

小麦粉の調理に関する研究

膨化調理 (4)

吉 田 レ イ

I 緒 言

前回は小麦粉の膨化蒸し調理における生地⁽¹⁾の混捏問題・放置問題・生地の硬さの問題が膨化と如何なる関係にあるかについて家政学雑誌に報告した。然し小麦粉の生地の膨化には上記条件の他に、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、火力を種々に変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とされていた「強火で蒸す」ことの是非を検討した。

II 実験の方法および考察

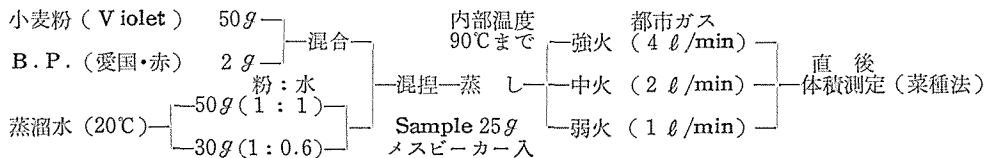
材 料

- 小麦粉 薄力粉 (Violet) 湿駄量 15%
- Baking Powde (以下B.P.で表わす)
愛国 (赤缶)

実験 1 加熱火力別内部温度と膨化率・消費ガス量

試料の調製方法は第1表の通りである。

第1表 実験 1 加熱火力別内部温度と膨化率



即ち (1) 小麦粉に粉の4%のB.P.をまぜ裏戸で2回ふるう。

(2) 20℃の蒸溜水を粉と水の割合が1:1, 1:0.6になるように加え、竹筴2本で50回まぜて生地を作り試料とした。

(3) 75ccメスビーカー (内径3.8cm・深さ8cm) に試料をそれぞれ25g秤取し、沸とう中の蒸器に入れ、試料の内部温度が90℃になるまで加熱した。内部温度の測定には熱電対温度計を用いた。

(4) 熱源には都市ガスを用い、加熱火力を強火・中火・弱火の3段階とし、火力の調節には湿式実験用ガスメーターを用いた。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菜種法で測定し、前報と同じ方法⁽²⁾で膨化率を算出した。

実験の結果、内部温度の上昇状態・膨化率・消費ガス量を第2表に示した。

第2表によると、内部温度の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の方が温度上昇早く、前報の結果と一致した。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に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きくなるのに対し、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2者より低くなっている。この結果を前報の「同一水分割合の生地の内部温度が80℃になるまでの時間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

第2表 火力別内部温度・膨化率・消費ガス量

粉：水 火力 時間(分)	1 : 1			1 : 0.6		
	強 火 (4ℓ/min)	中 火 (2ℓ/min)	弱 火 (1ℓ/min)	強 火 (4ℓ/min)	中 火 (2ℓ/min)	弱 火 (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℃			13℃		

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の割合の Batter は生地が軟かく伸張抵抗⁽⁵⁾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の割合の 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でる理由を考察するために実験1の試料の内部温度上昇に伴って発生するCO₂の量を前報第1図⁽⁶⁾の数値(第3表)より推測すると第4表の通りである。

第3表 B.P.のガス発生量(愛国・赤)単位cc

時間(分)	0.5	1	1.5	2	2.5	3	3.5	4
温度(℃)								
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℃

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。

即ち、第2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℃になる時間は1分であるから第3表の30℃における1分後のガス量77ccを記録する。次に第2表で内部温度約50℃になる時間2.5分をとり、第

第4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	規定温度内の発生ガス量	規定温度に達する時間
強火	～ 30℃	77cc /	1分	77.0cc	
	30 ～ 50	55 /	1.5	36.6	
	50 ～ 85	91 /	2.5	36.4	
中火	～ 30	87 /	1.5	90 /	2
	30 ～ 50	49 /	1.5	49 /	1.5
	50 ～ 85	87 /	3	84 /	4
弱火	～ 30	90 /	2	90 /	2
	30 ～ 50	52 /	2.5	52 /	2.5
	50 ～ 85	81 /	4	81 /	6

3表の50℃、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℃から50℃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50℃から85℃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、粉対水が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、両生地の膨化の状況を検討してみた。

