

# トレハロースによる米粉パンの老化抑制効果

## Effects of Suppression on the Retrogradation of Rice Bread by Trehalose

(2011年3月31日受理)

太田 義雄  
Yoshio Ohta

三宅 教子  
Kyoko Miyake

入江亜紀子  
Akiko Irie

小川 靖代  
Yasuyo Ogawa

金居 千尋  
Chihiro Kanai

立尾 未来  
Miki Tateo

Key words : 米粉パン, トレハロース, 老化抑制, 品質改善

### (要 約)

米粉パンは通常のパンに比べて老化が早いという欠点がある。この欠点を改善するため、品質改善効果のあるといわれているトレハロースの添加効果について検討した。砂糖に代わってトレハロースの配合した米粉パンを調製し、その物性をレオメーターで経時的に測定した。その結果、トレハロースを一定比率配合した米粉パンは物性が柔らかく保たれている傾向が認められた。この測定結果と官能による食感によく一致しており、米粉パンにトレハロースを添加することにより米粉デンプンの老化が抑制され、品質改善が図られることがわかった。

### はじめに

最近、米の新たな利用として米粉パンが話題になっている<sup>1)-2)</sup>。米粉パンの特徴は、食感にもちもち感があり、米粉の風味が引き立つ新しいタイプの食パンに仕上ることであるが、欠点としては老化が早く、賞味期限が短いことがある。

一方、でんぷんの老化には糖の添加が有効であることが知られている。糖の中でもトレハロースは多くの食品機能を持つ特異な二糖類であり、食品機能としては、①蛋白質変性抑制効果②老化抑制効果③保水性が主なものである<sup>3)-4)</sup>。これらの機能はトレハロースのブドウ糖二分子を $\alpha-1,1$ 結合した特異な構造に由来している。現在、トレハロースは食品素材として、図1に見られるような多くの飲料や菓子類に利用されている<sup>5)-9)</sup>が、今回はトレハロースの老化抑制効果に注目した。トレハロースは糖の中でも最も老化抑制効果に優れているといわれており<sup>4)</sup>、米粉デンプンの老化抑制効果が期待できる。しかし、実際に流通している米粉パンにはトレ

ハロースがほとんど利用されていない。この原因として、トレハロースの米粉パンへの利用についての報告は極めて少なく<sup>2),10)</sup>、その利用法および添加効果が明らかでないことが考えられる。そこで、今回は米粉パンへのトレハロースの添加量を変えた試料パンを調製し、その物性変化と官能による食感について検討した。さらに、トレハロースの米粉デンプンでの老化抑制を調べるため、米粉餅でも物性変化を検証した。

### 実験方法

#### 1. 試料

試料としては、米粉(国産パン用米粉, グルテン20%入り:中国リス食品(株)),パン酵母は市販ドライイースト(日清食品(株)),その他の食材である食塩,上白糖,脱脂粉乳,バターについては同一メーカーの市販品を利用した。

## 2. 製造方法

### (1) 試料パンの調製

米粉パンの配合割合は既報<sup>10)</sup>を基にあらかじめ予備試験を行い、表1に示した基本配合とした。



図1 トレハロースが使用されている食品  
(林原商事Lプラザで撮影)

試料パンの調製は、ホームベーカリー（ナショナル(株)製 SD-BT101)を用いて、2時間で焼き上げた。

表1 米粉パンの基本的な配合割合

	(g)
パン用米粉	250
食塩	5
上白糖	13
脱脂粉乳	7.5
ドライイースト	4
水	200
バター	15

### (2) トレハロース添加試験区

トレハロースの甘味度はショ糖の約半分であるため、甘味が同一になるようトレハロースを配合した4試験区(A~D区)の試料パンを調製した。糖をすべてトレハロースに置換できないのは砂糖を最低3g加えないと酵母が発酵しないためである。各試験区の配合割合を表2に示した。

