

# 冷凍パン生地の品質改良に関する研究

水谷 令子・久保 さつき・川村 吉也\*

## Studies for the Improvement of Quality on Frozen Bread Dough

Reiko MIZUTANI, Satsuki KUBO and Yoshiya KAWAMURA\*

### 要 旨

大豆レシチンと活性グルテンを超音波処理する方法で調製した複合体を、パン生地調製時に添加することによって、生地を冷凍貯蔵した後もその生地から調製したパンの品質は良好である。本研究では、この複合体の冷凍生地に対する効果、すなわち複合体の冷凍障害防止効果の機構を調べるために行なわれた。

複合体の酵母に対する効果については生地内発酵能、すなわち炭酸ガスの生成能を、生地自体に対する効果は生地の粘着性を測定して調べた。そして、酵母と生地の両方に対する影響は生地の膨化性を測定して調べた。

その結果、食パン生地においては複合体を添加することによって、酵母の発酵能の低下が明らかに抑制されることが分かった。しかし、バターロール生地においては対象との差はほとんど見られなかった。膨化性を測定した結果についても同様の傾向を示した。

食パン生地の粘着性測定の結果では、冷凍貯蔵による生地のべたつきは、複合体を添加することによって抑制することができた。

以上より大豆レシチンと活性グルテンの複合体（LG）の冷凍障害防止効果は、酵母に対する保護作用が主因であると考えられるが、同時に生地自体の劣化も抑制すると推察される。

### 1. 緒 言

製パン業界では、消費者の焼き立てパン志向への対応と、生産現場の合理化のために、混捏された生地、あるいは、すでに成形した後凍結した、冷凍生地製パン法が一般化している。こ

---

\*中惣酢店中央研究所

の冷凍生地製パン法において問題となるのは、冷凍生地を解凍後焼成した場合に、製品の品質が低下することである。この問題を解決するために、冷凍耐性酵母の開発<sup>1)2)</sup> 混捏・凍結・貯蔵などの温度管理、材料配合や改良剤の添加など多くの技術的な改良<sup>3)4)5)</sup> が行なわれている。

著者らはこれまでに、好ましい冷凍パン生地調製条件を知るために、温度管理の違いによる酵母の生育状況<sup>6)</sup>、生地調製条件<sup>7)</sup>、生地の貯蔵条件<sup>8)</sup> などについて検討してきた。

一方、タンパク質と脂質の複合体が高い乳化活性を示し<sup>9)10)</sup>、かつドウやバター<sup>11)</sup>の品質改善に効果があること、パン生地にこの複合体を添加することによってパンの品質を向上させること、さらにこの生地を冷凍貯蔵した後も良好なパンを調製できること<sup>11)</sup>などを報告してきた。

今回の研究は、大豆レシチンと小麦粉由来の活性グルテンとの複合体のパン生地における冷凍障害防止効果の機構を知るために行なった。

## 2. 材料と方法

### 2. 1 材 料

パン酵母はオリエンタル酵母工業株式会社製の冷凍耐性圧搾酵母（菌株名：*Saccharomyces Cerevisiae*）FD-1を用いた。

パン生地調製には日清製粉製強力粉カメラ、市販グラニュー糖、雪印乳業製ショートニング及び脱脂粉乳、市販1級試薬塩化ナトリウムを用い、水は蒸留水を使用した。

酵母の培養には市販の1級サッカロースを用いた。酵母の発酵能の測定には、市販1級試薬で調製したHaydack液を用いた。

添加剤LGは市販酵素処理レシチンと市販活性グルテンをラインミキシング処理し、これを粉末化した複合体に各種成分を配合して製品化したミツカンの製剤を、LGと比較のために用いた市販品はモノグリセリド脂肪酸エステル系の冷凍生地用市販製パン改良剤を使用した。

### 2. 2 パン生地の調製法と凍結・貯蔵・解凍法

生地の材料配合は、表1、表2に示した。パン用ミキサー（カントーミキサーCS-20型）で前法<sup>8)</sup>と同様に混捏して、30℃に調整したふ卵器の中に30分間保管し一次発酵を行なった。その後、直ちに生地を50gずつに分割し、ビニール袋に入れて密封し、-60℃の冷凍庫で約2時間冷凍、その後-20℃のフリーザー（日本フリーザー製GS-3003型）内に貯蔵した。

