

# 冷凍パン生地の食パン製造への応用（第1報）

田尻尚士\*・松本熊市\*・原 和子\*

## Application to the bread making of freezing storage the dough- (1)

Takashi TAJIRI, Kumaichi MATSUMOTO and Kazuo HARA.

### Sinopsis

Freezing storage of dough was concerned in regard to the bread making. Three sections were made as follows;

- I, Freezing the dough before fermentation.
- II, After the first fermentation, the dough was frozen.
- III, After second fermentation, the dough was frozen.

For the defrosting of each frozen dough, quick and natural methods were compared and resulted condition of the dough and the quality of final product were compared by the physiological methods and by the eye observation.

(1). Freezing storage of dough before fermentation; By quick defrosting of dough fermentation weak, expansion of volume were not enough and somewhat sticky and indicate alcoholic flavour and quality become inferior. On the other hand, one which was defrosted by natural temperature expansion the dough show satisfactory, soft and well. During storage period fermentation of yeast in the dough could be maintained quite normally. The bread made from the dough was good flavoured and elasticity. By this way obtained quite good result and almost similar to the bread made of general method.

The dough was good flavoured and elasticity. By this way, obtained quite good result and almost similar to the bread made of general method.

(2). Freezing dough after first fermentation; By quick defrosting of this section, fermentation of the dough were rather weak, CO<sub>2</sub> gas generate not enough, inner part of dough became a dumpling. The product shows low expansion. As the result, a strange smell appeared and it was difficult to make bread in this way.

In natural defrosting, very weak fermentation could be seen, and became a dumpling. The product has strange smell and slightly sticky and heavy. Volume expansion also weak and the quality of product by this method was quite low.

(3). The dough freezed after second fermentation. By quick defrosting, the dough lost elasticity and more inferior as compared to quick defrosting of (2) section, therefore bread making by this method was almost impossible to use generally.

On the other hand, using natural defrosting method, the dough became sticky and a dumpling, less expansion of  $\text{CO}_2$  gas. On the bread same crack appeared on the surface and in inner part small holes spread over, while the taste was not quite pleasant. The rate of expansion was weak such as shown as 158%.

As the whole, in frozen storage experiment of dough, the best result could be obtained by freezed the dough before fermentation and defrosted by natural temperature, section (2) and (3) were not satisfactory, especially defrosted by quick methods presented quite inferior result, they could not used generally.

## I 緒 言

最近の製パン産業は昭和44年<sup>4)</sup>をピークに横ばい状態であり、とくに、食パンはその傾向が強く、生地自体に味付されたデニッシュ系パンの消費がや、上向きを示しており、バター、チーズなどによって味付されたものが消費者に好まれている傾向を示している。一方、最近のパン業界の傾向として、消費者に焼きあげ直後の製品を提供する直売方法が促進され、現在のような均一的に味付(食塩による塩味)された食パンは消費者の嗜好性の多様化に合致せず、その打開策が強く望まれている。その打開策として欧米では、冷凍パン生地による食パン製造が研究、開発されているが今だ未解決の点が多い。本実験ではこの方法に着眼し、冷凍パン生地を消費者が直接購入、各自の嗜好に合った味付けを行い、家庭内で自己のオーブンによって焼き上げることを目的として研究を進めた。製パン部門での冷凍パン生地<sup>6)</sup>とは、材料を混捏した生地(Dough)をそのまま冷凍したもので、製造工程によって生地のまゝで冷凍するものと、第1発酵させたのち冷凍したものと、第2発酵させたのち冷凍する3区分<sup>5)</sup>がある。

## II 実験方法と製法

### 実験材料と配合

- 1) 小麦粉(強力粉) : 日清製粉オーション(グルテン含有量: 湿グルテン36%)
- 2) イースト: オリエンタル酵母(*Saccharomyces cerevisiae*)
- 3) 粉乳: 雪印乳業製
- 4) 砂糖: 神戸精糖NS-2上白
- 5) ショートニング: 豊年リーバ, Super Atlautata.
- 6) 食塩: 卓上食塩
- 7) 水: 水道水

これらの配合比は Table 1 に示した

Table 1. Material combination of bread.

Material	%
Wheat flour	87
Yeast	2
Powdered milk	1
Sugar	4
Table salt	2
Shortening	4
Water: 1/3 of wheat flour	

### 冷凍パン生地の製造と貯蔵

小麦粉、粉乳、砂糖、食塩を製菓子用ミキサーの捏釜に投入、低速(105 R. P. M)で2分間混捏、次いで高速(312 R. P. M)で5~7分間混捏したのちにイースト(5倍量の水にとかず)、ショートニングを投入、低速で5分間混捏し材料小麦粉の約1/3量の水を添加しながら高速で約5~8分間混捏し、耳たぶ様の生地とする。

実験区分として上記の如く調整した生地より、[I]混捏直後の生地を整形冷凍;発酵前生地冷凍区。[II]生地ろ整形し40℃・30分間で第1発酵させたのち冷凍;第1発酵生地冷凍区。[III]第1発酵ずみの生地をガス抜き、整形し30℃・45分間発酵させたのち冷凍;第2発酵生地冷凍区とし、以上3区分を設定。

冷凍は-20℃のフリーザー中で保持、貯蔵日数を2, 4, 6, 8, 10, 15, 20の7区分とした。

包装紙は、ポリエチレン・銀装ラミネート紙を用いた。包装紙についてはFig-1に示した。(予備実験では、ハترون紙、サランラップ、ポリ袋、セロハンなどを用いたが、生地に密着、解凍時に破損するなどの欠点があり、ポリエチレン・銀装ラミネート紙が最良であったので本実験ではポリエチレン・銀装ラミネート紙に限定した。