表2 トレハロースの配合

試験区	※A区	B区	C区	D区
砂糖	13g	8g	5g	3g
トレハロース	0g	10g	15g	20g

※A区：砂糖のみ（対照区）

### (3) 試料パンの食感評価

調製した試料パンの評価については、焼き上げ直後から0日とし、経時的に毎日一定時刻に測定した。測定項目は外観的变化、物性評価（弾力性）および官能評価を行った。なお、パンは焼き上げ・放冷後、水分が蒸散しないようサランラップで包装し、室温で保蔵した。

#### ① 弾力性測定

物性評価については、レオメーター（レオテックNRM-2010J-CW）を用いて、パンの切断試験を行った。測定用の試料パンは、各試験区で中心部を均一になるよう1cm角に6片切り分けて供試した。測定は、ピアノ線付きのアダプターで垂直に切断したときのせん断力を破断強度として求めた。各試験区について6回測定し、その平均を測定値とした。

レオメーターの測定条件は下記のとおりである。

- ・ストレインゲージ：2kg
- ・テーブルスピード：6mm/min
- ・レンジ：40
- ・チャートスピード：80mm/min

#### ② 官能評価

パンの官能検査については、3~4名のパネラーにより、風味、弾力性、食感について総合的に3段階評価（良、普、商品価値なし）した。

### (4) 米粉餅の調製

米粉の基本的な配合割合を表3に、そして試験区を表4に示した。

表3 米粉の配合割合

米粉	10g
水	15ml

表4 試験区

対 照	トレハロース
無 添 加	1.0 g (米粉の10%)

米粉餅の調製は下記のとおりである。

- ①50mlのビーカーに米粉と水を加え、トレハロースを入れて混ぜる
- ②10分間浸漬させる
- ③水を張った炊飯器に入れ、50分加熱し10分間保温
- ④ビーカーから取り出し、ラップをして冷蔵庫で保存
- ⑤翌日、弾力性（硬さ）を測定する

#### (5) 米粉餅の弾力性測定

調製した米粉餅を放冷後、サランラップに包み、冷蔵庫（5℃）に貯蔵した。

米粉餅の硬さはレオメーター（レオテックNRM-2010J-CW）に直径2mmの棒状プランジャーを挿入した時の弾性をピークの高さとして測定した。その他の測定条件は米粉パンと同じである。

## 結 果

### 1. 米粉パンの外観観察

焼きたての米粉パンの外観観察では、各試験区間においてトレハロースの濃度が高くなるほど、若干膨れが抑制される傾向が認められた。また、外部色調はトレハロース添加濃度が高い試験区ほど白くなる傾向が認められた。これはトレハロースが非還元糖であるため、トレハロースの配合割合が高くなるほど褐変反応が抑制されるためと考えられる。パンの断面を図2に示したがトレハロース含量が多くなるほどきめ細かくなり、膨れの抑制が観察された。



図2 ショ糖とトレハロースの外観観察の違い

### 2. トレハロース添加による老化抑制効果

#### (1) レオメーターの測定条件の検討

パンの物性は図3に示したレオメーターを用いて測定した。試料に挿入するプランジャーについてはプランジャーの種類を変えて検討した。その結果、図4に示したピアノ線のプランジャーによるせん断力を測定することとした。

