

白神こだま酵母を用いたパンの調製と膨化に関する研究

Preparation Method and Puffing Behavior of Bread with *Shirakamikodama* Yeast下坂 智恵^{*§}

Chie Shimosaka

Domestic flour was used to produce bread with sugar, salt, water and *shirakamikodama* yeast. The preparation method and puffing behavior were investigated. The specific volume increased and the maximum force value of the baked bread decreased with increasing kneading time. Leaving the dough untouched under a preparation of 5 minutes was effective for decreasing the labor and improving the preference in the sensory test. The specific volume of the baked bread was high and it was liked in the sensory test. The specific volume was higher when using imported flour by increasing the quantity of water when preparing bread with *shirakamikodama* yeast. This yeast enabled bread with a high preference to be produced when using domestic flour with only a small protein content.

キーワード：国産小麦粉 domestic flour；白神こだま酵母 *shirakamikodama* yeast；膨化 puffing behavior；比容積 specific volume；顕微鏡観察 microscopy；官能評価 sensory evaluation

緒 論

小麦粉は、日本の食生活において重要な食品であり、従来よりすいとん、うどん、おやき、蒸しパンなどを作るのに使用されてきた。国産小麦粉に天然酵母と少量の砂糖、食塩、水を主材料として作る素朴なパンは、味噌汁やひじき、きんぴらごぼう、おから等の総菜を添えても違和感がなく^{1,2)}、米のように毎日食べても飽きないといわれる。

しかし、一般に、国産小麦粉はタンパク質含有量が少なくパン作りに不向きとされ、タンパク質含有量の多い外国産小麦粉が製パン性、食感がよいことからパン作りに利用されている³⁻⁵⁾。

こうした中で、国産小麦粉の製パン適性についての研究⁶⁻¹⁰⁾が行われ、各地でパン用粉に特化した小麦の品種改良が進み、たんぱく質含有率の向上、菓子パン適性に優れる等^{11,12)}、製パン性を考慮した小麦が生産されるようになってきた。実際に国産小麦粉を用いた様々なパンが市販されるようになり、料理本も多数出版¹³⁻¹⁵⁾されている。国産小麦粉でパンを作るには、大部分が天然・野生酵母を使用しており、酵母の種類を変化させたパン作りの本も出版^{16,17)}されている。天然酵母としては、ホシノ天然酵母パン種が多く使用されているが、この酵母はそのまますぐには使えず、ぬるま湯に溶かして、温度管理をしながら24~48時間発酵させる生種（なまだね）作り^{18,19)}が必要である。

しかし、数年前より、酵母の生種作りや予備発酵の必要がなく、国産小麦粉との相性がよい酵母として白神こだま

酵母が用いられるようになってきた。白神こだま酵母は、1997年に秋田県と青森県にまたがる世界自然遺産白神山地の腐葉土から発見され秋田県総合食品研究所が分離した野生酵母である。この酵母は、他の酵母よりもトレハロースが4~5倍も多く、このトレハロースが自然な甘さと、保湿成分をパンに与えるので、多くの砂糖や卵、バターなどを使用しなくても、自然な甘さの、軟らかく風味のよいパンを焼くことができ、従来の天然酵母のように種起こしの必要がなく、短時間でパンが焼ける²⁰⁾といわれる。国産小麦粉と少量の砂糖、食塩、水の基本材料だけで、膨化性がよく、食味のよいパンが調製できれば、これまで、卵やバター、牛乳が入っているからとパンを食べられなかったアレルギーのある人、健康のために脂肪分や糖분을気にしている人にも食べられるパンを提供することができる。

白神こだま酵母は、製パン特性を引き出すための研究^{21,22)}が行われており、パンには不向きとされていた国産小麦粉使用による良好なパンの製造が確認²³⁾され、学校給食用パンにも使用²⁴⁾されている。また、この酵母は冷凍耐性があることから冷凍生地製パン法に活用する研究²³⁾が進められている。しかし、酵母発見後、数年しかたっていないことから、これまでにこの酵母によるパンの調製と膨化に関する研究はほとんどなく、大塚^{20,25-27)}が、パン作りの本を数冊出版している。大塚の出版物を参考に予備実験を行い、国産小麦粉に白神こだま酵母を用いた嗜好性の高いパンの調製方法について検討を行った。そこで、混捏方法において、1次発酵前の生地を捏ね続けるのではなく、混捏過程で5分間ねかすことで、より嗜好性の高いパンを調製することができた。さらに、外国産小麦粉使用時の加水量について検討した。

* 大妻女子大学短期大学部
(Junior College Division of Otsuma Women's University)

§ 連絡先 大妻女子大学短期大学部
〒102-8357 東京都千代田区三番町12番地
TEL 03(5275)6062 FAX 03(5275)9172

試料及び実験方法

1. 試料

試料は国産小麦粉（富澤商店 A、北海道産のはるゆたか小麦 100%、たんぱく質 $11.5 \pm 0.5\%$ 、脂質 1.7%、炭水化物 71.3%）、外国産小麦粉（日清フーズ、日清カメラヤ強力小麦粉、たんぱく質 12%、脂質 1.8%、炭水化物 72%）、砂糖（富澤商店 A、喜美良）、食塩（エスワイエスウイング、ラウシップ）、酵母（秋田十條化成株式会社 AD、白神こだま酵母ドライ）を用いた。

