加熱による Dough の内部温度

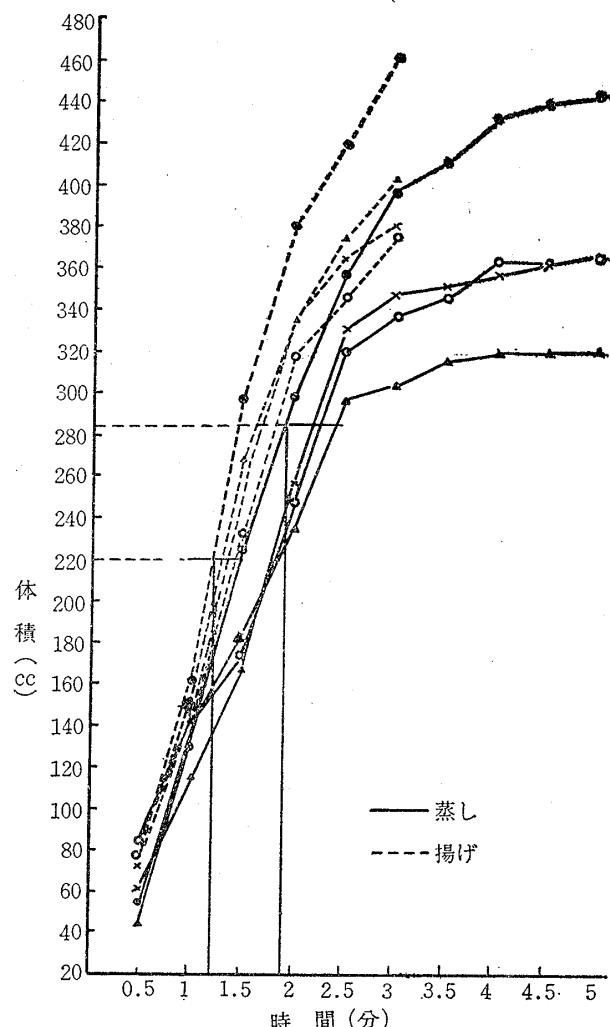


これによると“蒸し”“揚げ”共に直線的に温度は上昇し、“蒸し”では3分で94°C 4分で最高96.5°Cに、以後はその継続、“揚げ”では2分で100°C、3分で103°Cに上り、取り出して3分後でも89°Cを保っている。

この温度変化に従って B.P. のガス発生試験を試みた。実験方法は恒温水槽をオイルバスに変えた他は前述の通

りである。その結果が第6図である。

第6図 内部温度変化に伴なうガス発生



即ち、ガス量は“蒸し”に相当する温度変化の場合も“揚げ”の場合も共に始めから直線的に増大し、2分～2分30秒頃からその増加率は少なくなる。また、発生するガスの絶対量は“蒸し”より“揚げ”的方が多いことがわかる。

Doughが加熱されつつ膨化する場合、膨化に影響する要因には、温度の他にグルテンの加熱による変性の問題が考えられる。即ち、グルテンが活性を失えばもはや膨化は極めて困難となる。それ故、B.P. により発生するガスが Dough の膨化によく利用されるのはグルテンが活性を有する間のことと、この時間が長い程ガスの利用率は大きいわけである。

グルテンが活性を失う温度はおよそ80°Cくらいといわれる²⁾。第5図により Dough の内部温度が80°Cに至るに要する時間を“蒸し”と“揚げ”について比較すると“蒸し”において1分56秒，“揚げ”において1分12秒である。第4図において膨化の山が“蒸し”でおよそ

小麦粉の膨化調理に関する研究

2分，“揚げ”でおよそ1分の附近にあることもグルテンの変性を限度として膨化を終ることを意味するものようである。この時間内における“蒸し”“揚げ”的ガス発生量を第6図で求めると、それぞれ図中縦線が示す通りで、先に述べた発生ガスの絶対量には関係なく“蒸し”的方が有効ガス量の大きいことが明らかである。これが“蒸し”が“揚げ”に比べて膨化率が大きい理由であろう。

この結果からB.P.を使用した膨化調理においては「生地の内部温度が80°Cになるまでの時間が長い程、B.P.から発生するCO₂が有効に利用されるので膨化率は高くなる」といえるようである。

III.4. 生地の混捏程度と膨化

膨化調理においては生地はざっとまぜるとか捏ねすぎると膨れないとかいわれるのでそれを検討するために次の実験を行った。

材料配合

小麦粉 (Violet)	100g					
B.P. (B)	4g(粉の4%)					
蒸溜水 (25°C)	<table border="0"> <tr> <td>— 100g (〃 100%)</td> <td rowspan="4">電力攪拌</td> </tr> <tr> <td>— 75g (〃 75%)</td> </tr> <tr> <td>— 60g (〃 60%)</td> </tr> <tr> <td>— 50g (〃 50%)</td> </tr> </table>	— 100g (〃 100%)	電力攪拌	— 75g (〃 75%)	— 60g (〃 60%)	— 50g (〃 50%)
— 100g (〃 100%)	電力攪拌					
— 75g (〃 75%)						
— 60g (〃 60%)						
— 50g (〃 50%)						

この実験は粉対水の割合が1:1, 1:0.75, の2種は電力攪拌により、1:0.6, 1:0.5の2種は手こねによって生地を作った。手こねによったのはこの実験に用いた電力攪拌器では硬いDoughはこねられないからである。