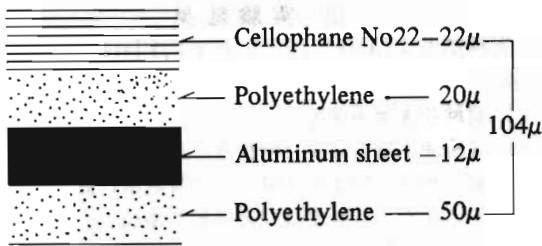


Fig. 1 Packaged paper. (laminated paper)

冷凍生地解冻法

自然解冻法：25～27℃の室温によるもの。

急速解冻法：35℃の発酵蒸器中で解冻。以上2方法をを行い比較検討した。

冷凍パン生地による食パン製造法<sup>2)</sup>

これらの方法は Fig2 に示した。各実験区分ごとに操作処理したのち長さ30cm、深さ10cmのパン型に投入、270℃：5分、次いで200～210℃：5～7分、次いで180～190℃で20分間焼き上げて製品とした。

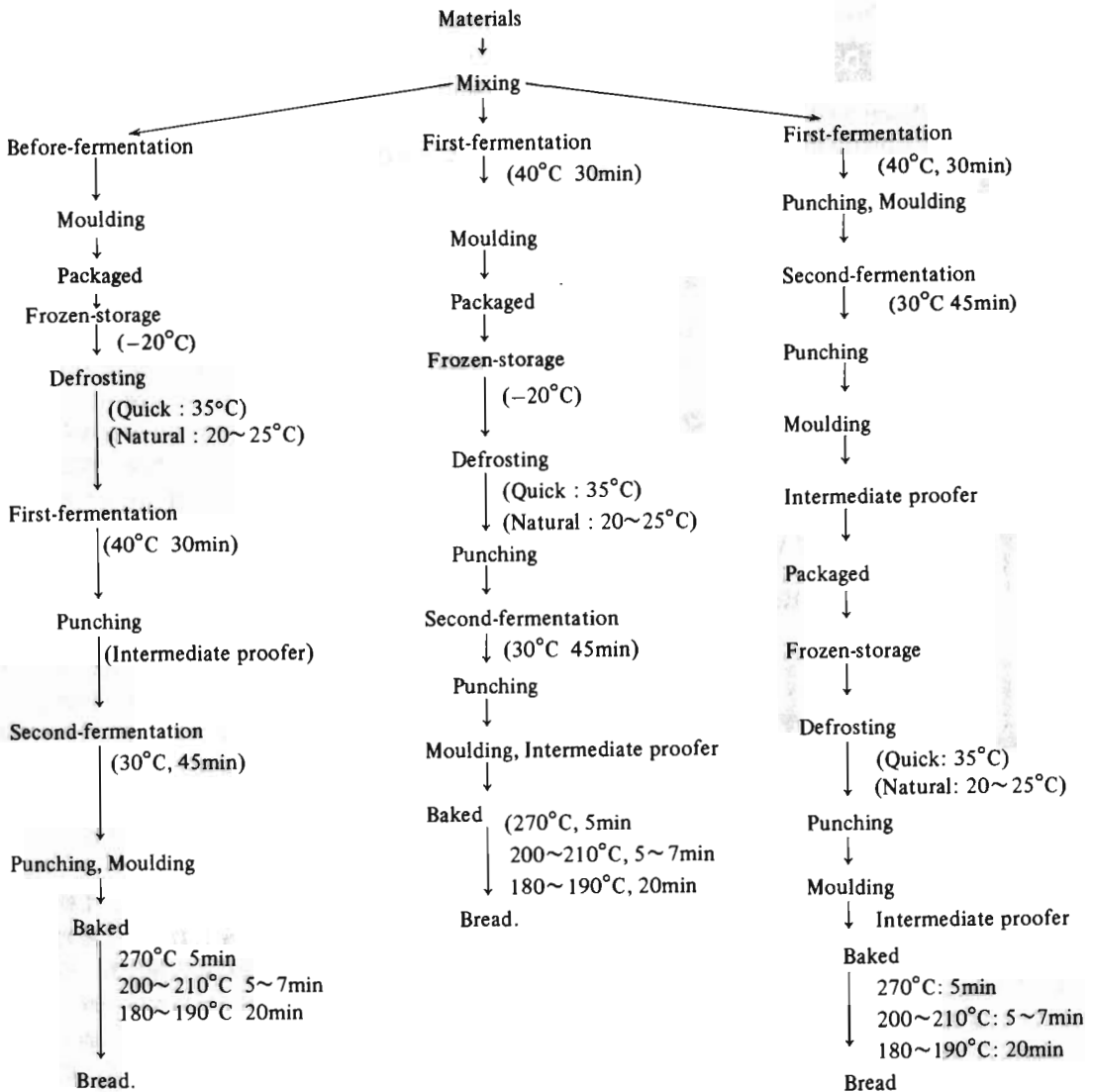


Fig. 2. Processes of baked bread by frozen dough.