解凍は5℃の冷蔵庫内で約16時間放置した後室内に出し、生地内部温度が10~12℃になった時点を解凍終了とした。

表1 食パンの材料配合

材 料	%
小麦粉 (強力粉 カメリア)	100
圧搾酵母 (FD-1)	5
グラニュー糖	4
食塩	2
ショートニング	4
水	66 (添加群は67.5)
添加剤	L G (1.5) 市販品 (2)
アスコルビン酸	無添加群のみ100 ppm

表2 バターロールの材料配合

材 料	%
小麦粉 (強力粉 カメリア)	100
圧搾酵母 (FD-1)	5
グラニュー糖	10
食塩	1.8
ショートニング	12
全卵	10
脱脂粉乳	3
水	52 (添加群は53.5)
添加剤	L G (1.5) 市販品 (2)
アスコルビン酸	無添加群のみ100 ppm

### 2. 3 生地 of 膨化性測定方法

30℃で30分間一次発酵後、生地50gを正確に秤取し、これを200ml容のメスシリンダーに隙間なく詰める。シリンダーごと30℃の恒温器内に保ち、10分毎に生地 of 容積を目盛りで読みとった。

冷凍貯蔵した生地は、解凍後試料を秤取して、混捏直後の生地と同様にして測定した。

### 2. 4 生地中の酵母 of 発酵能測定

生地2gを正確にはかり、前報<sup>7)</sup>と同様 of 方法で測定した。

### 2. 5 生地 of 粘着性 of 測定

生地の粘着性の測定は、酵母を加えないで混捏した生地について行なった。貯蔵0日の試料は30℃で30分間一次発酵した後に、冷凍貯蔵生地では解凍後、生地14gを正確に秤取し、小型シャーレ（内径3.5×1.0cm）に隙間なく詰め、上面をラップで覆い平らにしてから、ラップを外して直ちに不動工業株式会社製レオメーターNRM-2002J型を用いて、圧縮試験と引っ張り試験マニュアルを組み合わせて粘着性を測定した。初期荷重40g、プランジャーは直径15mmの円盤型を使用し、試料台速度は2cm/minで行なった。

この方法によって図1のような測定曲線が得られる。プランジャーが生地表面に接した点がA、試料台が上昇することによりプランジャーが生地にめり込み、40gの荷重がかかったときがBとなる。この時点から試料台は下降する。プランジャーに付着した生地が次第にはがれていく過程がC、Dで、完全に生地がプランジャーからはずれた時点がEである。この時点で測定を終了する。