第4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当然の結果と思われる。

加熱火力と加熱時間の関係を見ると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は当然であるが、この実験のように内部温度が90℃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消費ガス量は少ないという結果になった。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もできた製品がおいしくなければならぬので、以上の条件で作った蒸しパンの味覚テストをおこなった。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。その結果を集計処理すると、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、この材料配合では、あえて強火で蒸さなくても中火の方が膨化率はよく、蒸し時間も大きな差がなく、燃料が強火より約4割節約されるので寧ろ合理的といえることができる。

実験2 加熱火力の相異なる蒸しパンについて

て

実験1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、味等について検討を行った。

試料の調製方法は第5表の通りである。

第5表 実験2 火力の相異による蒸しパン

小麦粉 (Violet) 100g	mix No. 1	1分	mix No. 1	6分	強火 (6 ℓ/min)	直後	2時間後
B. P. (愛口・赤) 4g	混	20秒	合	20秒	中火 (3 ℓ/min)	体積測定	弾力測定
蒸溜水 (20℃) 100g				Sample 50g	弱火 (1.5 ℓ/min)	菜種法	硬度計
				丸型入 (径5.5cm×深さ5.8cm)			

(1) 実験1と同様に粉の4%のB. P.をまぜて裏漕で2回ふるい Mixmaster の小ボールに粉を入れ、回転速度 No. 1 (185/r.p.m.) で1分間攪拌する。

(2) 粉対水が1:1になるように20℃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) 底にぬれ布巾を固定した丸缶(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メ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。実験1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1/2、弱火は1/4という割合は同一にした。

(5) 蒸し時間は弱火蒸の場合で内部温度85℃に達するまでの最低時間6分をとり、中火、強火ともにこれと同一にした。従って中火、強火の蒸しパンの内部温度は当然85℃以上に加熱されている。

(6) 蒸し上ったパンを型から抜き、直ちに体積を測り、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。

この実験結果は第6表及び第7表である。

第6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。

第6表 火力別膨化率及び消費ガス量

火 力	粉：水 蒸し時間	1 : 1	
		膨化率	消費ガス量
強 火 (6 ℓ/min)	6分	224	36 ℓ
中 火 (3 ℓ/min)	6	225	18
弱 火 (1.5 ℓ/min)	6	228	9
室 温		20℃	

第7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	㊦ 200g / 1.7cm		㊧ 400g / 1.2cm	
			付荷後の厚さ	100分の厚さ	付荷後の厚さ	100分の厚さ
強火 (6 ℓ/min)	6.0	2.20	2.16	97.9	1.93	87.8
中火 (3 ℓ/min)	6.0	2.25	2.09	92.7	1.62	72.0
弱火 (1.5 ℓ/min)	6.0	2.20	1.99	90.5	1.48	67.5
強火 (4 ℓ/min)	6.0	2.14	2.07	96.7	2.02	94.4
中火 (2 ℓ/min)	6.5	2.13	2.07	97.1	2.02	94.8
弱火 (1 ℓ/min)	9.5	2.11	2.05	97.1	2.00	94.7

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のセルロイド板をお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、B2種の荷重をかけておこない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7表によってみると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荷重後は夫々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，味覚テストを行った。その方法は前同様 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。これは実験1における味覚テストの結果と異なるので，実験1の内部温度90℃まで加熱した蒸しパンの弾力がどうであるかを同様の方法で測定し，結果を第7表に付記した。その結果は内部温度90℃まで加熱したものは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はなっているが，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ったもので，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℃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，弾力が小で食べたとき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，更に或る時間生地は加熱され，内部温度90℃くらいまで加熱されることが必要であると考えられる。

