

## 県産米を利用した加工食品の開発 (第2報)

### 一品種および水温が製パン性に与える影響について

水谷恵梨、澤井美伯、松久亜日加\*、西津貴久\*\*、勝野那嘉子\*\*、水谷達司\*\*\*

Development of Processed Food Using Rice grown in Gifu Prefecture(II)  
- Effects of Variety and Water Temperature on Bread Baking Properties -

Eri MIZUTANI, Yoshinori SAWAI, Asuka MATSUHISA\*, Takahisa NISHIZU\*\*,  
Nakako KATSUNO\*\* and Tatsuzi MIZUTANI\*\*\*

食品添加物無添加のグルテンフリー米粉パンの品質が、原料となる米の品種によってどのような影響を及ぼすか検討するため、県内で主に栽培されている米4品種について製パン性を比較した。その結果、ハツシモを使用した米粉パンは中落ちやケービングのない米粉パンを焼成できることが明らかとなった。また、季節によって水温が変動する状況下でも製パン性を安定させる必要があるため、水温が米粉パンに与える影響についても検討を行った。これにより、水温5°Cで製パンすることで安定した品質の良好なパンを得られることが明らかとなった。

#### 1. はじめに

近年、小麦アレルギー患者の増加や小麦の価格高騰により、代替品となる米粉に注目が集まり、様々な食品に活用されている。特にパンは小麦を代表する加工食品の一つであり、主食として食されるため様々な米粉パンが開発・販売されている。米粉パンはグルテン(小麦)を含むものと含まないものの2つに大別されるが、アレルギーをもつ消費者はグルテンを含まない米粉パン(グルテンフリーパン)しか食せないためかねてより一定の需要がある。

パンは一般的に膨らみが良く、柔らかい食感が好まれる。しかしグルテンフリーパンは、パンの骨格を形成するグルテンを含まないため、膨らみがない重たいパンになりやすく、製造時には増粘剤などの食品添加物を使用することが多い。一方、近年は健康志向の高まりとともに食品添加物無添加のグルテンフリーパンの需要が増加しているが、前報<sup>1)</sup>で米粉の特性の影響を受けやすいことが明らかとなっており、米の品種による影響も大きいと考えられる。

当研究所では地域性が高い「ハツシモ岐阜SL」(以下ハツシモ)の用途拡大と商品の高付加価値化を目的に、ハツシモを原料とした米粉パンの研究を行っているが、他品種の製パン性については検討していない。そこで県内で栽培されている「コシヒカリ」、「あきたこまち」、「ひとめぼれ」、「ハツシモ」の主要4品種について製パン性を比較検討することとした。

また、パンの品質を安定させる観点から年間を通して製パン性も安定させる必要があるが、水道水は外気温の影響を受け、季節によって水温が変動し、夏と冬では最大約20°Cもの温度差<sup>2)</sup>があるため、製パン性が安定しないおそれがあ

\*岐阜県農業技術センター

\*\*国立大学法人東海国立大学機構岐阜大学応用生物科学部

\*\*\*桜井食品株式会社

る。そこで、水温の製パン性への影響についても検討したので報告する。

#### 2. 実験方法

##### 2.1 異なる品種の米粉を用いた米粉パンの評価

###### 2.1.1 試料の作製

米粉はコシヒカリ、あきたこまち、ひとめぼれ、ハツシモの4品種を使用した。

米粉、α化米粉、キャノーラ油、砂糖、塩、ドライイースト(株式会社日清製粉ウエルナ)、水を使用し、ホームベーカリー(Panasonic、SD-MDX102)の米粉パン(小麦なし)コースで焼成した。

焼成後室温にて24時間放置した米粉パンを厚さ2 cmにスライスし、両端を除いた内側3枚のうちホームベーカリーの羽根の影響を受けていない図1の②を測定に使用した。

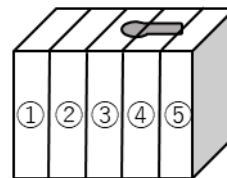


図1 焼成後の米粉パン

###### 2.1.2 米粉パンの高さ測定

米粉パンの中央部(図1②と③の間)の最も高い部位の高さを物差しで測定し、得られた結果より、平均値と標準偏差を算出した。

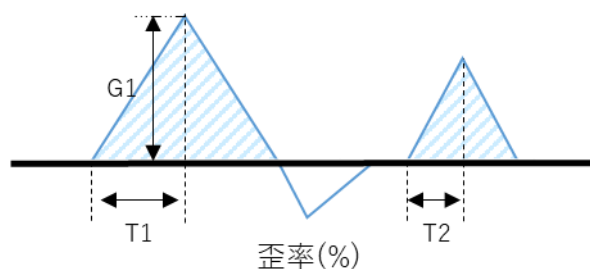
###### 2.1.3 米粉パンの気泡測定

焼成したパンのクラム(図1の②)の中心部を1.5×1.5×2 cm(縦×横×厚み)に切り取り、X線μCTスキャナー(Bruker micro CT社、Bruker SkyScan1172型)にて気泡サイズと気泡