2. パンの配合と製法

実験に用いたパンの配合割合を表 1 に示した。ベーカースパーセントで、小麦粉に対し砂糖 5.0%、食塩 1.6%、白神こだま酵母 2.0%、水 65.0% とした。外国産小麦粉使用時は、水を 65.0% と 66.8% の 2 通りとした。

実験試料の調製方法は図 1 に示したように、ボール中で小麦粉と砂糖、食塩を混ぜ、これに酵母の 3 倍量の温水（35℃）で溶かした酵母、残りの水を加えて生地をまとめ、台の上でなめらかになるまで 250 回捏ねた。その後生地を丸めて、乾燥しないようにボールをかぶせて 5 分間ねかした。更に、生地の上に指を当てると、指が透けて見える状態になるまで 250 回捏ねた。生地の表面をきれいに丸めて、高速ガスオーブン（リンナイ、RBR-411 ED 3 MS-HB）に入れ、200℃ に設定して 40 秒後に消火（庫内温度 $38 \pm 1^\circ\text{C}$ ）し、そのまま 50 分間おいて²⁸⁾ 1 次発酵させた。生地を 50 g ずつに分割し、ベンチタイム後成形し、マフィン型（テフロン加工、底面直径 50 mm、上面直径 68 mm、高さ 30 mm）に入れて、1 次発酵と同様に 2 次発酵を 40 分間行なった。180℃ の高速ガスオーブンで、15 分間加熱し、室温に 30 分間放冷後（品温 $24 \pm 1^\circ\text{C}$ ）、測定試料とした。

3. 官能評価

混捏過程の異なるパンの食味について色、キメ、香り、硬さ、総合的な好みについて 5 点評点法により官能評価を行った。評点のつけ方は、白っぽい、キメがこまかい、香りが良い、軟らかい、総合的に好むについて、非常に、に相当するものを +2、少しに相当するものを +1、普通を 0 とし、褐色っぽい、キメがあらひ、香りが悪い、硬い、総合的に好まないにおいて少しに相当するものを -1、非常に、に相当するものを -2 とした。試料はパンを縦半分

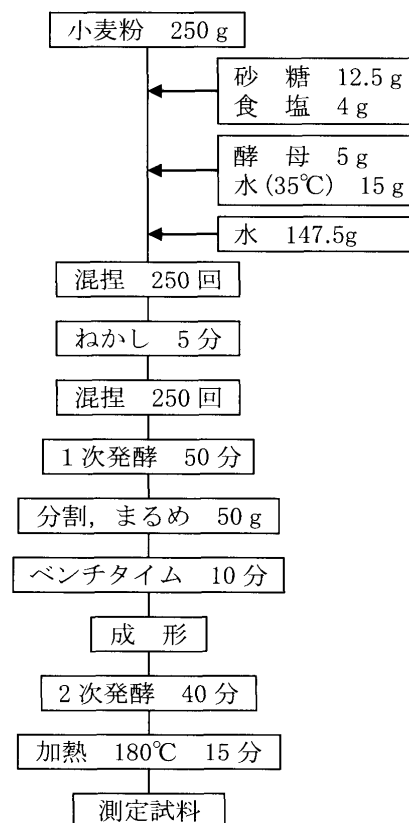


図 1. パン（国産小麦粉）の調製方法

に、に相当するものを -2 とした。試料はパンを縦半分

4. 水分

105℃ 常圧乾燥法で求められた重量の減少分を水分とした。

5. 破断強度の測定

パン（クラム）の測定試料は、底面を 10 mm 切り落とし、高さを 15 mm に切断後、横 15 mm、縦 40 mm になるように切断し、 $15 \times 15 \times 40 \text{ mm}^3$ の試料片とした。パンの皮（クラスト）の測定試料は、上面のクラストを 5 mm そぎ取り、横 15 mm、縦 40 mm になるように切断し、 $5 \times 15 \times 40 \text{ mm}^3$ の試料片とした。クリープメータ（山電、RE 2-33005 型）により、パンの破断強度をポリアセタール樹脂製、30 mm×1 mm の接触面をもつ V 字形プランジャーで長さの方向に対して直角に加圧して測定した。ロードセルは 2 kgf、測定スピードは 1 mm/sec にした。歪率はクラムが 95%、クラストが 80% とした。

6. 比容積

焙焼後、室温で 30 分間放冷し、重量、体積（葉種法）を測定し、体積を重量で除して比容積²⁹⁾を算出した。

7. パンの内相

パンの中央部を縦に 1.5 cm 厚さに切り取り、写真撮影を行った。

表 1. 材料の配合割合

材 料	国産小麦粉		外国産小麦粉	
	重量 (g)	ベーカースパーセント (%)	重量 (g)	ベーカースパーセント (%)
小麦粉	250.0	100.0	250.0	100.0
砂糖	12.5	5.0	12.5	5.0
食塩	4.0	1.6	4.0	1.6
酵母	5.0	2.0	5.0	2.0
水	162.5	65.0	167.0	66.8