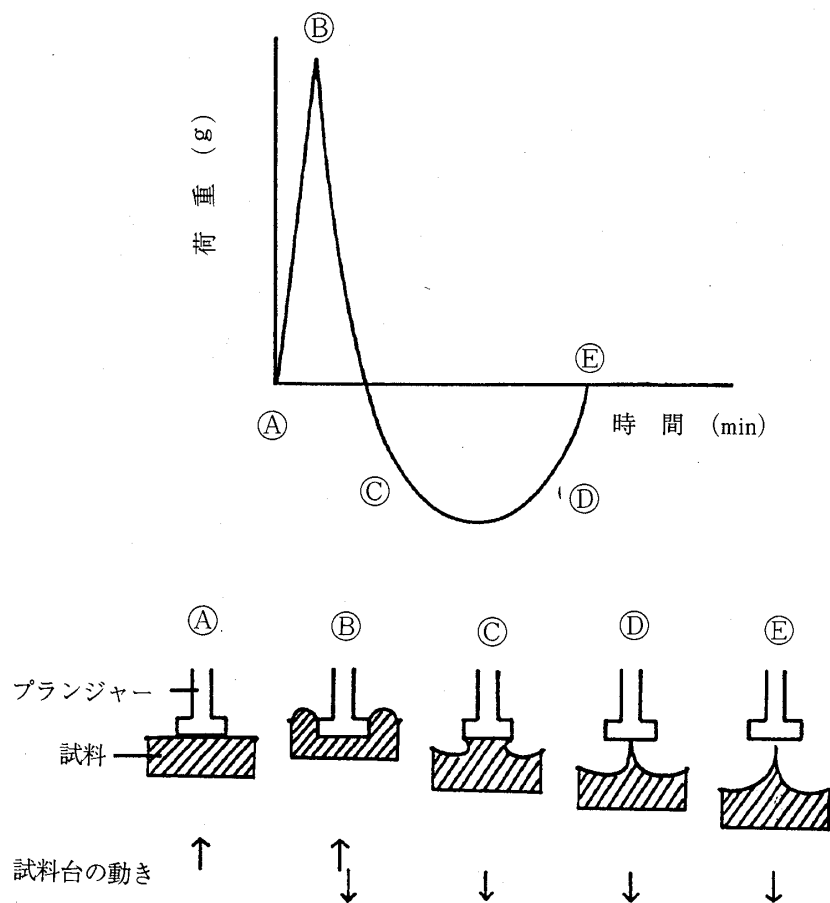


図1 生地粘着性の測定方法

### 3. 結果と検討

#### 3.1 生地内の酵母発酵能におけるL Gの効果

表3は、食パン生地を冷凍貯蔵したときの酵母発酵能（培地重量の減少）の貯蔵中の変化を示したものである。培養20, 25, 30時間後の生地1g当りの培地の減少量（g）を算出した。

培養20時間の時点で比較すると、無添加群では、冷凍前の生地で0.23であったものが、14日後で0.11, 51日後では0.01と低下した。L G群では貯蔵前に0.33, 貯蔵51日で0.12と無添加群と比較してその発酵能の低下は少なかった。また、市販品添加群に比べてもL Gは冷凍貯蔵による発酵能低下を抑制することが分かった。

表3の結果を培養30時間後の値でグラフにかいてみると図2のようになり、市販品においても冷凍貯蔵期間中の発酵能低下が抑制されたが、L Gの抑制は効果は特に大きかった。

表3 食パン生地冷凍貯蔵中の酵母発酵能の変化

培養時間 (時間)	貯蔵期間 (日)	添 加 剤		
		無添加	L G	市販品
20	0	0.23	0.33	0.33
	7	0.17	0.32	0.22
	14	0.11	0.27	0.15
	28	0.15	0.28	0.21
	43	0.08	0.17	0.14
	51	0.01	0.12	0.04
25	0	0.46	0.57	0.56
	7	0.41	0.55	0.44
	14	0.33	0.53	0.37
	28	0.39	0.53	0.48
	43	0.27	0.43	0.31
	51	0.15	0.39	0.18
30	0	0.70	0.79	0.77
	7	0.58	0.78	0.66
	14	0.56	0.79	0.60
	28	0.60	0.79	0.64
	43	0.56	0.65	0.53
	51	0.31	0.56	0.39

(酵母発酵能：培地減少量 (g/生地g))

バターロール生地についても食パンと同様に実験を行ない、その結果を表4, 図3に示した。

培養20時間後の値でみると無添加群では、貯蔵期間0日で0.27、貯蔵7日で0.11と急速に発酵能は低下し、その後貯蔵期間が長くなっても発酵能の変化はほとんどみられなかった。市販品添加においても無添加群と同様の結果を示した。一方、LG添加群では0日で0.33、21日で0.23、53日後でも0.21とその変化は小さい。図3に示した培養30時間後の結果をみるとLG群と無添加群および市販品群との差は明らかである。

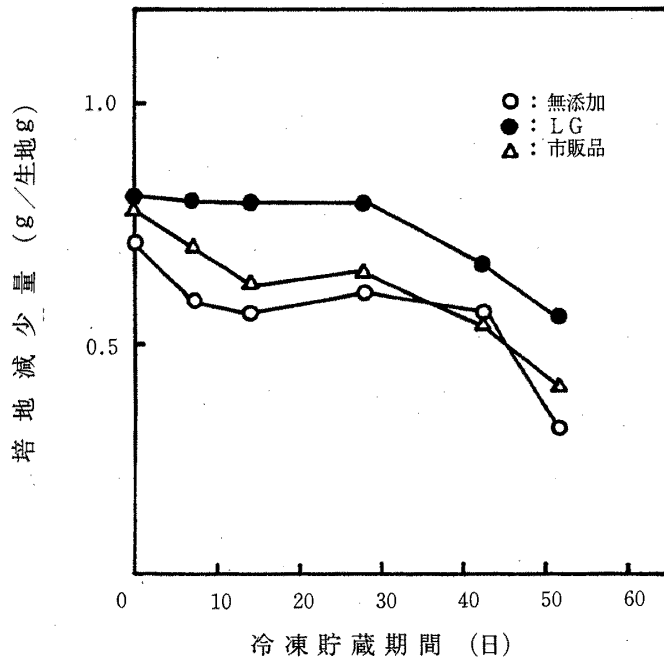


図2 食パン生地冷凍貯蔵中の酵母発酵能の変化 (30℃培養 30時間後の培地減少量)