実験方法

- (1) 小麦粉にB.P.をまぜ裏戻で2回ふるう。
- (2) (1)の小麦粉を電力攪拌器の小型ボールに入れNo.1で1分間混合する。
- (3) 25°Cの蒸溜水を加え、電力攪拌においてはNo.1で粉対水が1:1の場合は15秒、30秒、60秒、1:0.7は10秒、15秒、30秒攪拌し、手こねにおいては木杓子で1分間まぜた後手で10回、30回、50回こね、各3種類の生地を作つて試料とした。電力攪拌による1:1の15秒、1:0.75の10秒、手こねにおけるこね回数10回が所見上、従来「ざっとまぜる」といわれている程度のものである。
- (4) 底を抜いた経6.5cmの丸型(ぬれ布巾を固定して底とする)に各試料50gを秤取し、沸とうしている蒸器で6分間蒸す。この蒸し時間は顕微鏡観察で澱粉が糊化し、味覚上からも適度といつて時間である。
- (5) 製品を型から抜き、25分後に体積を測定し、膨化率を算出した。その結果が第6表である。

この結果から膨化の点ではBatterまたはDoughには

第6表 混捏程度と膨化率

	粉:水	混捏時間 回数	膨化率	100分比
電 力	1:1	15(sec)	220	100.0
		30	222	100.9
		60	205	93.1
攪 拌	1:0.75	10	229	100.0
		15	229	100.0
		30	221	96.5
手 こ ね	1:0.6	10(回)	191	100.0
		30	199	103.9
		50	190	99.5
手 こ ね	1:0.5	10	154	100.0
		30	161	104.6
		50	142	97.7

水温 25°C

適度のこね程度があることがわかる。即ち、ざっとこねた粗い生地より均質になる程度にこねた方が膨化がよく、更によくこねると膨化は悪くなることが明らかとなった。これは松元・請川・宮内³⁾らの「蒸しパンの実験」結果とも一致した。この理由は混捏程度が軽く、極めて粗雑な場合は生地の中にグルテンの網目構造が未だ形成されず、従ってCO₂は粗い組織の間隙をぬって外ににげ、膨化に十分利用されないため膨化率は低く、生地が均質になる程度にこねるとグルテンの網目構造が適度に形成され、発生するCO₂が外ににげにくく、ちみつな生地内に保たれて膨化に有効に利用され、従って膨化率も高くなるものと思われる。更によくこねると松本・高野・松元⁴⁾らの述べているように生地が硬い場合は生地の抵抗値が増加し、そのため膨化が困難となり、生地が軟かい場合は混捏操作中のCO₂損失量が大きく、従って膨化も悪いものと思われる。

III.5. 生地の放置と膨化

B.P.を使用した膨化調理の操作上の注意としてこね程度の他に、できた生地は手早く加熱することがあげられているので生地の放置と膨化の関係を知るために次の実験を試みた。

(1) 酸性剤の種類と放置による膨化

生地の放置と膨化の関係で先づ考えられることは使用したB.P.の種類によって差があるであろうということで前述第3表(3)の30°Cにおける酸性剤別のガス量及びガス発生タイプから速効性の酒石酸は放置に対して不安定であり、遅効性の明パンは安定であろうと推察できる。このことを確認するために酸性剤の種類別に放置と膨化の実験を行なった。

材料配合

小麦粉 (Violet)	300g
重曹	3.6g
酸性剤	一酒石酸 3.3g
	一酒石英 8.1g
	一磷酸一カルシウム 4.08g
	一磷酸二水素ナトリウム 5.1g
明パン	3.42g
蒸溜水 (25°C)	300g(粉の100%)

実験方法

- (1) 小麦粉 300g に酸性剤（小麦粉の4%の配合剤中の酸性剤量）をまぜ、裏戻で2回ふるう。
- (2) 電力攪拌器の大型ボールに(1)の粉を入れ、No.1で1分間混合する。
- (3) 25°C の蒸溜水 300g に重曹 3.6g (粉の4%の酒合剤中の重曹量) を加えた水を小麦粉中に入れ、No. 1 で30秒間混捏する。
- (4) 底に抜いた丸型（ぬれ布巾を固定して底とする）に(3)の Batter を50gずつ秤取して試料とし、放置時間を①0分、40分の2段階として6分間蒸した後その体積を測定した。酒石酸・明パンについては②0分、20分、40分、60分の4段階についても行なった。なお②の実験にはB.P. の(B), (C)を加えた。その結果は第7表の通りである。

第7表 Batter の放置時間別膨化率

放置時間 (min)	酸性剤				
	酒石酸	酒石英	磷酸一カルシウム	磷酸二水素ナトリウム	ミョウバン
0	199	254	233	224	146
40	167 (83.9)	227 (89.3)	203 (87.1)	209 (93.3)	167 (114.3)

放置時間 (min)	酸性剤 B. P.			
	酒石酸	ミョウバン	(B)	(C)
0	188	165	209	238
20	175	180	197	232
40	165 (87.7)	185 (112.1)	187 (89.4)	230 (95.6)
60	158	186	186	221

- 注 1. (1)は放置室温 15°C±1°C
小麦粉 150 g, 蒸溜水 150 g mix 15秒 (試料 50g 4ヶ分)
(2)は放置室温 24°C±1°C
小麦粉 300 g, 蒸溜水 300 g mix 30秒 (試料 50g 8ヶ分)
2. ()内は放置時間 0 分に対する 40 分後の膨化率の割合 (%)

