

## 油脂および澱粉が米粉パンの製パン性に及ぼす影響

逢阪江理 武士末純夫

## Effect of Lipids and Starches on the Quality of Rice Breads

OHSAKA Eri and BUSHISUE Sumio

近年、農林水産省の「FOOD ACTION NIPPON 推進本部」の取り組みを背景に、米粉パンが市場に出回るようになった。しかし、製パン法に関する基礎的データ、特に添加物の製パン性への影響を検討した資料は少ない。そこで、米粉パン製造に際し、油脂の種類を変化させた場合、また、添加物として各種澱粉を添加した場合について検討を行った。その結果、米粉パンの製パン性には油脂依存性があり、キャノーラ油やサラダ油、マーガリンを使った場合、膨らみの大きいパンとなった。また、各種澱粉類を添加した場合、 $\alpha$ 化澱粉とリン酸架橋澱粉が生地の仕上がりを早くしたが、無添加の場合よりパンの膨らみは小さくなった。しかし、ホームベーカリーで製パンを行った場合、リン酸架橋澱粉を入れたほうが、パンの膨らみが良くなった。

キーワード：米粉パン、油脂、 $\alpha$ 化澱粉、リン酸架橋澱粉

## はじめに

## 実験方法

我が国の食糧自給率は、昭和 40 年度にはカロリーベースで 73%あったものが、平成 22 年度には 39%と低下の一途をたどっている。この現状をうけ、農林水産省は食糧自給率向上を目的とし、国産農産物の消費拡大を推進するために、「FOOD ACTION NIPPON 推進本部」を発足させた。その取り組みのひとつに米粉の利用拡大が挙げられる。この動きのなかで、米粉を用いたパンが製造されるようになった。

米粉を用いたパンは、3種類に大別される。小麦粉パンの小麦の一部を米粉に置換した「部分置換パン」、米粉にグルテンを添加した「グルテン添加パン」、さらにグルテンも使用しない「グルテンフリーパン」である<sup>1)</sup>。このうちのグルテン添加パンを、今後「米粉パン」呼称する。この米粉パンの製造は近年の米粉製粉法の発展に寄るところが大きい。なぜなら、米粉パンは、グルテンを混ぜればどのような米粉からでもできるというのではなく、澱粉損傷度が少なく、粒子の小さな米粉を使わなければならないためである。そのような米粉製造を可能にしたのが、近年の様々な製粉法と製パン特性に関する研究<sup>2)~6)</sup>であり、气流式粉砕機の登場である。現在も製粉法に関して様々な技術開発が行われている。

一方、添加物について、小麦パンは様々な油脂や加工澱粉等に関する成果や文献があるが<sup>7)</sup>、米粉パンについてはそれらの報告は少なく<sup>8) 9)</sup>、基礎的なデータの蓄積が望まれる。そこで、本研究では各種油脂や澱粉類を添加した場合の米粉パンの製パン性について検討を行ったので、報告する。

## 1. 材料

米粉は、油脂添加試験には、2010年愛媛県産うるち米(ミズホチカラ)の精白米を(株)西村機械製作所において湿式气流式粉砕法により委託粉砕したものをを用いた。また、澱粉類の添加試験には、あらかじめグルテンが添加されている市販の米粉パンミックス粉(片山製粉(株)製シトギミックス 20A)を用いた。

油脂添加試験に用いた油脂は、次のとおりである。キャノーラ油は日清オイリオグループ(株)製日清キャノーラ油、バターは(株)明治製無塩バター、マーガリンは(株)ADEKA製リスブルー500-TL、オリーブオイルは(株)J-オイルミルズ製 OLIVE OIL EXTRA VERGIN、米油は日清オイリオグループ(株)製日清おいしい米油、サラダ油は日清オイリオグループ(株)製日清サラダ油およびべに花油は日清オイリオグループ(株)製日清べに花油(ハイオレイック)を用いた。澱粉類の添加試験には上記マーガリンを用いた。

澱粉類添加試験に用いた澱粉は次のとおりである。ワキシール澱粉は、(株)J-オイルミルズ製ワキシールコーンスターチ Yを用いた。 $\alpha$ 化澱粉は、三和澱粉工業(株)製ワキシールアルファーY、ワキシールアルファーS-1、タピオカアルファーTP-2、WA-105(小麦澱粉)を用いた。リン酸架橋澱粉は、J-オイルミルズ製ベイクアップ YW-10及び松谷化学工業(株)製パインスターチ RTを使用した。