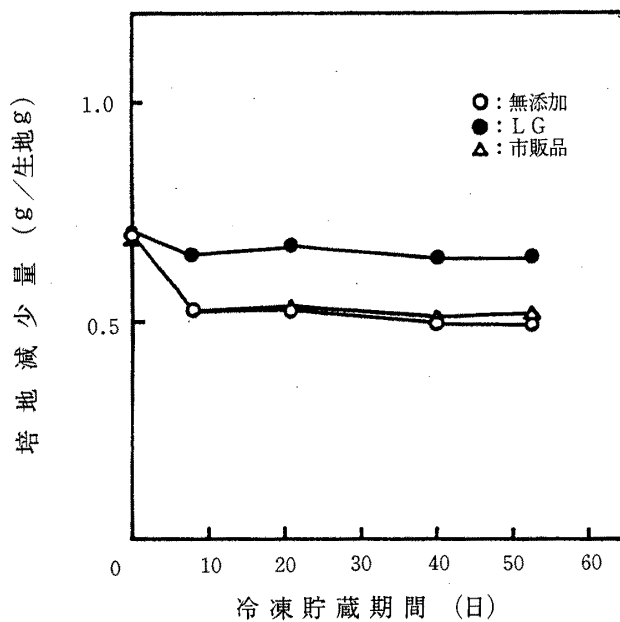


図3 バターロール生地冷凍貯蔵中の酵母発酵能の変化 (30℃培養 30時間後の培地減少量)

食パン生地に比べて、バターロール生地で貯蔵中に発酵能の変化がほとんどなかったことの原因としては、バターロール生地には油脂添加量が多く、また全卵も添加されているために乳化剤の効果がはっきりしなかったものと考えている。パン生地の冷凍障害を卵を添加することによって抑制する方法は実用化もされている。

表4 バターロール生地冷凍貯蔵中の酵母発酵能の変化

培養時間 (時間)	貯蔵期間 (日)	添 加 剤		
		無添加	L G	市販品
20	0	0.27	0.30	0.28
	7	0.11	0.28	0.12
	21	0.09	0.23	0.10
	40	0.09	0.23	0.10
	53	0.07	0.21	0.10
25	0	0.48	0.50	0.48
	7	0.33	0.46	0.33
	21	0.31	0.45	0.32
	40	0.30	0.45	0.33
	53	0.29	0.43	0.32
30	0	0.70	0.71	0.69
	7	0.54	0.65	0.55
	21	0.52	0.68	0.52
	40	0.50	0.64	0.55
	53	0.51	0.65	0.53

(酵母発酵能：培地減少量 (g/生地g))

### 3. 2 生地の膨化性におけるLGの効果

生地50gをメスシリンダーに詰め、30℃の恒温器中に放置して10分毎に生地容積を読みとり、それが最初の容積の3.0倍になる時間を表5、表6に示した。

食パン生地では、51日間冷凍貯蔵すると、LG群では無添加群より10分早く3.0倍容になった。LGと市販品とでは膨化性について差はなかった。

バターロール生地では(3.1)の発酵能の実験結果と同様、LG群も市販品群も添加の効果ははっきりしなかった。

表5 食パン生地における冷凍貯蔵中の膨化性の変化  
(分)

貯蔵期間 (日)	添 加 剤		
	無添加	L G	市販品
7	48	44	44
14	54	63	63
28	70	69	69
43	98	89	89
51	110	98	98

表6 バターロール生地における冷凍貯蔵中の膨化性の変化  
(分)