8. パンの顕微鏡観察

パンの中央部を縦に切り、その断面を実体顕微鏡（オムロン、3D デジタルファインスコープ VC 1000）により観察し、50 倍で写真撮影を行った。

実験結果及び考察

1. パンの混捏方法の違いによる物性と食味の変化

国産小麦粉に白神こだま酵母を用いたときの混捏方法の違いがパンの物性と食味に与える影響について調べた。

一般に、パン作りには、「捏ねる」と「たたく」が欠かせない作業²⁸⁾であるが、国産小麦粉に白神こだま酵母を加えた生地は、「たたく」必要はなく、伸ばして縮めてを繰り返すことで、十分にグルテンが形成され、しかも、台にくっつきにくく、捏ねやすい生地であった。本実験に使用した白神こだま酵母は、ドライイースト（日清フーズ、スーパーカメリアドライイースト）と形状が異なっているが（図 2）、温水での溶け方は同様であり、6 時間以上ガス発生が持続することが報告²¹⁾されている。

（1）混捏回数

パンの膨化には、材料を混ぜ込んだ後に生地を捏ねる回数が影響するのではないかと考え、250、500、750 回捏ねてパンを調製し検討した。比容積は、混捏回数が多くなると高くなり、250 回と 750 回の間に有意差がみられた（図 3）。破断測定による最大荷重値（図 4）では、250 回が最も高く、500 回、750 回捏ねると値が低下し、250 回との間に有意差がみられた。混ね回数は、250 回よりも 750 回捏ねた方が、比容積が高く、最大荷重値が低いことが示された。

（2）混捏過程

生地の混ね回数は、パンの膨化に影響を与え、250 回よりも 750 回捏ねた方が、膨化がよかった。しかし、750 回捏ねるには約 15 分間継続して捏ね続けなければならず、労力が必要となる。一般に、小麦粉に水を加えて捏ね、ねかすことでグルテンが形成され、ドウの伸展性が増す³⁰⁾と言われている。そこで、大塚²⁰⁾の調製方法を参考に、材料を混ぜ込んだ後に生地を 250 回捏ね、その後生地を丸めて、乾燥しないようにボールをかぶせて 5 分間ねかした。その後、更に 250 回捏ねてパンを調製し物性を検討した。

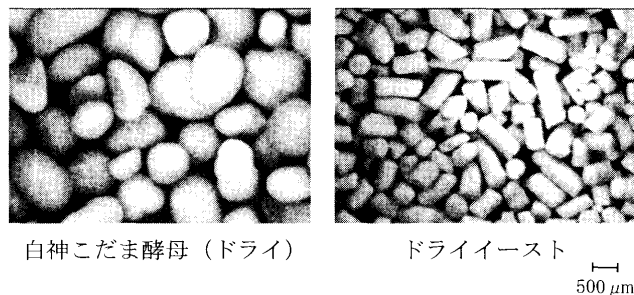


図 2. 酵母の形状

混捏過程の違いによるパンの比容積（図 5）は、250 回捏ねたものよりも、250 回捏ねた後 5 分間ねかした方が高く、250 回捏ねた後 5 分間ねかし、更に 250 回こねたものが最も高かった。比容積の値は、4.3 であり、膨化のよいパンの評価基準²⁹⁾に合致した。最大荷重は比容積と逆に、250 回捏ねたパンが最も高く、250 回捏ねた後 5 分間ねかし、更に 250 回こねたパンが最も低かった（図 6）。

混捏 250 回後に、生地を 5 分間ねかすことで、伸展性が増し、よく伸びるようになった³¹⁾。これは、生地をねかすことでグルテン形成が促進され、生地抵抗が減少して伸展しやすくなったものと考えられる。生地をねかしている間に、グルテンの網目構造の中でも、特に無理な力で引き伸ばされていた部分で SH-SS 交換反応が起こり、新たにグルテ