その他に使用した材料は次のとおりである。イーストはS.I.Lisaffre社製インスタント・ドライイースト赤、脱脂粉乳は全国酪農業協同組合連合会製脱脂粉乳、グルテンはグリコ栄養食品(株)製A-グルG、砂糖は大日本明治精糖(株)製上白糖、食塩は精製塩である。

## 2. 製パン機器および製パン法

油脂添加試験における製パン材料の組成を表1、澱粉類添加試験における製パン材料の組成を表2、両試験における製パン条件を表3に記載した。各配合および条件に従い、ストレート法にてワンローフ型の生地を作製した。ミキシングには㈱ダルトン製の万能混合攪拌機(5DM-03-P)を使用した。混捏後直ちに分割、丸めを行い、ベンチ工程を㈱マルゼン製キャビネットホイロ(FH-32-1-2)にて行った。ワンローフ型に成形を行い、パウンドケーキ型(170×80×60mm)に入れてホイロを行った。ホイロおよび焼成は㈱マルゼン製のPJT-22Hを使用した。また、澱粉添加試験については、ホームベーカリー(パナソニック㈱製 SD-BMS104)でも製パン試験を行った。配合量は取扱説明書に従い、表4のとおりとした。製パンメニューの米粉パン(小麦入り)コースを選択し、製パンを行った。なお、澱粉添加試験においてコントロールとは、澱粉の代わりに米粉パンミックスを配合したものである。

焼成後のパンは室温で放冷し、番重に入れ、フタをして保管した。翌日、重量と体積を測定した。体積は菜種置換法にて測定し、これを重量で除して比容積(ml/g)を算出した。

表1 油脂添加試験における米粉パンの組成

|      | ベーカースパーセント (%) | 配合量(g) |
|------|----------------|--------|
| 米粉   | 80             | 240    |
| グルテン | 20             | 60     |
| 砂糖   | 7              | 21     |
| 塩    | 1.5            | 4.5    |
| イースト | 2              | 6      |
| 油脂   | 14             | 42     |
| 脱脂粉乳 | 3              | 9      |
| 水    | 74             | 222    |

注：ベーカースパーセント(%)では、使用する粉を100%として、粉に対する割合で他の材料を表す。本実験では、米粉及びグルテンの合計を100%とした。

表2 澱粉添加試験における米粉パンの組成

|           | ベーカースパーセント (%) | 配合量(g) |
|-----------|----------------|--------|
| 米粉パンミックス粉 | 97             | 291    |
| 澱粉        | 3              | 9      |
| 砂糖        | 5              | 15     |
| 塩         | 2              | 6      |
| イースト      | 2              | 6      |
| 油脂        | 8              | 24     |
| 脱脂粉乳      | 3              | 9      |
| 水         | 72             | 216    |

注：ベーカースパーセント(%)では、使用する粉を100%として、粉に対する割合で他の材料を表す。本実験では、パン用ミックス粉(シトギミックス 20A)及び澱粉

の合計を100%とした。

表3 試験における米粉パンの製パン条件

| 製造工程   | 製造条件   |
|--------|--|
| 混捏     | すべての材料を投入後、低速で3分混捏し、次に高速で5分から15分、生地の状態をみながら混捏した。 |
| 分割・丸め  | 分割量 200g   |
| ベンチタイム | 30℃、20分  |
| ホイロ    | 38℃湿度 80%でパウンドケーキ型の上1.5cmまで(約50分)                |
| 焼成     | 上部 180℃、底板 160℃                                  |
| 焼成時間   | 15分  |

表4 ホームベーカリーにおける米粉パンの組成

|           | 配合量(g) |
|-----------|--------|
| 米粉パンミックス粉 | 242.5  |
| 澱粉        | 7.5    |
| 砂糖        | 17     |
| 塩         | 5      |
| イースト      | 4.2    |
| 油脂        | 20     |
| 脱脂粉乳      | 6      |
| 水         | 190    |

## 結果と考察

### 1. 油脂添加試験

焼成したパンの断面図と比容積を表5にまとめた。油脂を変化させることにより、比容積は3.9~4.6 ml/gと大きく変化した。比容積の大きい順に並べるとキャノーラ油>サラダ油>マーガリン>べに花油>バター>オリーブオイル≧米油であった。比容積の小さくなった油脂(米油、オリーブオイル)を使用した米粉パンは、生地がすぐ切れ、グルテンネットワークの形成がうまくいっていないようであった。また、焼成後も内層のすだちが悪く、きめが粗くなっていた。比容積の大きくなった油脂で混捏した生地は伸展性が良く、焼成時には釜伸びした。