貯蔵期間 (日)	添 加 剤		
	無添加	L G	市販品
7	60	50	57
21	61	53	58
40	62	54	57
53	64	57	60

### 3. 3 生地粘着性におけるL Gの効果

発酵能、および膨化性の実験から冷凍貯蔵における添加剤の効果は食パン生地で大きいことが分かったので、粘着性に関する実験は食パン生地についてのみ行なった。

図4に示したように、測定用チャートの斜線で示した面積で相対的な粘着性（粘着エネルギー

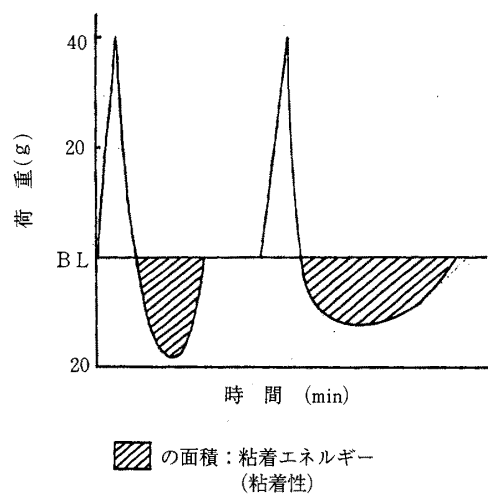


図4 粘着性の算出方法



一) を求めその結果を表7に示した。無添加群の生地では、14日間冷凍貯蔵すると、粘着性は0日の1.8倍になった。この生地を手で練るとべたついて非常に扱いにくかった。L G群では貯蔵後も粘着性は小さく、14日後の粘着性は貯蔵前より低下した。市販品添加群では無添加群とL G群の間であった。

表7 食パン生地粘着性における冷凍貯蔵の影響

添加剤	貯 蔵 期 間 (日)	
	0	14
無添加	42.4±7.0	73.3±6.8
L G	49.4±5.5	41.7±2.0
市販品	43.1±4.0	53.7±1.7

平均±標準偏差

n = 8 ~ 10

以上、生地内酵母の発酵能の実験から、L Gは生地中の酵母を保護することによって冷凍障害による製パン性の低下を抑制していることがわかった。また、粘着性の実験からはL Gが生地のべたつき防止に効果があることが示された。粘着性の実験では酵母を加えていない生地を用いているため、グルタチオンなど損傷酵母の還元性生成物質の影響による生地の劣化とは考えなくてもよい。この場合の冷凍生地劣化の原因は、材料の小麦粉タンパク質の凍結変性、氷結晶の成長に伴うグルテンの網目構造の損傷、水和していた生地成分が氷結晶の成長にもなって脱水することなどが考えられている<sup>5)</sup>。L Gは、乳化剤として、生地中の水と油脂の分散性をよくすることに関与していると考えられることから、グルテン構造と水和成分の保護の両方に役立っている可能性がある。冷凍貯蔵後に生地がべたつきの抑制するために各種乳化剤の添加が行われているが、本実験で用いたL Gはその効果は明らかに大きいと考えられる。

#### 参考文献

- 1) 安藤正康他：凍結及び乾燥研究会会誌, **29**, 16 (1983)
- 2) Young-Sook Hahn & Hiroyasu Kawai : *J. Home Econ. Jpn.*, **41** (2), 115 (1990)
- 3) F. MacRitchie, et al. : *Cereal Chem.*, **58** (3), 155 (1981)
- 4) 田中康夫, 中江利昭：冷凍生地の理論と実際, 食研センター (1982)
- 5) 田中康夫, 松本博 共編：製パンプロセスの科学, p.167, 光琳 (1991)
- 6) 久保さつき, 水谷令子：鈴鹿短期大学紀要, 第12巻, p.63 (1992)
- 7) 久保さつき, 水谷令子：鈴鹿短期大学紀要, 第13巻, p.243 (1993)
- 8) 久保さつき, 水谷令子：鈴鹿短期大学紀要, 第15巻, p.185 (1995)
- 9) R. Mizutani & R. Nakamura : *J. Food Sci.*, **53** (2), 527 (1988)
- 10) R. Mizutani et al. : *J. Agric. Food Chem.*, **36**, 729 (1998)
- 11) 岩崎ひろ子, 水谷令子, 岡野節子：鈴鹿短期大学紀要, 第10巻, p.27 (1990)