即ち、酒石酸・酒石英・磷酸一カルシウム・磷酸二水素ナトリウムの4者は何れも40分放置後の膨化率は低下しているが明パンは増大していることから、速効性の酸性剤は放置に対して不安定であり、遅効性の明パンは安定であることが立証された。しかし、膨化率の低下した4酸性剤の間には夫々低下割合の差異がみられた。即ち、放置に対する安定度は酸性剤の種類によって異なるものと考えられる。また、②の市販 B.P. を膨化剤として用いた実験では(B)の方が(C)より膨化率の低下が大きい。これを第1表のB.P. の成分と考え合わせると(B)は速効性の磷酸一カルシウムの含有割合が多く、明パンの含有割合が(C)より少ないと膨化率の低下が大きくなつたと考えられる。このことから、この種のBatterの放置に対する安定度はB.P.を構成する酸性剤の種類とその含有割合によってほぼ推定することができる。

(b) 生地の硬さと放置による膨化

B.P. が CO₂ を発生するには必ず水分が必要で小麦粉の膨化調理においては生地中の自由水が作用するわけである。それによって出た CO₂ ガスが生地を押し延して膨化させるのであるから前述の生地中のグルテンの網目構造のでき工合の他に生地の抵抗即ち、硬さが問題となる。そこで小麦粉に加える水量とそれによる放置の影響を次の実験で検討した。

材料配合

小麦粉 (Violet)	300g
B.P. (B)	12g (粉の 4%)
	—225g (" 75%)
蒸溜水 (25°C)	—300g (" 100%)
	—450g (" 150%)

実験方法

この実験は粉対水の割合が 1 : 0.75, 1 : 1, 1 : 1.5 になるように水を加えた3種の電力攪拌生地を前実験に準じて作った。ただし混捏時間は No. 1 で 30 秒とした。放置時間は 0 分, 20 分, 40 分, 60 分の 4 段階とし, 6 分間蒸器で加熱した。なお、粉対水の割合が 1 : 0.5 の手こね 30 回についても同じ放置時間で実験したので付記した。その結果は第 8 表の通りである。

この表によると粉対水の割合が 1 : 0.75, 1 : 1 の Batter は共に放置時間経過に伴って膨化率は低下し、その低下率は放置の 0 分を 100 とすると 1 : 0.75 が 9.2%, 1 : 1 が 11.3% で 1 : 1 の方がやや低下率が大きい。1 : 1.5 は前 2 者同様低下の傾向はあるが著しい変化はみられない。粉対水が 1 : 0.5 のように硬い Dough は生地の放置による膨化率の減少が少なく、実験誤差と思われる数値

小麦粉の膨化調理に関する研究

第8表 生地の放置による膨化率

放置時間	粉:水	1:0.75	1:1	1:1.5	1:0.5
0(min)	212	210	154	156	
20	204	198	154	154	
40	200	188	148	149	
60	192	187	148	153	
0に対する60の低下率	9.2	11.3	4.2	2.3	

の動きは手こね法における Sample の差と考えられる。

これらの結果から粉対水が 1:0.75, 1:1 の程度の軟らかさの Batter は放置に対して不安定であり, 1:1.5 のように水分が多く非常に軟かい Batter は放置による変化少なく, 1:0.5 のように硬い Dough は放置に対して比較的安定であるということができる。

これらの理由は 1:0.75, 1:1 のような生地の伸張抵抗の少ない軟かい Batter は放置中に CO_2 が生地の中から少しずつ外に逃るため放置時間の長いもの程膨化は悪くなり, 1:1.5 のような非常に軟かい Batter は混捏操作中の CO_2 の損失が大きく, そのために放置 0 分のものが既に膨化率低く放置の影響は少ない。1:0.5 のように硬い Dough は生地の抵抗が強いため放置 0 分の膨らみが悪いばかりでなく, 放置中に発生する CO_2 が外に逃げにくく生地内に保たれていたため膨化はあまり変化しないものと思われる。

III.6. 生地の硬さと膨化率及び内部温度との関係

前実験結果から生地の硬さと膨化率の間には有意の関係があると思われるので放置 0 分の方法で粉対水が 1:0.5, 1:0.6, 1:0.75, 1:1, 1:1.5 の水分割合の 5 種の生地の蒸し加熱による膨化状態をしらべ併せてその内部温度上昇状態を熱電対温度計でしらべた。その結果が第 9 表である。

この表によると膨化率をみると 1:0.75 の Batter の膨化率高く次で 1:1, 1:0.6 の生地で, 1:0.5 の硬い Dough と 1:1.5 の非常に軟かい Batter は膨化率が低い。この結果から膨化蒸し調理には 1:0.75 から 1:1 程度の水分割合が膨化の点では最も効果的であることがわかる。

内部温度の上昇状態は膨化率の最も高い 1:0.75 が温度上昇速く, 1:1 がこれに次ぎ 1:1.5, 1:0.6, 1:0.5 と順次上昇が緩慢になっている。この表からグルテンが活性を失い小麦澱粉の糊化が進み, 生地が流動性を失って膨化が困難になると考えられる 80°C になるまでの時間を求めると膨化率の最も高い 1:0.75 は加熱後 3 分 45