## 生地および製品測定項目

生地 (解冻後)、製品につきレオ・メーターにより物理的品質として、伸長度、針侵入度、弾力度、切断度を測定した。レオ・メーターは富士理料製のModel-7030型を使用。本機の概略図はFig 3に示した。本装置はテコによる抵抗力をIC回路により増幅させ、自記記録計に接続した装置である。

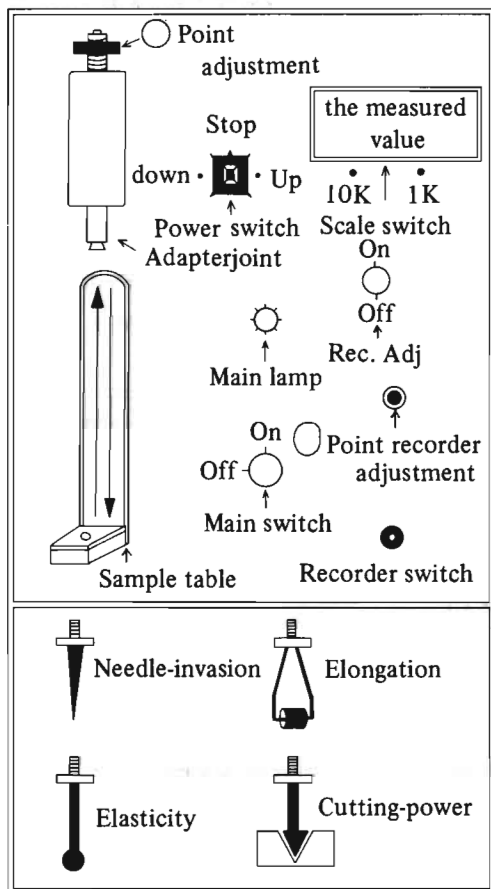


Fig. 3. Rheo-meter and method of measurement by adapter.

水分含有量は、カールフィッシャ自動測定装置を用いた。(京都電子工業MK-A型デジタル水分計)

膨張率は、整形焼き上げ前の生地の高さを100とし、製品焼き上げ後の高さを測定、100分率で示した。

## Ⅲ 実験結果

実験結果はTable 2, 3, 4, Fig 4, Plate 1~5に示した。

## 〔I〕発酵前生地冷凍区

(i)急速解冻生地の品質;伸長度,針侵入度,弾力度は貯蔵日数8日間まで上昇し,以後緩慢に低下する傾向を示すが,切断度は貯蔵日数の増加とともに低下する。一般製法時の混捏直後の生地と比べて,貯蔵初期は切断度以外は全般的に低い。解冻時の生地表面は貯蔵期間の長短による差異は明白でない。生地内面は貯蔵初期ではモチ状となり,空胞のない密着した状態となる。8~10日間貯蔵以後では,若干の空胞(直径2~3mm)を生じ,やゝ海綿状となる。生地全体としてはべとつきイースト菌による発酵の形跡は殆んど認められない。しかし,ガス抜き処理操作中からわずかに生地表面に空胞が生じ始めイースト菌の発酵が始まった。これは,解冻後若干の時間を要せばイースト菌の発酵能力が回復しないためと思われる。この結果,一般製法とかなりの差異はあるが第1発酵工程へ移項することが可能であった。水分含有量は解冻直後で45~48%となり,一般製法時の生地の35~36%よりかなり高い結果を示した。この結果生地内面は粗悪でだんご状部分が存在し,CO<sub>2</sub>の発生形跡もないことから,冷凍中はイースト菌は発酵しないために発酵能力は十分残存していることが解った。また,本区では解冻を蒸器中で行うため,処理中に生地が蒸気を吸収するために一層生地がべとつき,だんご状となった。

急速解冻生地による製品品質。

針侵入度は全般的に一般製法に比べて低く,貯蔵日数6~8日間で最高値で33g/dyneとなった。弾力度は貯蔵初期が一般製法時より高く,以後緩慢に低下し貯蔵日数10~15日目まで一般製法時と合致した。生地内面のすだちはやや粗悪であるが,空胞が散乱して存在し,イースト菌の発酵が不均一であった。切断度はかなり低く,発酵不十分によるすだちの粗悪さ,空胞の散乱などにより,内面は不均一となり切断時にこわれ現象を生じ,「ぱさぱさ」とした状態となる。水分含有量も低く,パン独特の柔軟性に欠ける製品となる。また,貯蔵日数による差異はあまり明白でなかった。製造工程中の操作も一般製法と大差はないが,全般的にやゝその反応が遅く時間を要し,とくに,イースト菌の発酵能力が弱い。膨張率は一般製法時の240~245%に比べてやゝ低く210%となった。これは,イースト菌の発酵不十分に起因するが,製品内面に若干だんご状部分が存在した

ためであろう。水分含有量は貯蔵日数の延長とともに増加した。本区では、食パン特有の芳香性に欠け、若干のアルコール臭を生じる。

(ii)自然解凍生地の品質；物理的品質は貯蔵日数の延長とともに上昇し、一般製法と大差なくきわめて良好な品質を示すが、貯蔵日数4～10日間が最良であった。生地のはりもよく、ガス抜き処理も手軽であり、解凍と同時に発酵がおり、柔らかく弾力性に富んだ生地が得られた。水分含有量も一般製法と大差なく、貯蔵日数6～10日目が最適含有量を示した。これらの結果から、冷凍中でのイースト菌の発酵能力の低下はなく、十分その発酵能力は保持され、第1発酵できわめて健全な発酵力を示した。全体的に一般製法と全く差のない良質な生地が得られた。

#### 自然解凍生地による製品品質

物理的品質は、貯蔵初期から10日目に渡って全体的に増加、15日以後は低下した。とくに、貯蔵日数6～10日間の製品は一般製法時と全く差のない良質な品質を有した。内面のすだち<sup>1)</sup>も良好で、柔らかな弾力性のある、香味豊かな製品となり、食パン特有のきつね色の表皮を形成した。水分含有量では貯蔵日数の長短による差異は殆んどなく、わずかに2%の微差であった。一般製法ともほとんど差異はない。膨張率は242%と高く、最高値に近い結果を示した。これらの結果から、イースト菌の発酵は健全であり、一般製法と差のない状態で各工程の操作処理が可能であった。