膜厚の測定を行った。測定条件を表1に示す。

表1 X線μCTスキャナーの測定条件

|                       |       |
|-----------------------|-------|
| Source Voltage (kV)   | 61    |
| Source Current (uA)   | 77    |
| Image Pixel Size (μm) | 26.80 |
| Exposure (ms)         | 180   |
| Rotation Step (deg)   | 0.5   |



G1: +側グラフの最大荷重  
 T1: +側グラフ1回目の最大荷重までの歪み  
 T2: +側グラフ2回目の最大荷重までの歪み

図3 応力記録図

## 2.2 異なる水温による米粉パンの評価

### 2.2.1 試料の作製

米粉(ハツシモ)、α化米粉、キャノーラ油、砂糖、塩、ドライイースト(株式会社日清製粉ウエルナ)、水を使用した。

水温が5℃、10℃、20℃、30℃の水を使用し、ホームベーカリー(Panasonic、SD-MDX102)の米粉パン(小麦なし)コースで焼成した。

また、イースト投入時及び発酵開始時、焼成開始時には生地を測定した。

### 2.2.2 米粉パンの体積測定及び気泡測定

米粉パンを焼成後、室温で24時間放冷し、体積を菜種置換法により測定した<sup>3)</sup>。また、米粉パンの中央部(図1②と③の間)の高さ(図2の①)を物差しで測定し、ケービングの指標とした。

内部構造の測定には図1の②を用い、気泡サイズと気泡膜厚を測定した。測定条件は2.1.3と同様である。

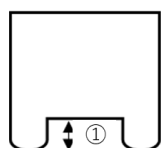


図2 ケービングの測定に用いた部位

### 2.2.3 クラム部のテクスチャー評価

焼成したパンのクラム(図1の②)を3×3×2 cm(縦×横×厚み)に切り取り、レオメーター(株式会社サン科学、CR-3000EX)にて硬さおよび弾力性(図3、表2)の測定を行った。測定条件を表3に示す。

表2 テクスチャー特性

| テクスチャー特性 | 算出方法      |
|----------|-----------|
| 硬さ       | G1        |
| 弾力性      | T2/T1×100 |

表3 レオメーターの測定条件

|        |              |
|--------|--------------|
| プランジャー | 円形(直径2 cm)   |
| 測定モード  | テクスチャープロファイル |
| 試料台速度  | 4 mm/min     |
| 歪率     | 70 %         |
| 圧縮回数   | 2回           |

## 3. 結果と考察

### 3.1 異なる品種の米粉を用いた米粉パンの評価

異なる品種の米粉を使用して焼成した米粉パンの高さに有意差はなかった(図4)。

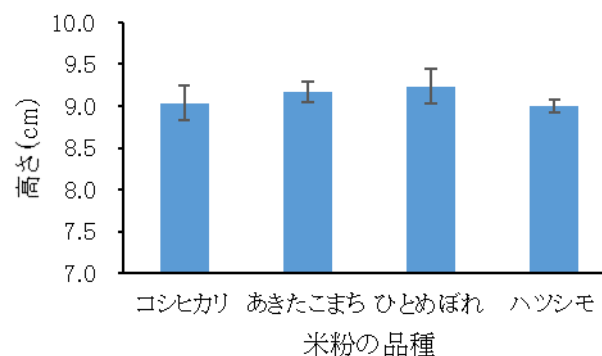


図4 米粉パンの高さ(品種比較)