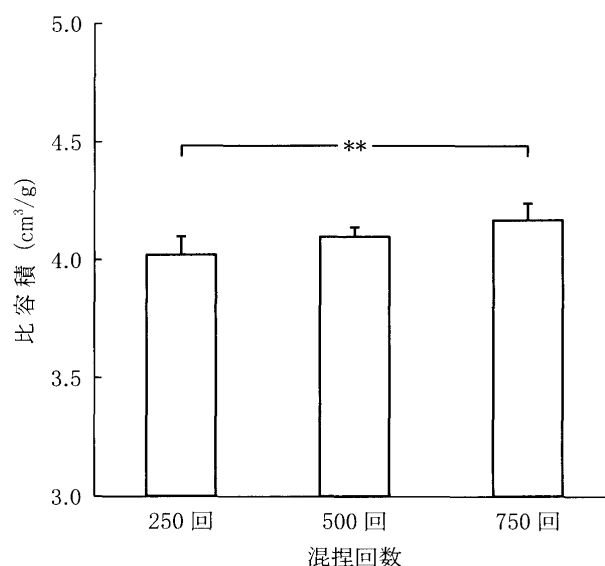


図 3. 混捏回数の違いによるパンの比容積の変化
**, 1% の危険率で有意差あり；n=6

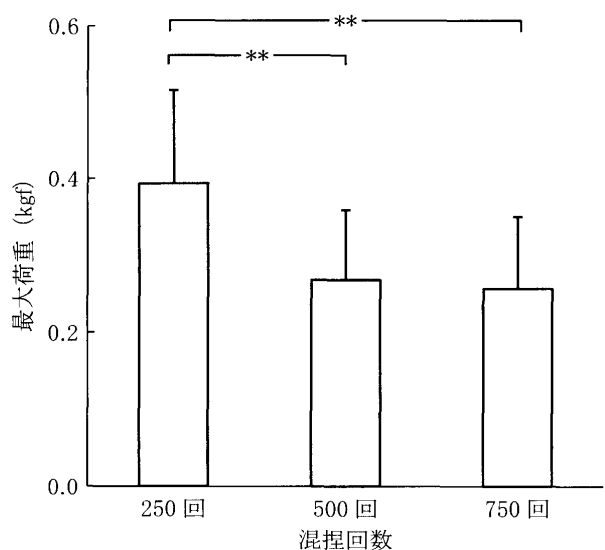


図 4. 混捏回数の違いによるパンの最大荷重の変化
**, 1% の危険率で有意差あり；n=12

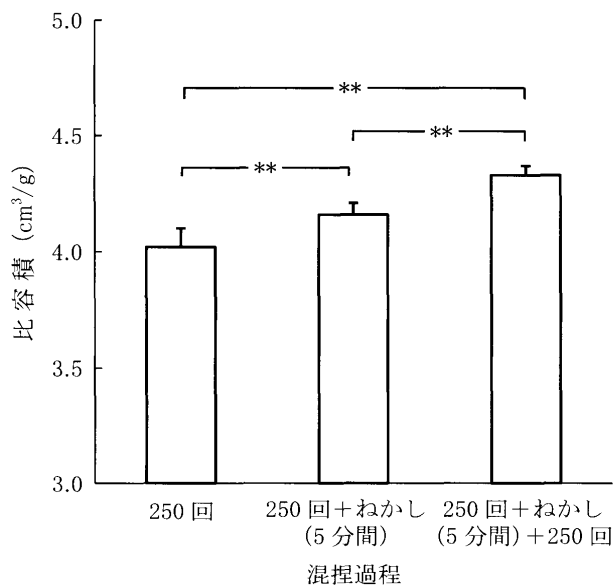


図 5. 混捏過程の違いによるパンの比容積の変化

**, 1% の危険率で有意差あり；n=6

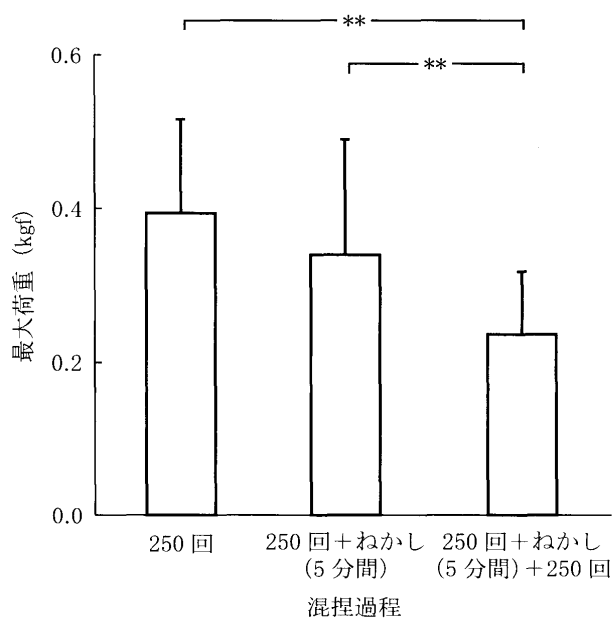


図 6. 混捏過程の違いによるパンの最大荷重の変化

**, 1% の危険率で有意差あり；n=12

ンの形成が整列した網目を取りながら進行する³²⁾といわれている。

混捏過程の違いによるパンの内部の組織を縦断面の写真及び実体顕微鏡による写真により観察した。250 回捏ねたパンは、全体的に気泡が小さく密集している状態が観察され (図 7), 250 回捏ねた後 5 分間ねかし, 更に 250 回こねたパンは、気泡の大きさが細かく均一に分散し, 250 回捏ねたパンよりも大きく膨化した。実体顕微鏡で組織を観察すると (図 8), 250 回捏ねたパンは、気泡間にある糊化でんぷんの膜が厚かった。これは、パン生地全体の伸びが低いいため膜が薄くならず、小さな気泡の膜同士がくっついて厚い膜を形成したものと考えられる。それに対して、250 回捏ねた後 5 分間ねかし, 更に 250 回こねたパンは、250 回捏ねたパンに比べて気泡が大きく、薄い気泡膜になり、気泡が均一に分布している状態が観察され、これら組織の違いが、膨化、物性などに影響しているものと考えられた。