## 〔2〕第1発酵生地冷凍区

### (i)急速解凍生地の品質

一般製法に比べて、伸長度は貯蔵日数の増加とともに上昇するが、全般的に低い。また、針侵入度はかなり高く、貯蔵日数による差異はない。弾力度は非常に低い。切断度は高い。これらの結果から、生地はだんご状となりのびがなく、水分含有量は無発酵区より約7～10%高く、全体的に粗悪な生地となり、内面は不均質でべとつき、第1発酵処理済みにもかゝらずすだちは劣悪で、大きな空胞（直径5～7mm）が存在、その周囲は粘着質なもち状となった。これらの結果から、以後の製造工程への移項がきわめて困難で手まどり、とくに、ガス抜き処理時に生地はちぎれ現象を生じ、整形時では表面が不均一となった。また、第2発酵が弱く遅延した。一般製法時のようなガス抜き、整形処理中でのCO<sub>2</sub>の発生が見られず、全取的に非常にイースト菌の発酵能力は弱く、不十分となった。

#### 急速解凍生地による製品品質

一般製法に比べて、物理的品質は全般的にその数値は高く、貯蔵日数による差はきわめて少ない。製品内面はすだちが粗雑で、直径3～5mmの空胞が散乱、中心部はだんご状の粘土質部分を現出する。芳香性に乏しく、かなり強いアルコール臭を有し、製品焼きあげ直後に天井落ちを来たし、表皮はひび割れを生じた。また、製品焼き上げ時には周囲の表面が急速に焼きあがり、内部の水分発散が防げられ、イースト菌の発酵によるCO<sub>2</sub>やアルコール、アルデヒド、ケトンなどが内面に残存した。水分含有量が高く43～47%となり、膨張率も低く140%となり、きわめてすだちの悪い製品となる。口当り、歯当りも悪く劣悪な製品となった。

### (ii)自然解凍生地の品質

伸長度は478～489g/dyneで貯蔵日数による差異はほとんどなく、針侵入度も同様の傾向を示す。弾力度は貯蔵日数の増加と逆比例して低下する。切断度は伸長度、針侵入度と同様の傾向を示した。一般製法に比べて伸長度、弾力度は低く、針侵入度、切断度は高い結果となった。全般的に急速解凍区と類似した様相を呈するがや、品質が優る程度である。水分含有量は、貯蔵日数の長短による差異は殆んどなく、47～50%となり一般製法時より12～14%高く、また、無発酵の第1発酵区より2～3%高い結果を示した。生地内面は大小（6～8mm、3～5mm）の空胞が散乱、発酵の形跡は認められるが不均一でや、弱く、第2発酵への移項が手まどる結果となる。ガス抜き処理時には、生地のはりがなく切断され、発酵によるCO<sub>2</sub>の発生も緩慢でべとつき、内部の中心部はもち状となり、きわめて粗悪な品質となった。これらの結果から、本区でのイースト菌の発酵能力はかなり衰弱する。これは一度発酵し始めた途中で冷凍するためにイースト菌の発酵が正常に営なまれず、イースト菌が冷凍中に自己消化<sup>3)</sup>を起し、その能力が低下したものと思われる。

#### 自然解凍生地による製品品質

貯蔵日数の長短による物理的品質の差異はほとんどない。針侵入度は42～44g/dyneで、他の弾力度、切断度についても同様の傾向を示した。一般製法に比べて針侵入度で4～5g/dyne、弾力度11～12g/dyne、切断度73～87g/dyneと高い結果となった。全体的に粘性に乏しい硬い感じを呈した。内面のすだちも粗く、CO<sub>2</sub>発生による空胞も不均質に散乱、中心部はべとつく状態となる。芳香性も無く、かなり強いアルコール臭を発生する。表面の皮層はひび割れし、天井落ちの傾向が現出。水分含有量も一般

製法に比べて8~10%高く、この結果から製品内部の含有量も高くだんご状を呈し、粗悪で口当り、歯当りの劣悪な製品となる。膨張率も低く180%を示し、一般製法より60~65%低い結果を示した。

### [3]第2発酵生地冷凍区

#### (i)急速解凍生地の品質

物理的品質は全体的に貯蔵日数による差異はさほど明白でない。とくに伸長度は一般製法の約1/2となり、全く伸長性のない性地となる。この結果、ガス抜き処理が困難で、ちぎれ、現象を生ずる。一方、針侵入度は一般製法の約2.5~3倍となることから、生地はだんご状を呈する。弾力度は20~25g/dyneで一般製法より低い。本区では生地は、第1発酵一ガス抜き一第2発酵一整形一冷凍したものであって、生地内面の水分が冷凍時に氷結、解凍時に解氷するがこの時点で完全に表面に現出せず内面に残存する傾向が強く、内面が不均一でだんご状を呈する原因となったと思われる。この事は水分含有量が56~58%ときわめて高いことから理解出来る。全体的に第1発酵生地冷凍区と類似した様相の生地の品質となる。急速解凍生地による製品品質

針侵入度は、一般製法より5~8g/dyneとわずかに高く、貯蔵日数の延長とともに若干上昇する傾向を示した。弾力度はあまり変化なく一般製法より18~20g/dyne高く、切断度も同様の傾向を示したが、

一般製法より85~95g/dyneと非常に高い結果となった。水分含有量も高く46~49%と示した。一方、膨張率は135%ときわめて低い。これらの結果から、製造工程中の整形操作が非常に困難となり、生地ののびがないために焼き上げ操作中にほとんど膨張せず、表皮が急速に形成され、内部の水分が放出されず、CO<sub>2</sub>も内部に残存する結果となった。この結果、製品内面のすだちはほとんど見られず、乾パン状となり、すだち形成度は約10~15%で、大部分が粘土質となり、大きな(5~7mm)空胞が散乱した。本実験中最悪の臭気が強く、口当り、歯当りの劣悪な品質を呈した。本区では、第2発酵工程(冷凍直前)まではきわめて良質の生地であったが、冷凍・解凍処理操作中に生地は劣化、製品は粗悪となったことから、イースト菌が第2発酵以後急激にその発酵能力を消失したものと思われる。本法での食パン製造は不可能と判断された。