第9表 生地の硬さと膨化率・内部温度との関係

粉:水	1:0.5	1:0.6	1:0.75	1:1	1:1.5
膨化率	156	199	212	210	154
加熱時間(min)	内部温度(°C)				
0.5	35.5	37.0	42.0	37.5	37.5
1.0	42.5	44.0	52.0	43.0	44.0
1.5	48.0	50.0	60.5	50.5	49.5
2.0	52.0	55.0	66.0	56.5	54.5
2.5	56.5	59.0	70.5	63.0	60.0
3.0	59.5	63.0	74.5	68.0	64.5
3.5	62.0	67.0	78.5	72.5	68.5
4.0	64.5	71.0	81.5	77.0	72.0
4.5	67.0	75.0	85.0	81.0	76.0
5.0	69.5	79.0	89.0	84.5	79.5
5.5	72.0	82.5	92.0	87.5	83.0
6.0	75.0	86.0	94.0	90.0	86.5
6.5	77.0	89.5	96.0	92.0	89.5
7.0	79.5	92.0	97.5	94.5	92.5
7.5	81.0	94.0	98.0	96.0	94.5
8.0	83.0	95.0	98.0	97.5	95.5
8.5	84.5	96.5	98.5	98.0	96.5
9.0	86.0	96.5	98.5	98.5	98.0
9.5	87.5	97.5		98.5	98.0
10.0	88.5	97.5			98.5
10.5	89.5	97.5			98.5
11.0	91.0				
11.5	92.0				
12.0	92.5				
12.5	93.0				

秒で一番短く, 1:1 が 4 分 20 秒, 1:1.5 が 5 分, 1:0.6 が 5 分 10 秒, 膨化率の低い 1:0.5 が最も時間長く 7 分 10 秒である。このように粉と水の割合が異なる生地の場合は前述の「生地の内部温度が 80°C になる時間が長い程 B.P. から発生する CO_2 が有効に利用されて膨化率が高くなる」という理論は適用されず, この理論には生地の硬さの条件が限定されねばならないことを知った。

以上の実験は生地の硬さと膨化率・内部温度の関係をみたのであるが膨化と内部温度の関係を更によく知るために粉対水の割合を 1:1 にして各種 B.P. を構成する酸性剤の種類別に膨化過程・膨化量・内部温度をしらべた。使用した酸性剤は前記同様 5 種で材料の配合割合は次の通りである。

材料配合

小麦粉 (Violet)	50g
重曹	0.6g
酸性剤	
—酒石酸	0.55g
—酒石英	1.35g
—磷酸一カルシウム	0.68g
—磷酸三水素ナトリウム	0.85g
—明パン	0.57g

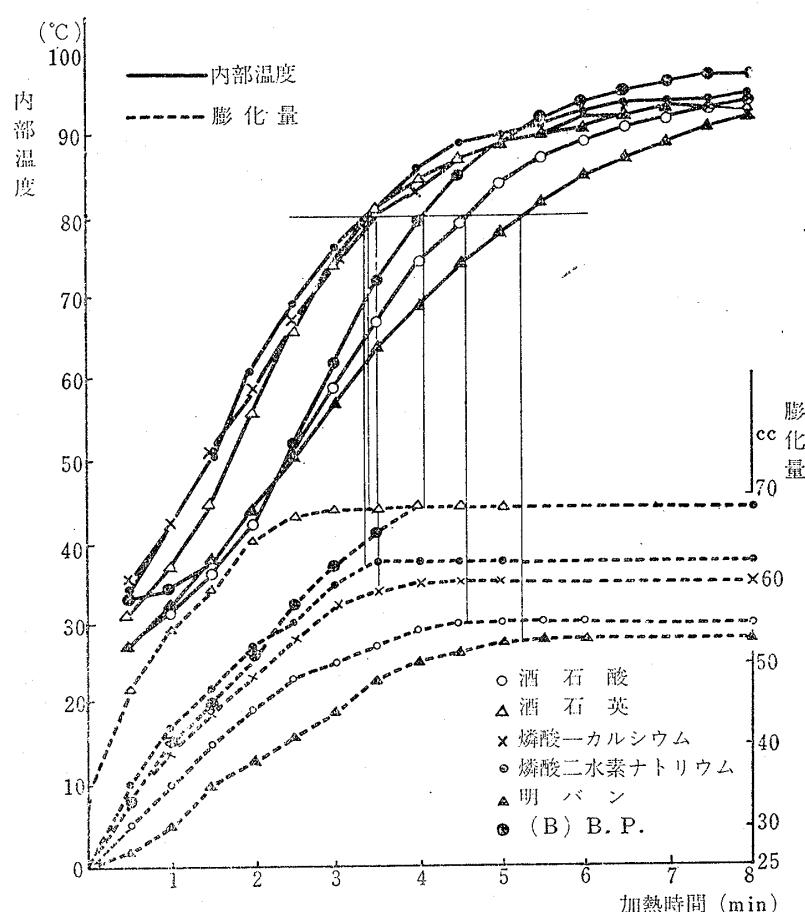
蒸溜水(25°C) 50g(粉の100%)

実験方法

- (1) 重曹 0.6 g 当量の各酸性剤をそれぞれ小麦粉 50 g にまぜ裏戻で 2 回ふるう。
- (2) 重曹を 25°C の蒸溜水に溶かし(1)の小麦粉に加え、竹箸 2 本で 50 回攪拌する。
- (3) 75cc 容量のメスピーカー (内径 3.8 cm, 深さ 8cm)

に Sample 25g (約 25cc) を入れ、沸とうしている蒸器(1l ピーカーに中蓋を入れて蒸器とした)に入れ 8 分間加熱し、その間の膨化状態と内部温度を 30 秒毎に記録した。膨化量はメスピーカーの目盛によって膨化の山の位置をよみ、体積を CC で記録し、内部温度測定には熱電対温度計を用いた。この結果は第 7 図の通りである。

第 7 図 酸性剤別膨化及び内部温度



この図によると膨化量の最も多のが酒石英で磷酸二水素ナトリウム、磷酸一カルシウム、酒石酸が順次これに続き最も少のが明パンである。

内部温度の上昇状態は酒石英、磷酸一カルシウム、磷酸二水素ナトリウムの 3 者は極めてよく似た温度上昇過程をたどり、酒石酸、明パンは前 3 者よりやや緩慢である。

これら 2 つの結果から膨化と内部温度の関係を検討してみると内部温度が 80°C になった時の膨化量は酒石英は既に膨化を終って最高の位置にあり、磷酸二水素ナトリウム、磷酸一カルシウムも最高に近い所にある。また、酒石酸、明パンも同様最高に達している。なお、参考と