以上のことにより、添加した油脂は、グルテンネットワークの形成に大きく影響を与えることが明らかとなった。通常、小麦パンの場合、製パン性の向上には、固形油脂が適していると言われている<sup>7)</sup>。固形油脂の場合、ミキシングにより生地の中で薄いフィルム状になってグルテン層の表面に広がり、グルテン層同士が付着し合うのを防ぐと同時に、生地が発酵によって膨張する際、グルテン層が滑らかに滑り合う作用を助ける働きをする。そのため、オープンやホイロの中での生地の膨張がスムー

ズに起こり、パンの体積が増大するのである。

一方、液状油脂や発酵温度で融解してしまう油脂を使用した場合、澱粉の固化やグルテンの熱凝固が起こらない低い温度で生じる水蒸気や二酸化炭素、空気等によって膨張する力を保持できず、これらが生地外に蒸散してしまい、オーブンの中での膨張が早期に停止し、容積の小さいパンしか得られないと言われている。

また、市川らが、固形油脂としてバターとショートニング、液体油脂としてジアシルグリセロール油と中鎖脂肪酸油を用いて製パン試験を行っており、パンの比容積は、添加油脂中の長鎖の飽和と一価不飽和脂肪酸の合計量あるいは長鎖の飽和脂肪酸量に比例し、液体油脂よりも固体油脂が良いことを報告している<sup>9)</sup>。

本研究においても、新食品成分表<sup>10)</sup>に基づき、各油脂の短鎖・中鎖脂肪酸、長鎖脂肪酸組成を表6に示した。しかし、既報<sup>9)</sup>のような、関連性を見いだすことはできなかった。本試験において製パン性に影響を与えた物質については現在のところ不明であるが、遊離不飽和脂肪酸がグルテンを劣化させることが知られており、それと何らかの関係があると考えられる。

## 2. 澱粉類添加試験

### (1) 混捏機を使用した製パン試験

焼成したパンの断面図と比容積を表7にまとめた。センターの混捏機の場合、 $\alpha$ 化澱粉およびリン酸架橋澱粉を添加した区は、無添加区およびその他の区と比較して、生地の伸展性が良くなる最終段階までの時間が早くなる傾向にあった。しかし、比容積は無添加区が若干良い傾向にあった。ただし、無添加は長時間(1.5~2倍)捏ねなければならないという欠点があった。

### (2) ホームベーカリーを使用した製パン試験

ホームベーカリー使用の場合、比容積が、リン酸架橋澱粉を添加しなかった場合は3.7ml/gであったのに対し、添加した場合は4.1ml/gと10%体積が増加した。また、パンの表面も添加区は無添加区と比較して滑らかであった。ホームベーカリーの特性上、十分な混捏が行えないため、澱粉を入れたことにより生地の物性が向上し、混捏が容易となり、製パン性の向上につながったものと考えられる。

## ま と め

米粉パンについて、様々な油脂や加工澱粉等の添加物に関する基礎的なデータが少ない。そこで、各種油脂や澱粉類を添加した場合の米粉パンの製パン性について検討し、以下の結果を得た。

1. 油脂を変化させることにより、比容積は3.9~4.6 ml/gと大きく変化した。比容積の大きい順に並べると、キャノーラ油>サラダ油>マーガリン>べに花油>バター>オリーブオイル $\geq$ 米油であった。

2. センターの混捏機で米粉パンを作製した場合、 $\alpha$ 化およびリン酸架橋澱粉を添加した区は、その他の区と比較して、生地の仕上がりが早くなる傾向にあった。無添加区は比容積が最も良かったものの、混捏時間が最も長かった。
3. ホームベーカリーを使用した場合、リン酸架橋澱粉添加区は無添加区と比較して、比容積が10%増加した。また、パンの表面も添加区は無添加区と比較して滑らかであった。

## 謝 辞

本研究を行うにあたり、米の気流式粉碎を行っていた(株)西村機械製作所に深く感謝いたします。また、試料を提供していただいた(株)J-オイルミルズ、三和澱粉工業(株)及び松谷化学工業(株)に厚く御礼申し上げます。