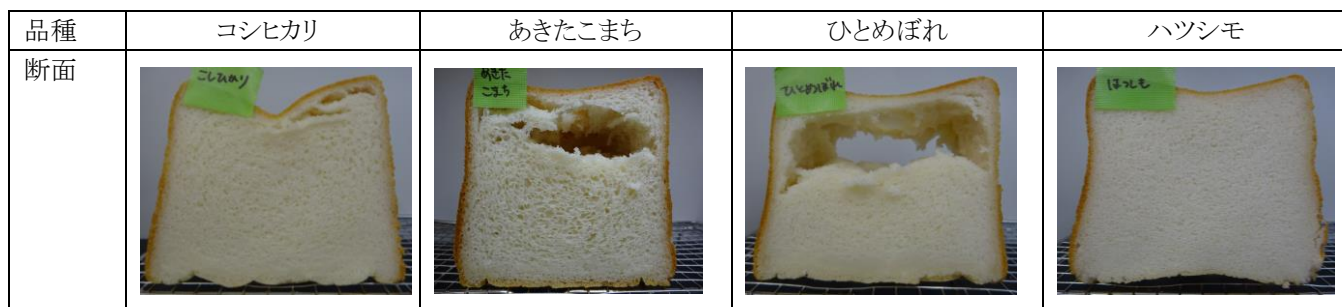


図5 米粉パンの外観

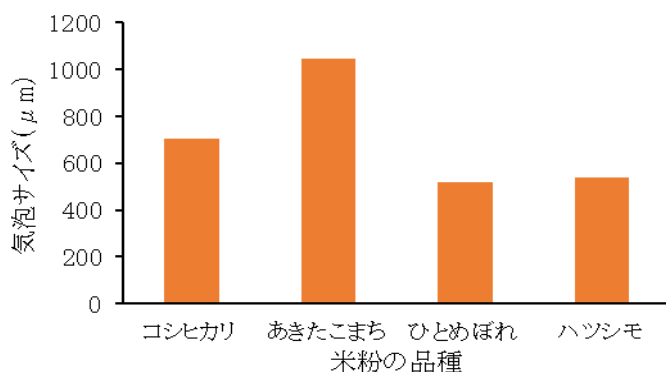


図6 クラムの気泡サイズ(品種比較)

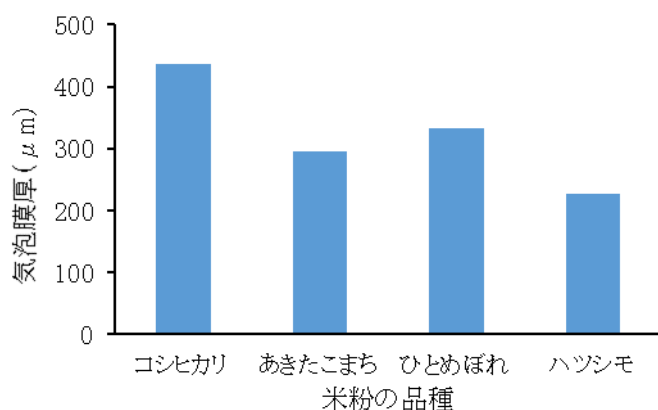


図7 クラムの気泡膜厚(品種比較)

断面の観察画像から、あきたこまち、ひとめぼれについてはクラムの上部に大きな空洞が確認され、コシヒカリはクラムの上部に亀裂あるいは小さな空洞が確認された(図5)。また、空洞のある米粉パンの下部は気泡がなく、餅状を呈していた。

気泡サイズはひとめぼれ、ハツシモ、コシヒカリ、あきたこまの順に大きくなった(図6)。あきたこまち、ひとめぼれについては気泡の形が押しつぶされたような形を確認したため、空洞ができたことにより気泡がつぶれ、実際の気泡サイズよりも小さく検出されている可能性がある。気泡膜厚は、ハツシモ、あきたこまち、ひとめぼれ、コシヒカリの順に厚くなった(図7)。

あきたこまちは気泡サイズが大きく、気泡膜厚が薄いことから、気泡膜厚にかかる負荷が大きく放冷時にクラムの重さを支えることができなくなった部分がはがれると、それ以外の気泡膜厚もクラムを支えることができず空洞が大きくなったと推考した。コシヒカリも気泡サイズが大きいため、クラムの重さに耐えきれなくなった部分ははがれるが、気泡膜厚も厚いため、クラムを支えるだけの強度が保たれることで、亀裂あるいは小さい空洞で収まったと推考した。

またクラム下部は、上部がはがれることでクラムの自体の重みで気泡がつぶれ、餅のような状態になると考えられる。ハツシモは気泡が小さく、空洞も確認されなかった。これらの結果より、ハツシモがきめの細かいパンを安定して焼成できることから、4種の中で最も製パン性に適していることが明らかとなった。