して(B)B.P.についても実験を試みたので付記したがやはり同じ結果が得られた。この事から小麦粉の膨化蒸し調理では加熱後生地の内部温度が 80°C になるまでは膨化を続け、それ以後はあまり膨化しない。即ち、Fitch らの「内部温度 80°C 以後はグルテンが活性を失い、小麦澱粉が糊化して生地の流動性が減少し膨化しにくい状態になる⁵⁾」ということと一致した。

III.7. 加熱火力別内部温度と膨化率・消費ガス量

小麦粉生地の膨化には生地の混捏問題・放置問題・硬さの問題等の他に加熱温度が関係すると考えられるので蒸し加熱法により火力を種々にかえて蒸しパンを作り製品の膨化率・弾力・味等をしらべ、従来蒸しパンの条件

小麦粉の膨化調理に関する研究

とされていた「強火で蒸す」ことの是非を検討した。

材料配合

小麦粉 (Violet)	50g
B.P. (B)	2g (粉の4%)
蒸溜水(20°C)	50g (" 100%)
	30g (" 60%)

実験方法

- (1) 小麦粉に粉の4%のB.P.をまぜて裏戻で2回ふるう。
- (2) 20°Cの蒸溜水を粉対水の割合が1:1, 1:0.6になるように加え、竹箸2本で50回まぜて生地を作り試料

とした。

- (3) 75ccメスピーカー(内径3.8cm, 深さ8cm)に試料を夫々25g秤取し、沸とう中の蒸器に入れ、Sampleの内部温度が90°Cになるまで加熱した。
- (4) 烤源には都市ガスを用い加熱火力を強火・中大・弱火の3段階とし、火力の調節には湿式ガスマーターを用いた。即ち、強火は1分間のガス量4l, 中火は2l, 弱火は1lとした。
- (5) 蒸し上った製品は直ちに体積を測定し膨化率を算出した。実験の結果内部温度上昇状態・膨化率・消費ガス量を第10表に示した。

第10表 火力別内部温度・膨化率・消費ガス量

粉:水 火力 時間(min)	1 : 1			1 : 0.6		
	強 (4l/min)	中 (2l/min)	弱 (1l/min)	強 (4l/min)	中 (2l/min)	弱 (1l/min)
0	25.5	22.5	25.5	22.0	19.0	18.5
1	28.5	26.3	28.0	24.0	22.0	22.5
1.5	32.0	31.0	29.0	26.0	25.5	26.0
2	37.5	38.0	30.0	30.0	30.0	29.5
2.5	46.5	46.0	31.0	36.0	36.0	33.0
3	56.0	55.5	35.0	42.0	42.5	38.0
3.5	65.5	64.3	39.3	49.0	49.5	43.0
4	73.0	71.5	44.3	55.0	55.5	47.0
4.5	79.3	77.5	50.5	61.0	61.0	51.0
5	84.0	82.3	75.0	68.0	67.0	56.0
5.5	87.0	86.3	62.0	72.0	71.5	60.0
6	90.0	89.3	66.5	77.0	75.5	64.0
6.5		90.0	72.0	81.0	79.0	67.0
7			76.0	84.0	82.0	71.0
7.5			80.3	87.0	84.5	74.0
8			83.3	89.0	86.0	76.0
8.5			86.0	90.0	87.5	78.0
9			88.0		88.5	80.0
9.5			90.0		89.5	82.0
10					90.0	83.5
10.5						85.5
11						87.0
11.5						88.5
12						89.0
12.5						90.0
膨化率	221	225	232	197	198	192
消費ガス量	24l	13l	9.5l	34l	20l	12.5l
室温	14°C			13°C		

この表によると内部温度上昇状態は粉対水が1:1, 1:0.6の生地間では各火力とも1:1の方が温度上昇速く、前述の結果と一致した。また、火力別相互の関係は両生地とも強火・中火の上昇過程がほぼ似ているのに対して弱火はかなりおくれて上昇している。

膨化率は1:1の割合のBatterは強火より中火、中火より弱火と火力が弱くなる程膨化率が大となるのに対し、1:0.6の割合のDoughは強火と中火は殆ど差がなく、弱火は前者より低くなっている。この結果を前述の「同一水合割合の生地の内部温度が80°Cになるまでの時間

調理科学 Vol. 2 No. 1 (1969)

が長い程膨化はよい」という理論にあわせ考えると1:1の割合のBatterの膨化状態は当然の結果であり、1:0.6の割合のDoughは前論が適用されないことになる。

この理由を考察してみると1:1のBatterは生地が軟かく伸張抵抗が小さいので強火では勿論のこと、中火・弱火で発生するCO₂の量(力)でも十分膨化しうるが、1:0.6のDoughは生地が硬く伸張抵抗が大きいので、弱火で発生するCO₂の量(力)では膨化しきれず従って膨化率が低くなるものと思われる。

また、1:1のBatterが1:0.6のDoughよりも膨化率が高く出る理由を考察するためにこの実験の試料の内

第11表 B.P.のガス発生量(単位cc)

温度(°C)	時間(分)							
	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
85	168	190	199	207	214	217	222	223
50	98	114	123	128	132	136	139	142
30	56	77	87	90	92	93	93	93

(室温 18°C)