#### (ii)自然解凍生地の品質

一般製法に比べて、伸長度は70~85g/dyne低く、針侵入度は45~47g/dyneと約3倍高く、弾力度は5~10g/dyne低く、切断度は5~9g/dyne高い結果を示した。貯蔵日数による差異はほとんどない。これらの結果から、肉眼的には生地内面はもち状で粘土状となり、すだち形成も弱くてCO<sub>2</sub>の発生形跡もない結果を示した。水分含有量が47~49%と高いこと

Table 2. Physical quality of dough.

Part of defrosting		Quick-defrosting (35°C)							Natural-defrosting (20~25°C)						
Storage days		2	4	6	8	10	15	20	2	4	6	8	10	15	20
Before-fermentation	Elongation g/dyne	377	379	377	375	374	374	377	545	551	552	554	558	556	559
	Needle-invasion g/dyne	13	13	16	16	14	16	14	14	14	15	15	15	17	16
	Elasticity g/dyne	1233	1229	1226	1229	1227	1229	1228	1237	1233	1238	1240	1244	1246	1246
	Cutting-Power g/dyne	24	23	23	34	33	35	33	13	15	17	18	20	19	18
First-fermentation	Elongation g/dyne	284	287	286	312	324	329	327	487	488	488	487	489	487	488
	Needle-invasion g/dyne	40	40	42	41	41	40	42	34	33	34	34	34	33	34
	Elasticity g/dyne	1220	1220	1223	1224	1226	1226	1224	1236	1236	1238	1236	1237	1236	1237
	Cutting-power g/dyne	26	26	27	27	30	31	33	24	23	23	23	24	23	24
Second-fermentation	Elongation g/dyne	283	285	283	285	284	285	286	482	480	483	485	484	484	485
	Needle-invasion g/dyne	45	46	45	46	46	45	46	45	46	46	45	45	47	47
	Elasticity g/dyne	1219	1218	1219	1218	1220	1219	1217	1235	1235	1234	1234	1236	1235	1235
	Cutting-power g/dyne	26	27	27	26	27	28	28	23	24	23	24	24	24	26

General-product → Elongation : 550~560 g/dyne, Needle-invasion : 15~17 g/dyne,  
 → Elasticity : 1240~1245 g/dyne, Cutting-power : 15~20 g/dyne,

からも十分理解出来た。本区第2発酵生地を冷凍したが、冷凍直前までの生地は良好ですだち形成、CO<sub>2</sub>の発生も正常であり、イースト菌の発酵はきわめて健全であったが、冷凍一解凍処理操作中にイースト菌の発酵が阻害される結果を示した。急速解凍区よりわずかに良好であるが、本法での食パン製造は困難であった。

自然解凍生地による製品品質

一般製法より、針侵入度は6g/dyne高く、弾力度は15g/dyne高く、切断度は大きく70~80g/dyne高い結果となった。水分含有量は一般製法よりも10%高く43%前後となった。膨張率は158%となり、急速解

凍区より33%高く、わずかに良好な結果を示した。製品内面のすだちは粗悪であるが、わずかにイースト菌の発酵によるCO<sub>2</sub>の発生形跡が認められ、大小の空胞（5~8mm, 2~3mm）が散在した。焼き上げ中期より膨張が始まり、同時に表皮にひび割れを生じた。すだち率は30~35%となり、中心部はかなり良好な状態で弾力度のよい様相を示した。本区では、製造工程処理操作時でかなりの困難性を有し、生産工程の管理が難しい結果となり、製品は芳香性の乏しいアルコール臭を発する。口当り、歯当りの劣悪な重い感じの品質を呈した。

Table 3. Physical quality of bread.

Part of defrosting		Quick-defrosting (35°C)							Natural-defrosting (20~25°C)						
Storage days		2	4	6	8	10	15	20	2	4	6	8	10	15	20
Before fermentation	Needle-invasion g/dyne	27	24	33	33	23	23	23	35	35	35	37	37	37	35
	Elasticity g/dyne	1248	1250	1248	1242	1237	1240	1239	1230	1232	1235	1237	1237	1234	1230
	Cutting-power g/dyne	130	130	141	238	188	148	137	360	360	361	366	369	369	367
First fermentation	Needle-invasion g/dyne	44	45	45	48	48	47	48	42	43	42	44	42	43	44
	Elasticity g/dyne	1248	1249	1249	1248	1250	1252	1251	1248	1249	1247	1249	1241	1246	1248
	Cutting-power g/dyne	423	430	446	447	448	448	444	447	448	448	448	447	446	447
Second fermentation	Needle-invasion g/dyne	45	45	46	48	46	48	48	48	43	45	45	44	44	44
	Elasticity g/dyne	1250	1253	1252	1251	1255	1254	1255	1249	1254	1248	1249	1245	1251	1250
	Cutting-power g/dyne	450	451	450	454	445	455	458	445	444	448	447	449	450	448

General-product  $\begin{cases} \rightarrow \text{Needle-invasion : } 37 \sim 40 \text{ g/dyne, Elasticity : } 1235 \sim 1237 \text{ g/dyne} \\ \rightarrow \text{Cutting-power : } 365 \sim 375 \text{ g/dyne,} \end{cases}$

Table 4. Moisture of Dough Bread.