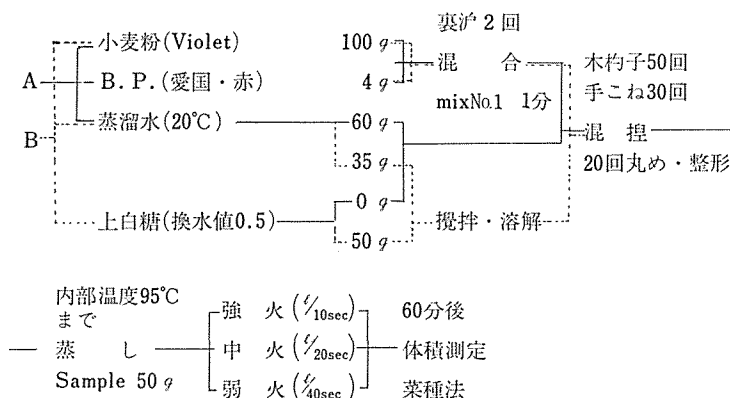
そこで前実験結果から膨化蒸し調理においては強火で蒸すより中火で蒸す方が膨化率，燃料の節約の点でより合理的であると述べたが，この弾力試験結果をも併せ考えれば，火加減を中火にし，蒸し時間を強火蒸しよりやや長く（1～2分程度）すればよく膨れ，しかも弾力のあるおいしい蒸しパンができ，その上，燃料は節約されるというよい結果が得られることがわかった。然し，弱火蒸しで蒸す方がより燃料の節約になるとはいえ，この場合は第2表でもみられるように，蒸し時間を強火蒸しより4～5分長くしなければならないのと，粉対水の割合によっては火加減が製品の形に及ぼす影響も考えられるので，望ましい火加減とはいいい難い。殊に実際調理で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

実験3 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おこなった即ちここでは麦まんじゅうを想定し，粉と水の割合を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。

試料の調製方法は第8表の通りである。

第8表 実験3 加熱火力と製品の形



(1) 実験2と同様に粉の4%のB.P.をまぜて裏沓で2回ふるい、Mixmasterの小ボールに粉を入れ、No.1で1分間攪拌する。

(2) 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(粉の50%)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。

(3) (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

(4) 試料それぞれ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)で内部温度95℃まで加熱した。

(5) 加熱火力は前同様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1/2、弱火は強火の1/4)

(6) 蒸し時間は副材料の影響を考慮して、生地内部温度が95℃になるまで加熱した。

(7) 蒸し上ったパンを1時間室温で放冷し、体積を測定して膨化率と製品の形を比較した。

この結果は第9表及び写真1の通りである。

第9表 火力別膨化率(糖の影響)

粉:水=1:0.6

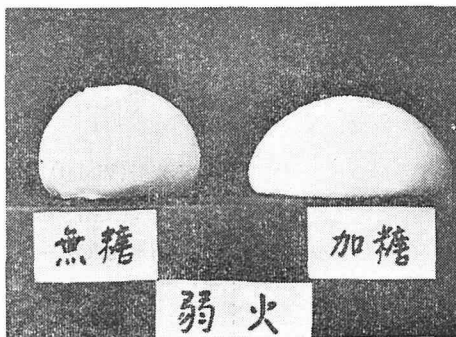
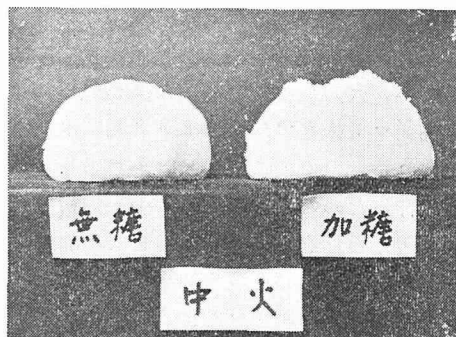
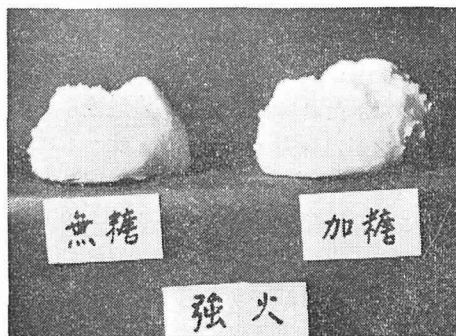
試料 火力	A	B
	無糖	加糖
強火(ℓ/10sec)	188	241
中火(ℓ/20sec)	189	241
弱火(ℓ/40sec)	172	203

第9表によって膨化率をみると、試料A(無糖)については実験1の結果と同じで、中火蒸しの膨化率が強火蒸しよりやや大きく、弱火蒸しが前2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膨化率が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のものとはほぼ一致している。