- 注) 1. ガス量の測定法はJASによる。
2. 4分以後は変化なしとみて測定しない。

部温度上昇に伴って発生するCO₂の量を前記第2図の数值(第11表)より推測すると第12表のようになる。

第12表 内部温度上昇に伴うガス発生量

火 力	粉:水 ガス量 内部温度	1 : 1			1 : 0.6		
		規定温度内 の発生ガ ス量	規定 温度に 達する時間	単位時間(1分) 当りの発生ガス 量	規定温度内 の発生ガ ス量	規定 温度に 達する時間	単位時間(1分) 当りの発生ガス 量
強 火	~ 30°C	77cc	/ 1 分	77.0cc	90cc	/ 2 分	45.0cc
	30 ~ 50	55	/ 1.5	36.6	49	/ 1.5	32.6
	50 ~ 85	91	/ 2.5	36.4	84	/ 3.5	24.0
中 火	~ 30	87	/ 1.5	58.0	90	/ 2	45.0
	30 ~ 50	49	/ 1.5	32.6	49	/ 1.5	32.6
	50 ~ 85	87	/ 3	29.0	84	/ 4	21.0
弱 火	~ 30	90	/ 2	45.0	90	/ 2	45.0
	30 ~ 50	52	/ 2.5	20.8	52	/ 2.5	20.8
	50 ~ 85	81	/ 4	20.2	81	/ 6	13.5

即ち、第10表の粉対水が1:1の生地で強火蒸しの場合、加熱後生地の内部温度が約30°Cになる時間は1分であるから第11表の30°Cにおける1分後のガス量77ccを記録する。次に第10表で内部温度約50°Cになる時間2.5分をとり、第11表の50°C、2.5分後のガス量132ccを求め前記77ccを差引けば内部温度30°Cから50°Cに上昇する1.5分間に55ccのガスを発生したことになる。同様にして50°Cから85°Cに達するまでの2.5分間に91cc発生したことになる。同様に中火・弱火につき、また、粉対火が1:0.6の生地についてもガス量を求め、それぞれの単位時間に発生するガス量によって両生地の膨化状況を検討してみた。

第12表から単位時間に発生するガス量は弱火においては両生地とも大差ないが、強火・中火においては1:1の軟かいBatterの方が膨化に利用されるガス量が共に大である。従って1:1のBatterが1:0.6の硬いDoughより膨化率が高いことがうなづかれ、更に抵抗値の問題があるので1:0.6の生地は少ないガス量で強い抵抗に対するわけであるから1:1のBatterより膨化しにくいことが考えられる。なお、1:0.6のDoughの強火と中火

の膨化率に殆ど差がなかったのは発生ガス量がほぼ等しいことからも当然の結果と思われる。

加熱火力と加熱時間の関係をみると内部温度90°Cになる時間は1:1では強火が6分、中火が6分30秒、弱火が9分30秒、1:0.6ではそれぞれ8分30秒、10分、12分30秒となり火力が弱くなる程蒸し時間が長くなるのは当然であるが、火力を中火にした場合は強火より約1分、更に弱火にした場合は3分程度蒸し時間を長くすれば製品は十分中まで加熱されることがわかる。

消費ガス量は火力が弱まれば単位時間に消費されるガス量が少ないので当然であるが、この実験のように内部温度が90°Cになるまで加熱した場合の消費量をみると1:1では24l, 13l, 9.5lとなり、1:0.6では34l, 20l, 12.5lで何れも火力の弱い方が蒸し時間は長いが消費ガス量は少ないのである。従って膨化率・加熱時間・消費ガス量の3つの観点から考えると、膨化率がよくしかも消費ガス量が少なくてすむ中火で蒸す方が合理的のように考えられる。

しかし、膨化率がよく消費ガス量が少なくてできた製品が美味でなければならないので、以上の条件で作っ

小麦粉の膨化調理に関する研究

た蒸しパンの味覚テストを行なった。テストの方法は Kramer の順位法を用い火力別に蒸した粉対水が1:1の割合の蒸しパンを9人のパネルが食味し、その弾力・口ざわり・味等について順位をつけた。その結果を集計すると火力別3種の蒸しパンの弾力・口ざわり・味には3者間に有意の差は認められなかった。従って一般には「膨化蒸し調理は強火で蒸すのがよい」といわれているが、この材料配分ではあえて強火で蒸さなくても中火の方が膨化率はよく、蒸し時間も強火と大差がなく燃料が強火より約4割節約されるので寧ろ合理的ということができよう。

III.8. 加熱火力の相違による蒸しパン

前実験は生地をガラス容器に入れて蒸したのであるが実際調理においてはぬれ布巾の上に直接生地をのせて蒸すことの方が多いので、粉対水の割合が1:1の Batterについてその方法で蒸した場合の膨化率・消費ガス量をしらべ、更に製品の弾力・口ざわり・味を検討した。

材料配合

小麦粉 (Violet)	100g
B.P. (B)	4g (粉の4%)
蒸溜水(20°C)	100g (" 100%)