Part of defrosting		Quick-defrosting (35°C)							Natural-defrosting (20~25°C)							
Storage days		2	2	4	6	8	10	15	20	2	4	6	8	10	15	20
Dough	Before fermentation (%)	48	48	45	47	45	46	44	33	33	34	35	35	36	35	
	First fermentation (%)	55	54	55	55	56	54	54	48	49	47	48	48	49	50	
	Second fermentation (%)	56	56	57	57	56	57	58	47	48	49	49	50	48	49	
Bread	Before fermentation (%)	41	40	45	45	47	45	48	35	36	35	35	34	34	35	
	First fermentation (%)	45	43	45	45	46	45	45	42	42	43	43	45	44	44	
	Second fermentation (%)	48	46	47	48	49	49	49	44	45	44	45	43	44	45	

General-product Dough : 35~36 g/dyne, Bread : 34~35 g/dyne.

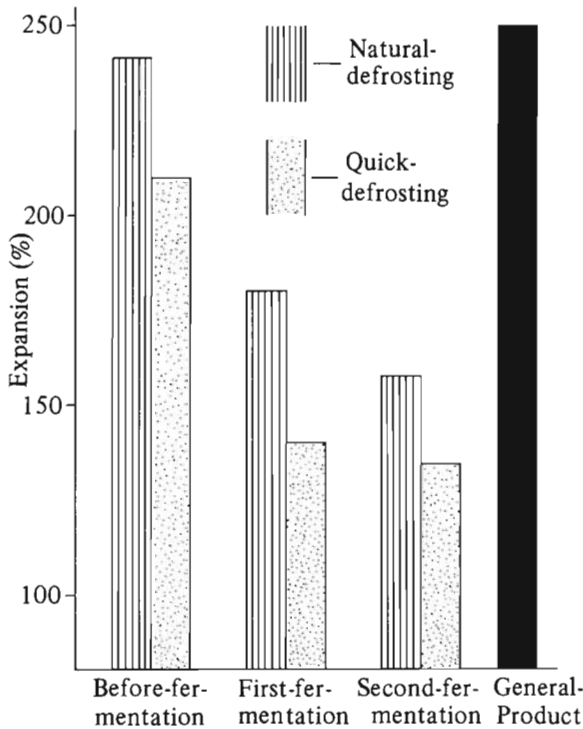


Fig. 4. Expansion of bread by production.

#### IV 考 察

以上の実験結果から、冷凍パン生地による食パン製造を成巧させるためには、いかにイースト菌の発酵能力を保持し、最高限に発揮させるかにある事が解った。すなわち、生地冷凍中にイースト菌が自己消化や異状発酵により老化することを防止することが重要である。製造中での生地中のイースト菌が発酵不十分であれば当然製品食パンの品質は劣化し、また、生地中の発酵が極度に悪い場合は製造操作処理すら困難となり、結果製品食パンの入手は不可能となる。

混捏直後の生地(発酵前生地)を冷凍、解凍(自然)すれば一般製法と比べて全く差異の無い良質な食パンが得られる。また解凍生地は整い感じの柔らかいすだちの良好なきわめて健全な品質を示し、生地冷凍中でのイースト菌の発酵能力は十分保持され、ガス抜き、整形、第1発酵への操作処理中に逐次発酵が始まり、発酵状態も健全で軽い感じの良好な結果となった。一方、イースト菌の発酵過程、および、発酵終局時で冷凍、解凍した場合、その後の発

酵能力は大きく低下する。

第1発酵生地冷凍、第2発酵生地冷凍ではイースト菌の発酵が不十分となり、CO<sub>2</sub>の発生やアルコール生成が弱く良質な食パンの製造は困難であった。すなわち、解凍後のアルコール発酵は第1区分から第3区分に至るに従って劣化した。

一方、生地自体のアルコール発酵性は解凍法によってもかなりの差を生じた。発酵前生地冷凍区以外の自然解凍区では、正常な発酵状態ではないがそれでもなお弱いながらも発酵力を保持し、急速解凍法に比べてや、すぐれていた。生地自体の解凍法による肉眼的差異は、自然解凍法では、発酵前生地冷凍区では一般製法時と全く差異の無いすだちを形成するが、第1発酵生地冷凍区では生地中心部がべとつき伸びの無いもち状を呈し、第2発酵生地冷凍区では一層この傾向が強い。また物理的品質としては、針侵入度、切断度が非常に高く、弾力度がきわめて低い傾向となった。この結果、生地自体が良質でないため、発酵前生地冷凍区以外では製品食パンもすだち形成の悪い重い感じの、異臭をもつ劣悪品となった。急速解凍法では、蒸気加温法を用いたが、冷凍生地を35℃の蒸気で加温するため急激な温度差と蒸気吸収などにより、生地は吸水し、結果べとつきイースト菌の発酵も不十分となり、結果CO<sub>2</sub>の発生、糖分の分解などが不完全となり生地のすだちは悪化した。なおこれらは全ての実験区に共通するが、第1実験区から第3実験区に至るに従ってその傾向は強いことが解った。

本実験に用いたイースト菌は予備実験の結果-20℃でも十分その発酵能力を保持するが、水分の多少や糖分の濃度によってその能力はかなり左右される。イースト菌は一度発酵を始めた場合、生地中の糖の発酵やその栄養分の減少が同時に始まり、その過程で冷凍された場合それ以後の活性力は当然劣化を来たすだろう。従って発酵前生地冷凍区以外には発酵の劣化を招来するという結果は当然であろう。