### 3. 2 異なる水温による米粉パンの評価

#### 3. 2. 1 米粉パンの体積測定及び気泡測定

水温とイースト投入時および発酵開始時、焼成開始時の生地温度は表4のとおりである。

水温が高いほど生地温も高く、イースト投入時には最大9℃の差があったが、発酵、焼成の過程を経るにつれて生地温の差は小さくなった。

表4 生地温度

|            |         | 温度 |     |     |     |
|------------|---------|----|-----|-----|-----|
|            |         | 5℃ | 10℃ | 20℃ | 30℃ |
| 生地温<br>(℃) | イースト投入時 | 20 | 21  | 25  | 29  |
|            | 発酵開始時   | 30 | 31  | 34  | 36  |
|            | 焼成開始時   | 38 | 38  | 39  | 40  |

また、使用する水温と米粉パンの膨張力には正の相関がみられた(図8)。イーストは37℃前後で最も発酵力が強くなることから、イースト投入から発酵までの生地温度が至適温度に近い水温30℃の時に最も膨張したと考えられる。

これらの結果より、イーストの発酵力が米粉パンの膨張力に影響を与えていると推察した。

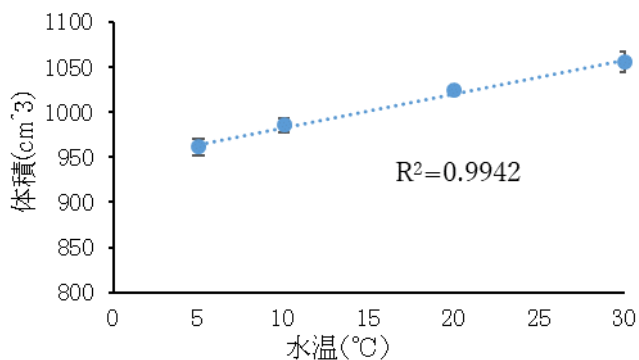


図8 米粉パンの体積(水温比較)

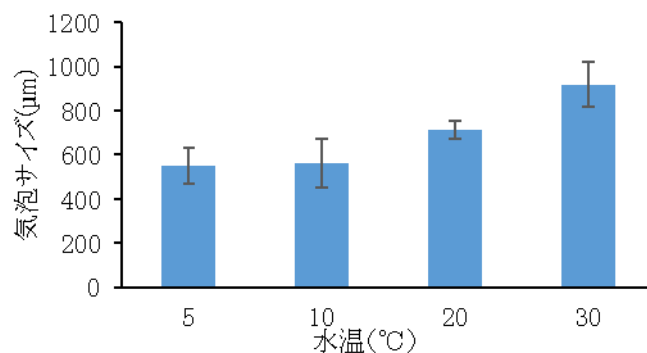


図10 クラムの気泡サイズ(水温変化)

水温と高さ(図2の①)にも正の相関がみられた(図9)。このことから水温が上昇するほど凹み、つまりケービングが大きくなることが明らかとなった。水温20℃及び30℃では焼成直後の米粉パンでもケービングが確認されたが、水温5℃ではケービングは確認されなかった。

米粉パンの気泡サイズは水温5℃及び10℃では変化は見られなかったが、水温20℃及び30℃では増加する傾向がみられた(図10)。気泡膜厚は最小で215 μm、最大で263 μmと水温による有意差は見られなかった(図11)。

これらの結果より、膨張力が増加したのは、水温上昇により発酵が進むことで気泡が大きくなるためと推察した。ケービングが起こる要因としては、発酵の進行により気泡は大きくなるが、気泡膜厚は変わらないため1枚の気泡膜にかかる負荷が増大し、骨格を保持できなくなるためと推測した。水温5℃でも放冷後にはわずかにケービングが起こるが、放冷前にはケービングは確認されないことから、放冷時に気泡が収縮するためと推考した。

水温5℃及び10℃の気泡サイズに変化はなく、膨張力にも有意な差がみられなかった。しかし、水温10℃で焼成した際には、まれにはあるが焼成直後にケービングを確認した。このことから、良好なパンを安定して焼成するには水温5℃の水を用いることが適当であると考えられる。