実験方法

- (1) 前実験と同様に粉の4%のB.P.を小麦粉にまぜて裏戸で2回ふるい Mixmaster の小型ボールに粉を入れ、回転速度No.1で1分間攪拌する。
- (2) 粉対水が1:1になるように20°Cの蒸溜水を加え、No.1で20秒混捏して生地を作り試料とした。
- (3) 底にぬれた布巾を固定した丸型(内径5.5cm、深さ5.8cm)に試料50gを秤取し、沸とう中の蒸器で加熱した。
- (4) 加熱火力は前同様ガスマーターでガス量を調節し強火は1分間6l、中火は3l、弱火は1.5lとした。前実験とガス量が異なるのは使用した蒸器の大きさが違うためであるが中火は強火の $\frac{1}{2}$ 、弱火は $\frac{1}{4}$ という割合は同一にした。
- (5) 蒸し時間は弱火蒸しの場合で内部温度85°Cに達するまでの最低時間6分をとり強火・中火ともにこれと同一にした。従って強火・中火の蒸しパンの内部温度は当然85°C以上に加熱されている。
- (6) 蒸し上ったパンを型から抜き直ちに体積を測定し膨化率を算出した。後2時間室温で放冷し弾力を測定した。弾力測定には木屋の5kg硬度計を用いた。この実験結果を第13表・第14表に示した。

第13表によって膨化率をみると前実験とは試料の調製方法が異なるので数値そのものは合致しないが、火力の強さと膨化率の関係は一致して火力が弱くなる程膨化率

第13表 火力別膨化率及び消費ガス量

火 力	粉:水		1 : 1	
	蒸し時間	膨 化 率	消費ガス量	
強火(6l/min)	6 分	224	36 l	
中火(3l/min)	6.	225	18	
弱火(1.5l/min)	6	228	9	
室 温			20°C	

第14表 火力別蒸しパンの弾力試験

粉:水=1:1

火 力	蒸し時間	荷重 初め の 厚さ	(A) 200g/ min/1.7cm		(B) 400g/ min/1.2cm	
			付荷後 の厚さ	100 分比	付荷後 の厚さ	100 分比
強火(6l/min)	6.0	2.20	2.16	97.9	1.93	87.8
中火(3l/min)	6.0	2.25	2.09	92.7	1.62	72.0
弱火(1.5l/min)	6.0	2.20	1.99	90.5	1.48	67.5
強火(4l/min)	6.0	2.14	2.07	96.7	2.02	94.4
中火(2l/min)	6.5	2.13	2.07	97.1	2.02	94.8
弱火(1l/min)	9.5	2.11	2.05	97.1	2.00	94.7

は大となり、消費ガス量も火力の弱いものが当然少なくなっている。

弾力試験は火力別3種の蒸しパンを縦横2.3cm、厚さ2cmの立方体に切りそれを硬度計の測定台にのせ、その上に縦・横2.3cm、厚さ0.08cmのセルロイド板を置き、その上から一定の荷重を一定時間かけその荷重を取り除いた時に戻った蒸しパンの厚さを測り、初めの厚さに対する戻った厚さの100分比を算出しその差をもって弾力の差とした。

テストはA・B 2種の荷重をかけて行ないA荷重は200gを1分間かけそれを取り除いて1分後に戻った厚さを測り、後B荷重400gを同じく1分間かけ、取り除いて1分後に再度厚さを測った。その結果を第14表でみるとA荷重後の戻り割合は強火で97.9%，中火で92.7%，弱火で90.5%となり、B荷重後はそれぞれ87.8%，72.0%，67.5%と火力が弱くなるに従って弾力が小となり、特に弱火蒸しのパンはB荷重後はだんご状に固まった感を呈した。

そこでこのような弾力状態が蒸しパンの味覚に如何に影響するかを知るために味覚テストを行なった。方法は前同様 Kramer の順位法を用いた。それによると5%の危険率で強火蒸しのパンが弾力・口ざわり・味ともにすぐれ、弱火蒸しのパンが劣っているという結果を得た。これは前実験における味覚テストの結果と異なるので、前実験の内部温度90°Cまで加熱した蒸しパンの弾力はどうであるかを同様の方法で測定し結果を第14表に付記した。その結果はA荷重後の戻り率は強火・中火・弱火

共に97%，B荷重後は94%でB荷重後の戻り率が幾分低くなっているが火力別相互間の相異は認められなかった。従って味覚テストでは3者間に差がみられなかつたものでこの結果から、おいしい蒸しパンを作るための加熱条件は小麦澱粉が糊化したと考えられる内部温度 85°Cまでの加熱では未だ不十分でこの程度の加熱では B.P. の残り味がある上にグルテンによる網状組織が未だ固定されず、弾力が小で食べた時にだんご状で歯にねばりつきおいしくない。従って、澱粉が糊化した後更にある時間加熱され内部温度 90°C くらいまで加熱されることが必要であると考えられる。

そこで前実験結果から膨化蒸し調理においては強火で蒸すより中火で蒸す方が膨化率・燃料の節約の点でより合理的であると述べたが、この弾力試験の結果も併せ考えれば火加減を中火にし、蒸し時間を強火蒸しよりやや長く(1~2分程度)すればよく膨れしかも弾力のあるおいしい蒸しパンができその上、燃料は節約されるというよい結果が得られることがわかった。然し、弱火蒸しで蒸す方がより燃料の節約になるとはいえ、この場合は第10表でもみられるように蒸し時間を強火蒸しより4~5分長くしなければならないと粉対水の割合によっては火加減が製品の形に及ぼす影響も考えられるので望ましい火加減とはいひ難い。殊に実際調理では砂糖・油脂・卵等の副材料が加わるのでその場合、弱火でゆっくり加熱することは製品に形くずれ(第8図参照)を生ずる原因になるようと思われる。

III.9. 加熱火力が製品の形に及ぼす影響

前実験結果から加熱火力が製品の形に如何に影響するかを知るために次の実験を行なった。即ち、ここでは麦まんじゅうを想定し粉対水の割合を1:0.6として糖添加の場合と無添加の場合についてしらべた。

材料配合

小麦粉 (Violet)	100g	
B.P. (B)	4g	(粉の4%)
上白糖 (換水値0.5)	0g	(" 0%)
	50g	(" 50%)
蒸溜水 (20°C)	60g	(" 60%)
	35g	