#### 発酵前生地冷凍→食パンの出来上り

自然解凍区：一般製法と変らず

急速解凍区：内面不均一、すだち不良若干異臭有す

#### 第1発酵生地冷凍区

自然解凍区：内面不均一→中心部だんご状異臭有す

急速解凍区：自然解凍区より一層劣悪な製品

#### 第2発酵生地冷凍区

自然解凍区：すだち形成弱く大小の空胞散乱中



心部はかなり良好，重い感じの食パン，

急速解凍区：すだちの形跡なく内面粘土質，実験区分中最悪品，異臭きわめて強く，天井落ちひび割れが強い。

冷凍パン生地による食パン製造の主目的は容易に各家庭で各自の嗜好に合った味付を行い，新鮮なパンを食することにあるが，本実験で最良であった発酵前生地冷凍法では，第1発酵，第2発酵などの製造工程処理が残されており，本法の主目的が十分生かされない。種々の工程を完全に終了した生地を冷凍包装，家庭で解凍，焼き上げることが可能ならしめることが重要と思われる。将来の研究課題として，第2発酵終了の冷凍生地を解凍，整形する時点で，イースト菌の補強，糖類の補足，小麦粉の澱粉分解促進剤としての $\beta$ -アミラーゼの添加などが考えられる。

本実験では製品パンの外観，内面のすだちや物理的品質など，きわめて基礎的な項目について追求したものであり，その製造上での操作処理の改善や材料配合の改良も必要であろう。とくに，食パン自体の製品としての風味や，色調，栄養的価値などは本実験では追究しなかったため，今後にきわめて幾多の問題点を提議する結果となった。

## V 要 約

冷凍パン生地による食パンの製造につき実験を行った。実験区分として，発酵前生地冷凍，第1発酵生地冷凍，第2発酵生地冷凍の3区分を設定，貯蔵日数の限界もあわせて検討した。解凍法についても併せて追究した。

### [1]発酵前生地冷凍区

自然解凍区では，一般製法とまったく差異のない食パンの製造が可能で，すだちの形成もきわめて良く，芳香性に富んだ軽い感じの色調豊かな品質を示した。

急速解凍区では，生地はべとつき，急激な温度差により，イースト菌の発酵能力が衰弱し，発酵不良の結果をまねき製品は自然解凍区に比較してかなり劣悪であった。

### [2]第1発酵生地冷凍区

自然解凍区では，解凍前のイースト菌の発酵形跡は若干認められるが非常に弱く生地内部はもち状となり，その結果，製品食パンは重い感じの粗悪な，アルコール臭の強い膨張率の低い不良品となった。

急速解凍区では，CO<sub>2</sub>の放出は非常に弱くイースト菌の発酵力は大きく低下，生地はだんご状となる。その結果，製品食パンはほとんど膨張せず異臭の強い，不均質な内面の劣悪な品質となり，本区での食パン製造は不適当である。

### [3]第2発酵生地冷凍区

自然解凍区では，生地はべとつき，第2発酵以前に形成されたすだち、や空胞が消失し，もち状となり製品食パンは粗悪な重い感じを呈する。また，異臭も強く，膨張率も低いかたい食パンとなった。

急速解凍区では，伸長性に乏しいだんご状の発酵不十分な生地で，第2発酵以前に形成された健全なイースト菌の発酵が解凍時にはほとんど消失した。製品食パンは急速解凍区と大差なく，その品質はかなり劣悪であり，本区での食パン製造は非常に困難であった。

以上の結果より，冷凍生地による食パン製造は発酵前生地を冷凍する方法が最良であるが，各家庭で冷凍生地購入後焼き上げるまでの処理が複雑なため，なお幾多の改良や製法の簡素化が必要であろう。すなわち，第2発酵終了後の冷凍生地を購入，焼き上げのみで食パンが得られるべく，種々の改良，研究が必要であろう。その一方法として，第2発酵終了の冷凍生地に解凍時イースト菌，糖などを添加し，イースト菌の発酵能力の促進，補強などが考えられる。

## 引用文献

- 1) 岩尾裕之，綾野雄幸：食品の加工と貯蔵，21～30，第1出版株式会社。(1971)
- 2) 加藤舜郎：食品冷凍の理論と応用，862～884，光琳書院。(1967)
- 3) 左藤友太郎：パン酵母，182～202，光琳書院(1966)
- 4) 田中康夫：パン原料と製造工程，30～32，日本評論社。(1973)
- 5) 田村 浩：パンの見分け方と保存，47～49，日本評論社。(1973)
- 6) 高木俊介：冷凍パンについて，96，食品と科学社。(1973)

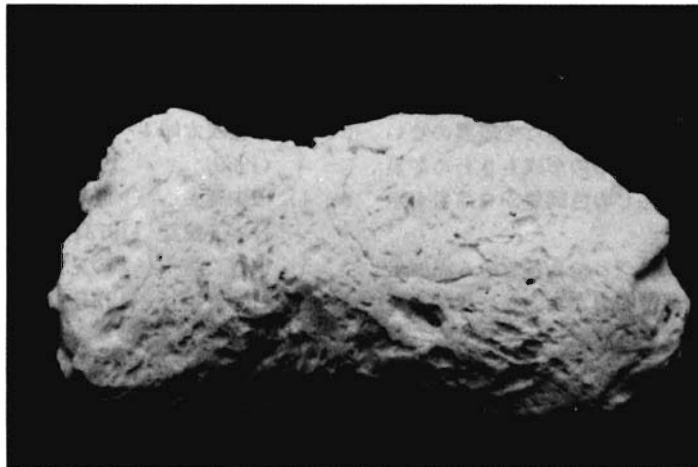
(昭和50年11月1日受理)



(Before-fermentation)



(First-fermentation)



(Second-fermentation)