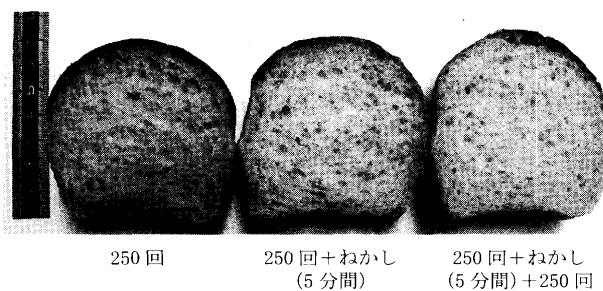


図 7. 混捏過程の違いによるパンの内相

(3) 混捏方法の違いによる食味

混捏回数 750 回のパンと、250 回捏ねた後 5 分間ねかし, 更に 250 回こねたパンを比較すると、比容積及び最大荷重値は、ほぼ同じ値であった。そこで、混捏回数 750 回のパンを基本として、250 回捏ねた後 5 分間ねかし, 更に 250 回こねたパンについて官能評価を行った (図 9)。250 回捏ねた後 5 分間ねかし, 更に 250 回こねたパンの評点平均値

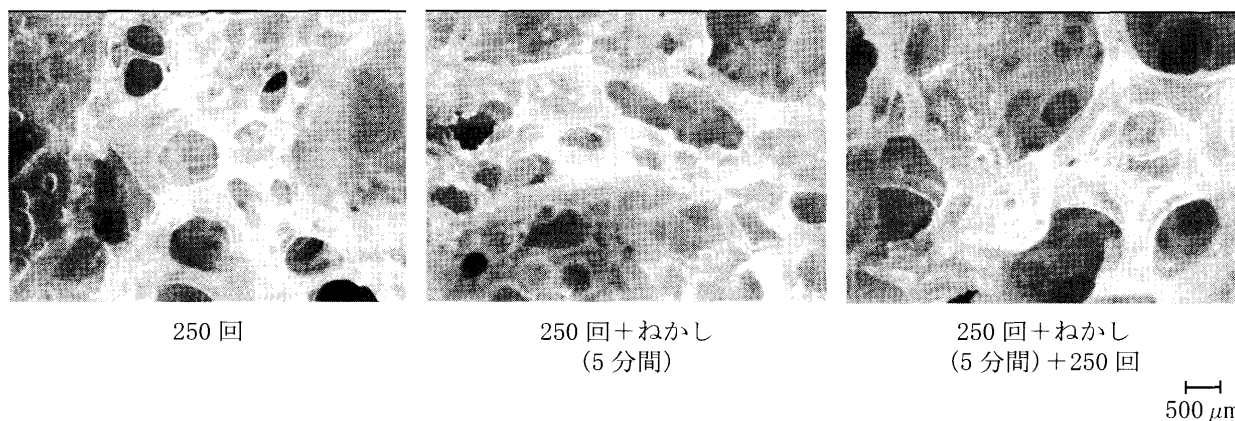


図 8. 混捏過程の違いによるパンの組織

白神こだま酵母を用いたパンの調製と膨化に関する研究

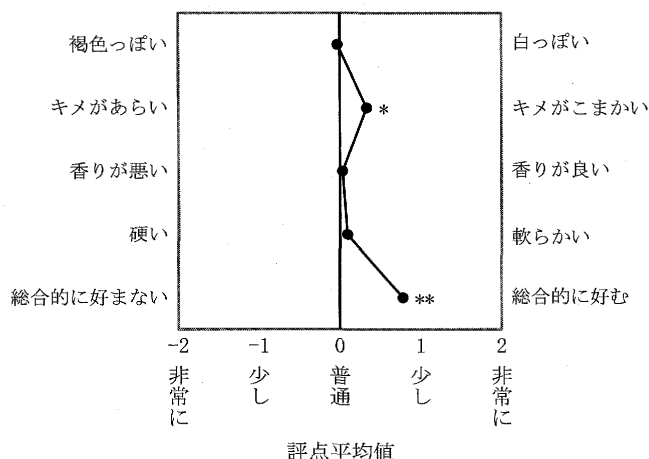


図9. 混捏過程の違いによるパンの食味

*, 5%の危険率で有意差あり；

**, 1%の危険率で有意差あり；n=33

は、基本と比べ、キメがこまかく、総合的な好みで有意差がみられた。このように、混捏過程で5分間ねかすことにより、キメがこまかく、嗜好性の高いパンを調製することができた。

これらのことから、250回捏ねた後5分間ねかし、更に250回こねる方法は、捏ねる労力が少なくなり、嗜好性も高く、パンの混捏方法として効果のある方法であることが示された。

白神こだま酵母パンについて感じたことを自由に記述してもらった。軟らかくてもちもちしているとした者が多く、香りが良い、甘味がある、皮がカリッとしていて中はしっとりした食感である、何もつけずにそのまま食べられるとの感想がみられた。

国産小麦粉は、タンパク質含有量が少なく、ガスの発生にグルテンネットワークがついていけず、うまくガスを包み込めないため、製パンに利用するときはタンパク質強化剤であるグルテンを配合することが多い。通常のパン用酵母はガス発生開始後、1時間で最大となり、その発生量が激減するまでの時間が2時間程度であるが、白神こだま酵母は、発酵が緩やかで低糖生地において、発酵3時間後も発酵開始1時間後と同等の発酵力があり、6時間以上も発酵力が持続する^{21,33)}ので、タンパク質含有量の少ない国産小麦粉でも容易に製パンが可能であると考えられる。