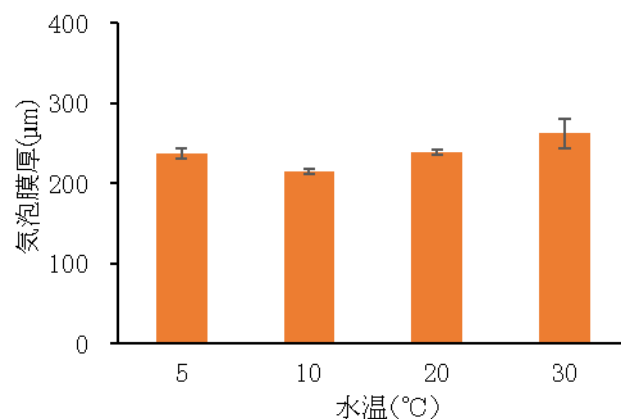


図11 クラムの気泡膜厚(水温変化)

### 3. 2. 2 クラム部のテクスチャー評価

水温が高くなるほどクラムの硬さは減少した(図12)ことから、水温が高くなるほどクラムは柔らかくなる傾向がある。

クラムの硬さは気泡膜の硬さでもあるため、気泡膜が柔らかくなる可能性が示唆された。つまり、骨格を保持できないのは気泡が大きだけでなく、膜厚自体が柔らかい可能性がある。また、弾力性は有意な差がみられなかった(図13)ことから、水温は弾力性に大きな影響を与えないと考えられる。

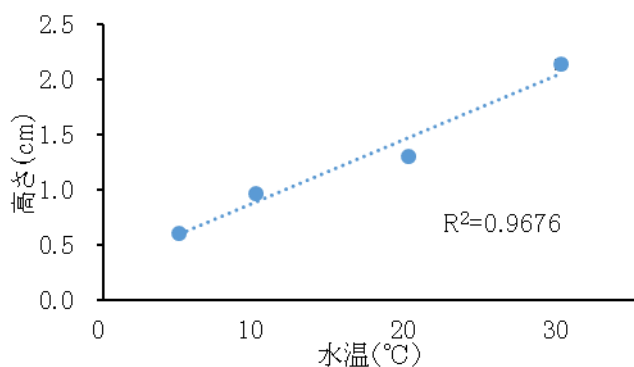


図9 米粉パンの高さ(図2の①)(水温比較)

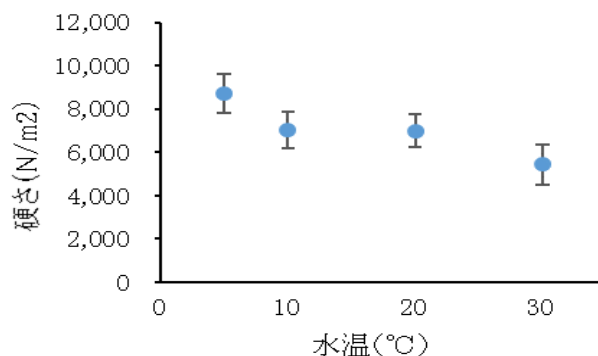


図12 クラムの硬さ(水温変化)

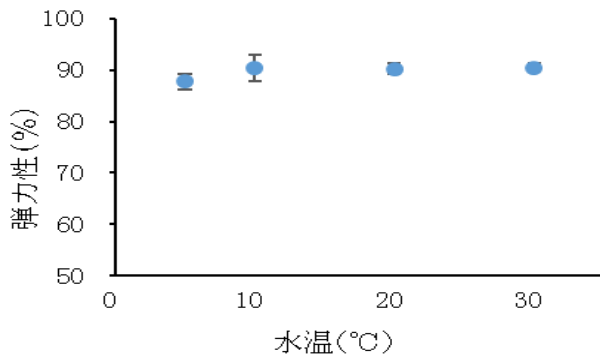


図13 クラムの弾力性(水温変化)

#### 4. まとめ

県内で栽培されている米のうち主要な4品種を用い、製パン性に適する米粉の比較検討を行った。

膨張力に有意な差はなく、ハツシモを使用した米粉パンがきめの細かいパンが安定して焼成できることから、最も製パン性に適していることが明らかとなった。

また、水温が米粉パンに与える影響について検討をした結果、水温が高くなるほど膨張力が増加し、クラムは柔らかくなった。しかし、水温が上昇するとケービングも目立つことから水温5°Cで米粉パンを焼成するのが適当であると考えられた。

#### 【参考文献】

- 1) 水谷恵梨ら, 食品科学研究所研究報告, No.2, pp10-11,2021
- 2) 東京都水道局HP:  
<https://www.waterworks.metro.tokyo.lg.jp/suigen/topic/03/>
- 3) 白石莉子ら, 美味技術学会誌, 16(2), pp. 13-22, 2018