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、生地の伸張抵抗が小となるこ

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。

写真1 火力別蒸しパンの膨化と製品の形
(糖の影響)

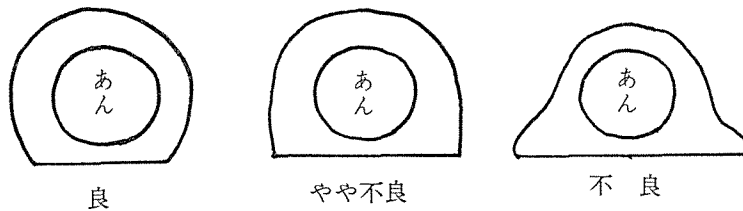


製品の形については写真1でみられる通り無糖、加糖共に強火蒸しは表面に大きなきれつを生じ、中火はわづかのきれつ、弱火は殆ど表面が滑らかである。また火力別に無糖と加糖を比べると強火、中火においては加糖の方が無糖よ

りきれつ大きく、弱火においては全くきれつ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きれつを生じ、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。

第 1 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。

Ⅲ 要 約

小麦粉の膨化蒸し調理において

1, 加熱火力の強さと生地内部温度上昇状態は粉対水の割合によって異なるが、1 : 1, 1 : 0.6の割合の生地においては強火と中火がほぼ同様な上昇カーブをたどり、弱火は前2者よりかなり緩慢な上昇カーブをたどる。

2, 生地内部温度を一定温度まで加熱するに要する消費ガス量は、強火より中火、中火より弱火と火力が弱くなる程加熱時間は長い、ガスの消費量は少い。

3, 加熱火力別膨化率は粉対水が1 : 1のように軟い Batter では強火より中火、中火より弱火と、火力が弱い方が膨化率は高い。しかし、1 : 0.6のように硬い Dough では強火より中火が高く、弱火は強火、中火より低い。即ち膨化率は生地の硬さ（伸張抵抗の大・小）と加熱火力の強さによって B. P. から発生する CO₂ の量（力）の相関によるようである。

4, 加熱火力の大・小と蒸し時間は蒸しパンの弾力・口ざわり・味等に大きな影響をもたら

す。おいしそうな麦まんじゅうの外観は（第1図参照）表面滑らかでつやがあり、ふっくらと山高に膨化したものがよいと思われる。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やすい。

す。

5, 蒸しパンの弾力は小麦澱粉が糊化し、グルテンが活性を失ったと思われる85℃までの加熱では未だ小で、内部温度90℃まで加熱されると大となる。

6, 弾力の大きい蒸しパンは口ざわりがよく歯にねばりつくことがなく、美味である。

7, 糖添加の蒸しパンは無添加のそれより膨化率が高い。その理由は(i)糖がグルテン量を減少し、グルテン形成力を弱めること、(ii)糖が澱粉ゲルを弱めるので(i)・(ii)の結果から生地の伸張抵抗が小となること、(iii)糖はグルテンの熱凝固を防ぐ働きをもつため加熱によるグルテンの変性がおくれるので、B. P. から発生する CO₂ を有効に利用しうること、などであると思われる。

8, 加熱火力の大・小は製品の形を左右する。即ち強火蒸しは表面にきれつを生じ易く、弱火になる程きれつが小となるかまたは全く生じない。糖添加の生地では、弱火蒸しは製品の形が扁平化する傾向がある。従って製品の種類や目的によって火力を使いわけるのが合理的である

本研究に終始御指導頂いたお茶の水女子大学松元文子教授ならびに実験材料を御提供頂いた大宮糧食工業株式会社・日清製粉株式会社に深く感謝いたします。

参 考 文 献

- (1) (3) 吉田・板橋・松元：
家政学雑誌 14. 5 (1963)
- (2) (4) (6) 蒲生・板橋・吉田・松元：
家政学雑誌 12. 1 (1961)
- (5) 松本・高野・松元：
家政学雑誌 11. 5 (1960)
- (7) 松元・比留間：
家政学雑誌 12. 6 (1961)
- (8) ELMA J.BAXTER AND
E.ELIZABETH HESTER：
Chereal Chemistry 35. 366 (1958)