一般に、国産小麦粉を使用したパンは、膨らみが悪いというイメージがあり、消費者の嗜好性の多様化から、多少膨らみが悪くても、噛みごたえのあるパンも認知されるようになり、国産小麦粉が製パンに利用されるようになっていく³⁴⁾といわれる。しかし、白神こだま酵母を使うと、タンパク質含有量の少ない国産小麦粉でも、少量の砂糖、食塩、水の基本材料だけで、膨化性のよい、軟らかい、自然な甘さのパンを調製できることが示された。

これは、他の酵母よりもトレハロースが4~5倍も多

く²⁰⁾、このトレハロースが自然な甘さと、保湿成分をパンに与え、少量の砂糖でも自然な甘さのパンを焼くことができ、油脂などを使用しなくても軟らかく風味のよいパンに焼き上がるためであると考えられる。

2. 小麦粉の違いによるパンの物性と組織の変化

国産小麦粉に白神こだま酵母を用いたときのパンの調製法の検討を行い、混捏過程で5分間ねかすことにより、膨化性と嗜好性の高いパンを調製することができた。そこで、外国産小麦粉に白神こだま酵母を用いたときの、調製法について検討を行った。

(1) パンの膨化と物性

パンを調製する際、国産小麦粉使用時の加水量は、外国産小麦粉使用時よりも減らす必要がある²⁶⁾といわれる。そこで、外国産小麦粉を用いたときの加水量について検討を行った結果、小麦粉に対して75%、68%の加水量では、手にべたつき、まとまらず、66.8%の加水量が適量であった。これは、パンの標準的な原料配合³⁵⁾とほぼ同様である。

そこで、比較のために国産小麦粉と同量の加水量65.0%で調製したパンを外国産小麦粉①とし、66.8%の加水量としたパンを外国産小麦粉②とした。

小麦粉の違いによるパンの比容積と最大荷重値の変化をみた。加水量を国産小麦粉と同量にした外国産小麦粉①は、国産小麦粉パンと比容積(図10)はほぼ同様であったが、最大荷重値は高く有意な差がみられた(図11)。加水量を多くした外国産小麦粉②は、国産小麦粉パンに比べて、比容積が高く、最大荷重値は、国産小麦粉パンよりも高いが、外国産小麦粉①よりも低かった。パンの皮を測定した最大荷重値では、国産小麦粉パン、外国産小麦粉2種類において差はみられなかった(図12)。国産小麦粉パンは、皮の