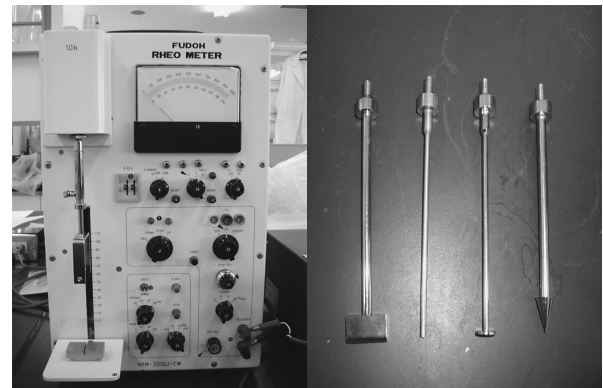


図3 レオメーターとプランジャー

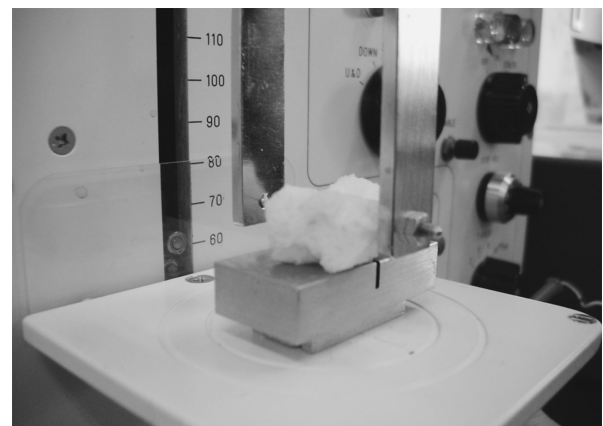


図4 レオメーターによる物性の測定

(2) レオメーターによる弾力性測定

レオメーターによる各試験区の経時的な測定結果を図5に示した。パンの硬さ(弾力性)の指標とし、せん断力のピークの高さで示した。弾力性では、グラフの値が高いと物質が硬いことを示し、低い値は物質が軟らかいことを示している。図5から、4日間の比較において対象であるA区およびB区は時間経過に伴って硬くなり、C区では時間が経過しても弾力性は低く、軟らかさが保持されていた。D区は0日目から他の試験区と比べて弾力性値が高く、硬い傾向を示した。

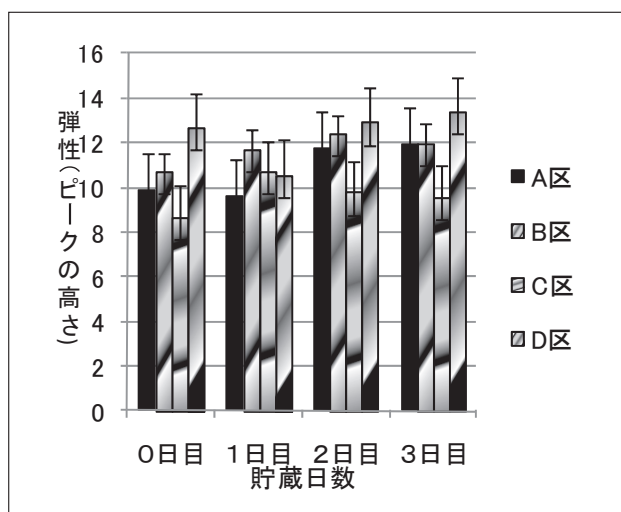


図5 米粉パンの弾性 (n = 6)

(3) 官能評価

官能評価の結果については表5に示した。

表5 官能評価結果 (n = 4)

	0日	1日	2日	3日	4日
A区	○	○	○	△	×
C区	○	○	○	○	△

○ : 良 △ : 普通 × : 商品価値なし

図5の結果からC区の配合割合が好ましいことがわかったため、A区とC区について官能評価を行った。評価は弾力性、食感、風味を考慮して、商品としての品質限界で表した。その結果を表5に示した。焼き上げ直後(0日目)ではA区とC区とを比較するとA区の方はパンの外側がパリパリしていておいしく感じられた。1日目ではA区とC区では大きな差異は認められなかった。

2日目ではC区の方がパンの外側も中心部も軟らかく感じられた。3日目ではA区はパンの外側が硬くパサつきがあり、中心部も軟らかいがパサつき感が出てきていた。自家用としては食べられなくはないが、商品価値としては限界と感じられる食感であった。C区は外側は硬いがパサつきがなく、中心部も軟らかいままであった。4日目ではA区は外側も中心部も硬く、パサパサしていた。C区では外側は硬くなっていたが、中心部はまだ、しっとり感があり、商品価値はまだある食感であった。