**Plate 1** Dough of natural-defrosting.

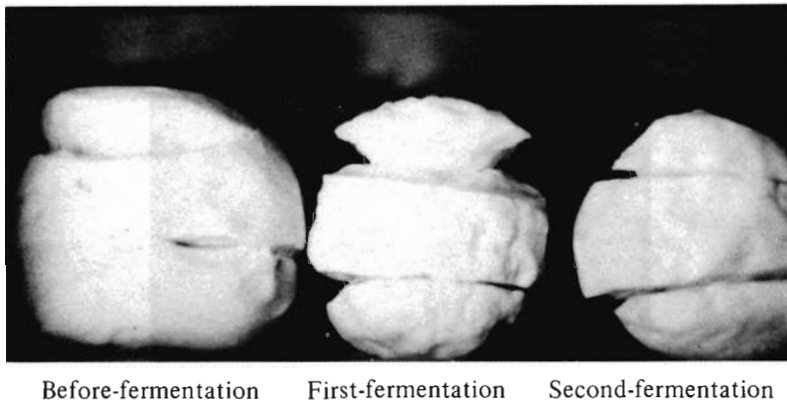


Plate 2    Expansion of Dough by natural-defrosting.

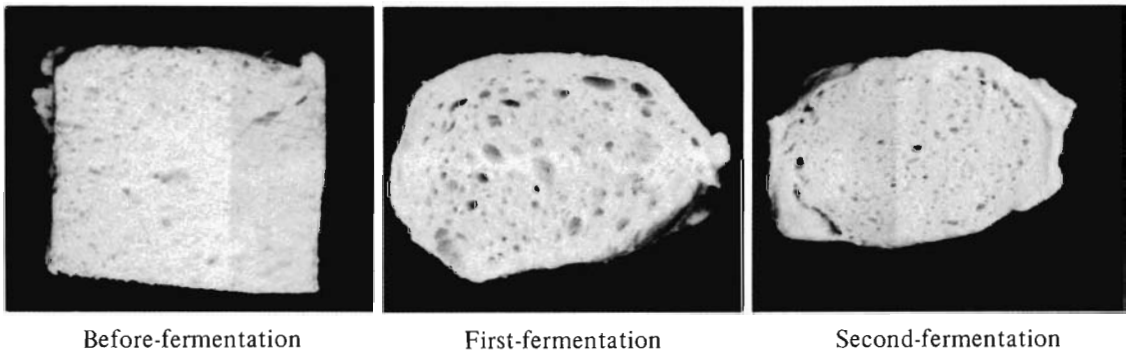


Plate 3    Expansion of dough by natural-defrosting. (the inner-part)

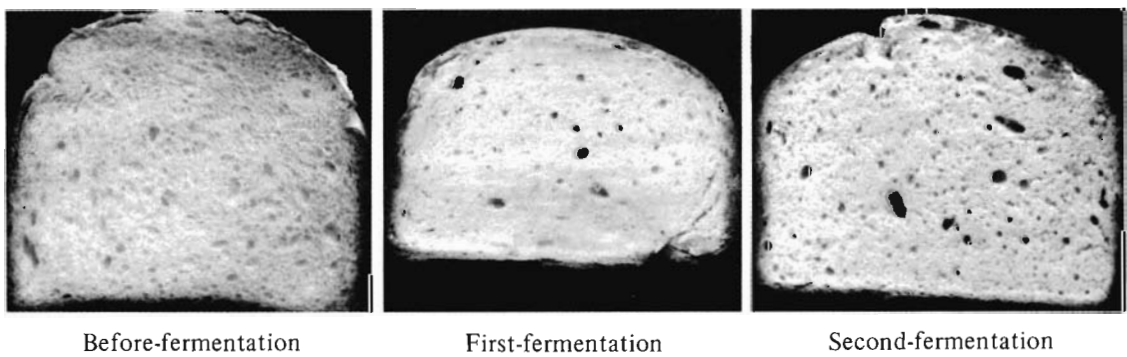
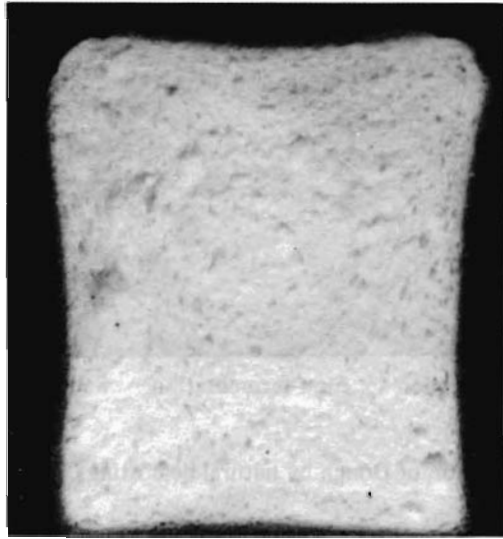
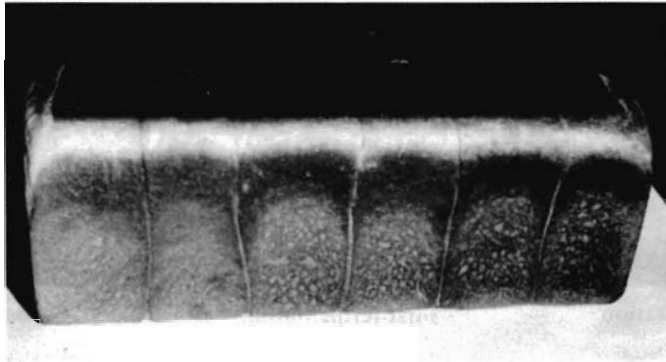


Plate 4    The inner of Bread. (natural-defrosting)



(inner part)



Appearance

**Plate 5** Bread by before-fermentation. (natural-defrosting)