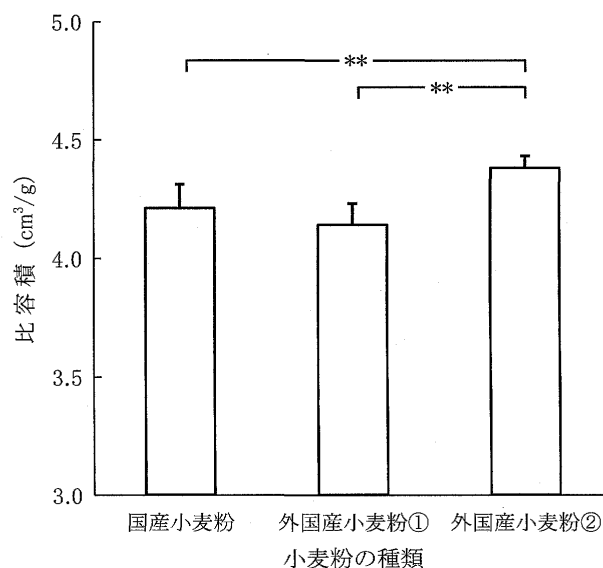


図10. 小麦粉の違いによるパンの比容積の変化

**, 1%の危険率で有意差あり；n=6

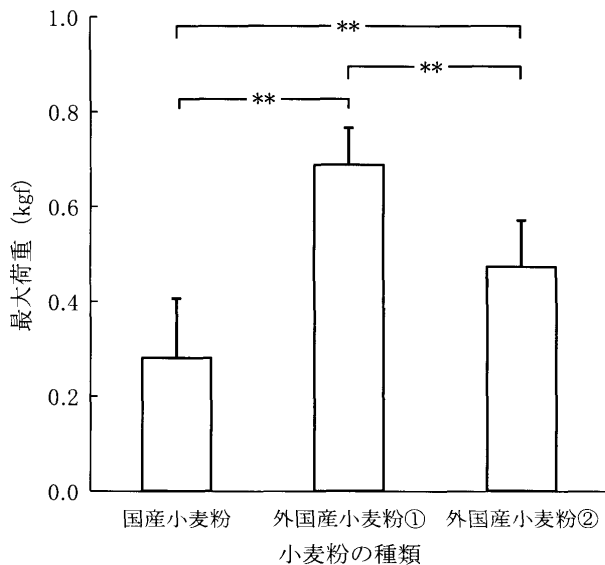


図 11. 小麦粉の違いによるパンの最大荷重の変化
**, 1% の危険率で有意差あり; n=12

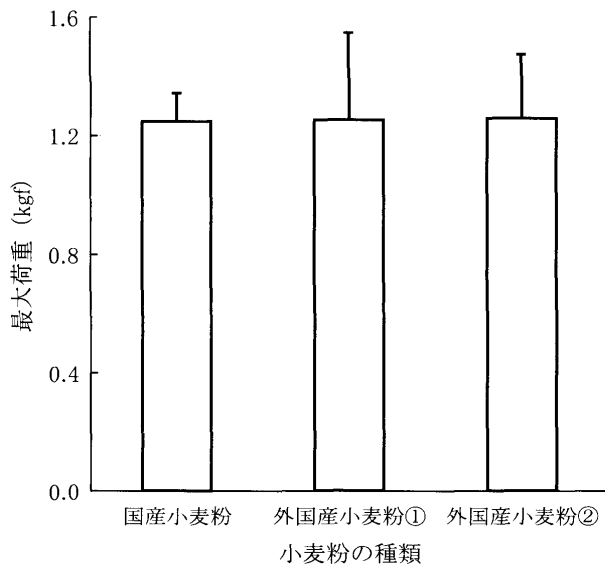


図 12. 小麦粉の違いによるパン皮の最大荷重の変化
n=12

硬さは、外国産小麦粉パンと同様であったが、内部（クラム）は、軟らかいパンとなった。これは、官能評価において、皮がカリッとして中はしっとりした食感であるという意見に対応した。大塚²⁰⁾も白神こだま酵母を用いたパンは、表面はパリッと仕上がるが、中はふんわりと軟らかいと述べている。白神こだま酵母を用いたパンにおいて、国産小麦粉の方が外国産小麦粉よりもクラム部分が軟らかくなることが示された。

小麦粉の違いにより、パンのクラム部分の最大荷重値に差がみられたので、水分が影響するのではないかと考え、生地とクラム部分の水分を測定した。

水分（図 13）をみると、小麦粉は国産小麦粉が 11.0%、外国産小麦粉が 11.1% とほぼ同じ値であった。生地の水分

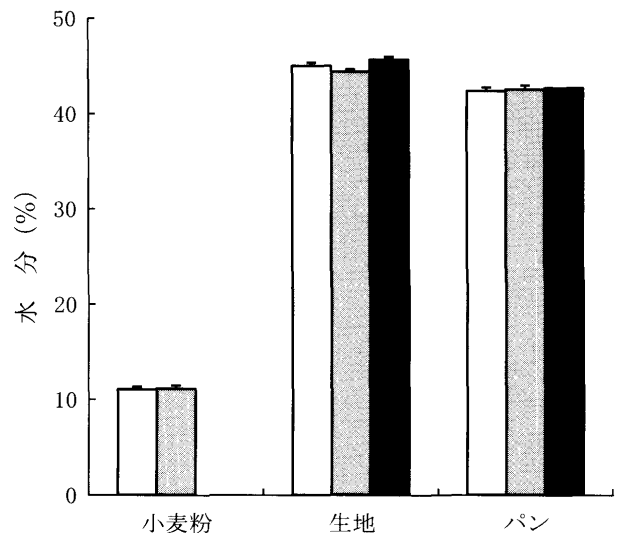


図 13. 小麦粉の違いによる水分の変化

□, 国産小麦粉; ▨, 外国産小麦粉①; ■, 外国産小麦粉②;
n=3



図 14. 小麦粉の違いによるパンの内相

分は、外国産小麦粉②が 45.6% と最も高かったが、焼成後のパンでは 42.7% となり、国産小麦粉パン、外国産小麦粉パン①とほぼ同じ値になった。焼成中の減量率をみると、外国産小麦粉①は 15.1% であるが、外国産小麦粉②は 16.7% と高く、重量減少においても外国産小麦粉②が最も減少したことが確認された。

パンの物性に水分が影響しているのではないかと考え、水分を測定したが、3 種類のパンの水分はほぼ同じ値であることが示された。

(2) パンの組織

製パン過程では、生地内で、イーストが産生した二酸化炭素の増加やドウ中に含まれる水分の加熱に伴う水蒸気圧によりパンの膨張が引き起こされるため、これらのガスを包蔵する伸展性の高い膜が必要とされる。そこで、小麦粉の違いによるパンの内部の組織を縦断面の写真及び実体顕微鏡による写真により観察した。

国産小麦粉パンは、細かい気泡が数多くあり膨化している状態が観察された（図 14）。外国産小麦粉①は、大きな気泡が点在し、水分量の多い外国産小麦粉②は、気泡の大きさが細かく均一に分散し膨化していた。実体顕微鏡で組織を観察すると（図 15）、国産小麦粉パンは、気泡が均一に分布し、気泡膜が薄く伸びていた。外国産小麦粉①②は、