実験方法

- 前実験と同様に粉の4%のB.P.を小麦粉にまぜ裏涙で2回ふるい Mixmaster の小型ボールに粉を入れNo.1で1分間攪拌する。
- 粉対水が1:0.6になるように試料Aにおいては蒸溜水60gを、試料Bにおいては蒸溜水35gに上白糖50g

を加えて攪拌溶解させ粉に混合する水分を用意する。上白糖の換水値は0.5とした。

- (1)の小麦粉に(2)の水分を加え木杓子で50回混合した後手で30回混捏し、試料を作った。
- 試料夫々 50g を秤取し手で20回丸めまんじゅう形に整形し、沸とう中の蒸器(中にぬれ布巾をしく)に入れて加熱した。
- 加熱火力はガスメーターで調節し強火は10秒間に1l、中火は20秒間に1l、弱火は40秒間に1lのガス量とした(中火は強火の $\frac{1}{2}$ 、弱火は強火の $\frac{1}{4}$)。
- 蒸し時間は副材料の影響を考慮して生地の内部温度が 95°C になるまで加熱した。
- 蒸し上ったパンを1時間室温で放冷し体積を測定し膨化率と製品の形を比較した。膨化率の状況は第15表の通りである。

第15表 火力別膨化率(糖の影響)

粉:水=1:0.6

火 力 \ 試 料	A		B	
	無 糖	加 糖	無 糖	加 糖
強 火 (1/10sec)	188		241	
中 火 (1/20sec)	189		241	
弱 火 (1/40sec)	172		203	

この表で膨化率をみると試料A(無糖)については前述 III.7. の実験結果と同じで中火蒸しの膨化率が強大よりやや大きく、弱火蒸しが前者の何れよりも小さい。試料B(加糖)の膨化率は各火力とも無糖のものよりかなり大きい。そして火力相互間の関係は無糖とほぼ一致している。

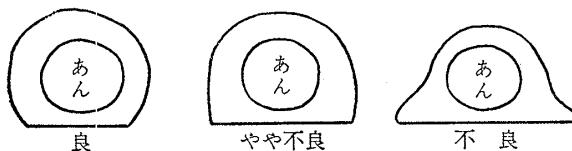
糖添加の蒸しパンの膨化率が無添加のそれより大となる理由は糖がグルテン量を減少する働きをもち、グルテンの形成力を減少する上に澱粉ゲルを弱める働きをするため、生地は加熱によって流動性を増し、生地の伸張抗抵が小となること、および糖がグルテンの熱凝固をおくらせる働きがあるため、B.P. から発生する CO₂ を有効に利用しうる結果になる等のことであると考察される。

製品の形については無糖・加糖共に強火蒸しは表面に亀裂を生じ、中火はわずかの亀裂、弱火は亀裂なく表面滑らかである。また、火力別に無糖と加糖を比べると強火・中火においては加糖の方が無糖より亀裂大きく、弱火においては全く亀裂がないが全体の形が扁平になっている。これらの結果から、もし蒸しパンとして食べる場合には表面に亀裂を生じよく膨れた感を呈するのはよいとして、まんじゅうの場合はどうであろうか。おいしそうな麦まんじゅうの外観は(第8図参照)表面滑らかでつやがありふっくらと山高に膨れたものがよいと思われ

小麦粉の膨化調理に関する研究

る。その観点からすれば弱火蒸しは加熱中に皮の生地が流動して形を損ねる結果を招き易い。

第8図 まんじゅうの形



以上のことから小麦粉の膨化蒸し調理の加熱火力は調理の目的によって膨化率・加熱時間・消費ガス量等を考慮し、強火または中火を使いわけるのがよいと思われる。

おわりに

この研究は家政学雑誌および山梨県立女子短期大学紀要に発表したものをまとめたものである⁸⁾⁹⁾¹⁰⁾¹¹⁾。

なお、小麦粉の膨化調理については卵白泡による膨化を以下研究中である。

参考文献

- 1) オリエンタル酵母株式会社研究室：Baking Powder のガス試験並に分析試験について(1950)
- 2) 阿久津正蔵：パン科学(1944)
- 3) 松元・請川・宮内：家庭科学 6, 38 (1961)
- 4) 松本・高野・松元：家政学雑誌 11, 10 (1960)
- 5) Natalie K. Fitch, Charlotte A. Francis : Food and Principles of Cookery 77, (1959)
- 6) 松元・比留間：家政学雑誌 12, 6 (1961)
- 7) Elma J. Baxter and E. Elizabeth Hester: Chereal Chemistry 35, 366 (1958)
- 8) 蒲生・板橋・吉田・松元：家政学雑誌 12, 5 (1961)
- 9) 板橋・吉田・蒲生・松元：家政学雑誌 13, 5 (1962)
- 10) 吉田・板橋・松元：家政学雑誌 14, 29 (1964)
- 11) 吉田レイ：山梨県立女子短期大学紀要第1号(1967)

お願い

本誌の文献抄録欄は、各大学の紀要等に発表された、調理科学に関係のある論文を重点的に取り上げ、広く関係者に知りたいと考えています。そのため、各大学で紀要等を発行されましたなら、お手数で恐れ入りますが、1部ずつそれぞれの地区の下記抄録担当者のもとにお送りいただきますようお願い申上げます。

北海道・東北・関東地区……………お茶の水女子大学 福場 博保
中部・近畿・中国・四国地区……………大阪市立大学 池畠 秀夫
九州地区……………福岡女子大学 支倉さつき