## 文 献

- 1) 與座宏一、岡部繭子、島純：米粉利用の現状と課題，食科工，**55**,444-454(2008).
- 2) 宍戸功一、江川和徳：ペクチナーゼ処理による米粉の製造法及びその製パン適性(第1報)，新潟食研報，**27**，21-28(1992).
- 3) 吉井洋一、本間紀之、赤石隆一郎、中村幸一：微粉米粉の製造技術と利用技術，日作紀，**77**,223-324(2008).
- 4) 與座宏一、松木順子、岡留博司、岡部繭子、鈴木啓太郎、奥西智哉、北村義明、堀金彰、山田純代、松倉潮：製粉方法の異なる米粉の特性と製パン性の関係，食総研報，**74**,37-44(2010).
- 5) ARAKI,E., IKEDA,M.L., ASHIDA,K., TAKATA,K., YANAKA,M. and IIDA,S. : Effect of Rice Properties on Specific Loaf Volume of One-loaf Bread Made from Rice Flour with Wheat Vital Gluten, Food Sci. Technol. Res., **15**,439-448(2009).
- 6) 小河拓也、永井耕介：製粉方法が米粉の特性および製パン性に及ぼす影響，兵庫農技総研報，**59**，19-23(2011).
- 7) 守屋岩夫、遠藤周：製パン用油脂，「製パン材料の科学」，田中康夫、松本博 編(光琳)p.99-117(1992).
- 8) 宗像良治、小島信悟：コメの多角的利用 米粉パンと油脂について，食品工業，**45**,13,38-46(2002).
- 9) 市川和昭：油脂および乳化剤による米粉パンの物性改善，食科工，**57**,420-426(2010).
- 10) 文部科学技術省・学術審議会資源調査分科会報告 日本食品成分表 2010 準拠：新食品成分表(東京法令出版)p.237-243(2011).

資料

表5 油脂添加米粉パンの断面図と比容積

|            | キャノーラ油  | サラダ油  | マーガリン   | べに花油  | バター  | オリーブオイル   | 米油  |
|------------|---|---|---|---|--|---|---|
| パンの断面図     |  |  |  |  |  |  |  |
| 比容積 (ml/g) | 4.6   | 4.5   | 4.4   | 4.3   | 4.1  | 3.9   | 3.9   |

表6 添加油脂の脂肪酸組成

| 脂肪酸<br>C数：<br>二重結合数 | 短鎖・中鎖脂肪酸 |     |      |      | 長鎖脂肪酸 |      |      |             |             |             |      | 短鎖・中鎖 |        |     |     |
|---------------------|----------|-----|------|------|-------|------|------|-------------|-------------|-------------|------|-------|--------|-----|-----|
|                     | 6:0      | 8:0 | 10:0 | 12:0 | 14:0  | 16:0 | 18:0 | 18:1<br>n-9 | 18:2<br>n-6 | 18:3<br>n-3 | 20:0 | 短鎖・中鎖 |        | 長鎖  |     |
|                     |          |     |      |      |       |      |      |             |             |             |      | C6～12 | C14～24 | 長鎖  |     |
|                     |          |     |      |      |       |      |      |             |             |             |      | 飽和    | 飽和     | 一価  | 多価  |
| キャノーラ               |          |     |      |      |       | 4%   | 2%   | 63%         | 21%         | 8%          | 1%   |       | 8%     | 63% | 29% |
| サラダ油                |          |     |      |      |       | 8%   | 3%   | 44%         | 37%         | 7%          | 1%   |       | 12%    | 44% | 44% |
| マーガリン               |          |     |      | 2%   | 1%    | 18%  | 6%   | 41%         | 29%         | 1%          |      | 3%    | 26%    | 41% | 30% |
| べに花油                |          |     |      |      | 5%    | 5%   | 2%   | 75%         | 13%         | 0%          |      |       | 12%    | 75% | 13% |
| バター                 | 2%       | 1%  | 2%   | 3%   | 10%   | 26%  | 9%   | 19%         | 26%         | 1%          |      | 9%    | 45%    | 19% | 27% |
| オリーブオイル             |          |     |      |      |       | 10%  | 3%   | 78%         | 7%          | 1%          |      |       | 14%    | 78% | 8%  |
| 米油                  |          |     |      |      |       | 18%  | 2%   | 43%         | 35%         | 1%          | 1%   |       | 21%    | 43% | 36% |

表7 澱粉添加米粉パンの断面図と比容積

|            | 無添加   | ワキシー澱粉  | α化澱粉  |   |   |   | リン酸架橋澱粉   |   |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|
|            |   |   | ワキシーα澱粉 (Y)   | ワキシーα澱粉 (S-1)   | タビカα澱粉  | 小麦α澱粉   | YW-10   | RT  |
| パンの断面図     |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 比容積 (ml/g) | 3.9   | 3.2   | 3.7   | 3.8   | 3.8   | 3.5   | 3.6   | 3.8   |