(4) 米粉餅の老化抑制効果

つぎに米粉パンの実験結果を裏付けるため、パンよりも米粉デンプン含量の多い米粉餅にトレハロースを添加して老化抑制効果を検証した。

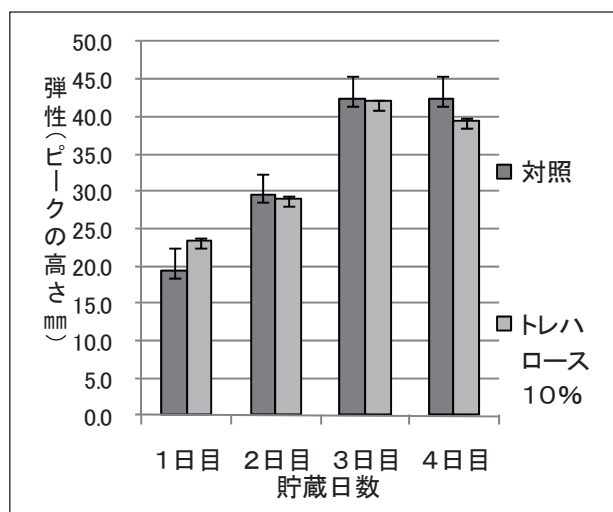


図6 餅の弾性 (n = 2)

レオメーターによる弾性の測定結果を図6に示した。図6の結果から餅の老化しやすい3,4日目になると、トレハロース入りの餅の方が対照と比較して少し低くなる傾向が認められ、老化抑制効果が表れていた。この結果は米粉パンと同様な傾向であり、米粉中にトレハロースを適正な濃度添加すれば、米粉デンプンの老化抑制が期待できると考えられる。

考 察

弾性測定及び官能検査の結果から米粉パンにおいては、C区の配合割合が最も老化が抑制されることがわ

かった。C区はトレハロースの比率が高く、米粉パンには比較的多くのトレハロースを添加しないと老化抑制効果ははっきりわからないようである。トレハロースの最も多いD区の物性が好ましくない原因としては、酵母の発酵に十分な糖源が少なすぎて膨らみが不十分なこと、トレハロース含量が多いとトレハロースの結晶化が起こり<sup>3)</sup>、パンの食感が硬くなりすぎる事が考えられる。しかし、今回の実験のみではその原因は明らかにできなかった。

米粉パンの実験結果及び米粉餅へのトレハロース添加試験の結果から、トレハロースには砂糖より高い米粉デンプンの老化防止作用があることがわかった。これらのことから、米粉パンへ適正濃度トレハロースを添加することにより、米粉デンプンの老化抑制効果が期待できる。しかし、米粉パンへのトレハロースの添加比率を高くしないとその品質改善効果ははっきり実感できないことを考慮すると実用的にはさらに検討が必要であると思われる。

## 謝 辞

試料のトレハロースを供与いただくとともにトレハロースの利用について教授いただいた榊林原商事Lプラザの竹森浩義アシスタントディレクター、内田幸信氏に深謝いたします。

## 引 用 文 献

- 1) 興座宏一, 岡部繭子, 島 純 (2008) 米粉の利用の現状と課題, 日本食品科学工学会誌, **55**, 444-454.
- 2) 川合敏之 (2002) トレハロースを用いた「米粉パンの開発」, 食品工業, **45**(13), 32-37.
- 3) 林原商事パンフレットTOREHA (高純度含水結晶トレハロース) (榊林原商事 発行)
- 4) TOREHA BOOK (榊林原商事 発行)
- 5) 久保田 倫夫 (2002) トレハロースの新しい機能, New Food Industry, **44** (2), 1-8.
- 6) 定清 剛 米粉利用技術の開発, (榊林原生物化学研究所作成資料)
- 7) 竹内 叶 (2002) トレハロースによる食品の劣化予

防, 食品と技術, 6号, 1-6.

- 8) 竹内 叶 (2002) トレハロースの冷凍食品への応用, 月刊フードケミカル, **11** (3), 42-44.
- 9) 竹内 叶 (1998) トレハロースの各種食品への品質改良について, New Food Industry, **40** (8), 1-8.
- 10) 林原生物化学研究所 編(2002) 榊林原がトレハロース使用の「米粉パン」を開発, 食の科学, No. 290, 36-39.