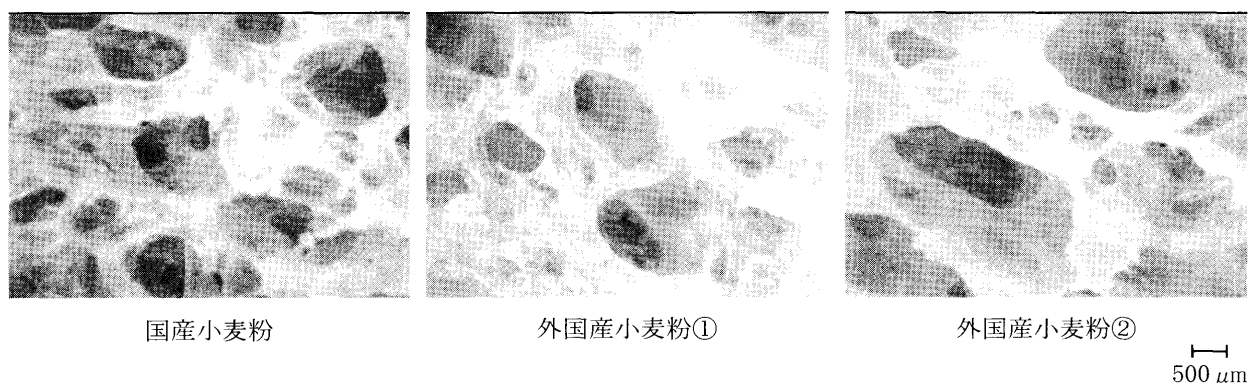


図 15. 小麦粉の違いによるパンの組織

気泡が生じ、生地が薄く伸びて膨化したとみられる様相がみられ且つ気泡の奥行きが深く、気泡孔隙壁がしっかりしている状態が観察された。これら組織の違いが、クラム部分の物性に影響しているものと考えられた。

パンの内部の軟らかい部分は、大小多数の気泡孔隙が存在する網目構造をしており、この気泡孔隙の分布がパンの良否に関わるとされ、パンの品質評価では画像解析などによりすだちの評価³⁶⁾が行われている。内藤ら³⁷⁾は、パンの気泡孔隙壁はグルテンの微細網目の上にでんぷん粒とでんぷんゲルで構成される外装を貼り付けた構造をしていると述べている。外国産小麦粉は、国産小麦粉よりもタンパク質含有量が多いことから、気泡孔隙壁に差がみられたと考えられる。

外国産小麦粉に白神こだま酵母を用いる場合は、国産小麦粉使用時よりも加水量を多くすることで膨化のよいパンが調製できることが示された。

以上のことより、白神こだま酵母は、種起こしが不要で手軽に使用でき、タンパク質含有量の少ない国産小麦粉でも、少量の砂糖、食塩、水の基本材料だけで、膨化のよい、きめの細かい、軟らかいパンが調製できることが認められた。

要 約

国産小麦粉に白神こだま酵母を用いた嗜好性の高いパンの調製方法について検討した。さらに、外国産小麦粉を用いた場合の加水量について検討した。その結果、次のことが明らかになった。

1. 国産小麦粉に白神こだま酵母を用いてパンを調製する際、生地の混捏回数が増えると、比容積は高くなり、最大荷重値は低くなった。
2. 国産小麦粉に白神こだま酵母を用いてパンを調製するには、750回捏ね続けるのではなく、生地を250回捏ねた後5分間ねかし、更に250回捏ねることで捏ねる労力が少なくなり、嗜好性も高く、パンの混捏方法として効果的であることが示された。

3. 白神こだま酵母パンにおいて、外国産小麦粉使用時は、国産小麦粉使用時よりも加水量を多くすることで膨化のよいパンが調製できた。国産小麦粉の方が外国産小麦粉よりもクラム部分が軟らかくなることが示された。
4. 白神こだま酵母を使うと、種起こしが不要で手軽に使用でき、タンパク質含有量の少ない国産小麦粉でも、少量の砂糖、食塩、水の基本材料だけで、膨化がよく、きめの細かい、軟らかい、嗜好性の高いパンが調製できることが明らかにされた。

文 献

- 1) 農文協編 (1993), 「おいしくて安全 国産小麦でパンを焼く」, 農山漁村文化協会, 東京, p. 8
- 2) 矢野さき子 (1993), 「天然酵母で国産小麦の和風パン」, 農山漁村文化協会, 東京, p. 4
- 3) 徳永久美子 (2007), 「パンとお菓子の本」, 扶桑社, 東京
- 4) 日本放送出版協会編 (1995), 「別冊 NHK きょうの料理 家庭でつくる人気のパン」, NHK 出版, 東京
- 5) 坂本廣子 (1994), 「カンタン流手づくりパン」, 農山漁村文化協会, 東京
- 6) 福田明彦, 八木谷順子, 北脇永典, 井上吉之, 伊藤達郎, 平野茂博, 森嶋伊佐夫 (1974), 小麦粉成分の製パン性に及ぼす影響, 日食工誌, **21**, 377-383
- 7) 田中康夫, 佐藤友太郎 (1964), 国内産小麦の製パン適性に関する研究 (第2報) 無糖生地における後半発酵の検討, 日食工誌, **11**, 48-56
- 8) 五島義昭, 渡辺義久, 新宮穂高, 磯崎洋彦, 柘植治人, 大橋一二 (1986), 国内産小麦の製パン適性について, 日食工誌, **33**, 102-107
- 9) 吉野世美子 (2006), 国産小麦粉を使用したパンの特性および外国産小麦粉ブレンドによる製パン性の改善, 京都女子大学食物学会誌, **61**, 37-43
- 10) 堀 光代, 長野宏子, 阿久澤さゆり, 下山田 真, 吉田一昭 (2010), 岐阜県産小麦粉の製パン性の検討—製粉法による粒度の面から—, 日調科誌, **43**(1), 31-37
- 11) 入来規雄, 高田兼則, 山内宏昭, ノノ瀬靖則, 桑原達雄 (2001), 硬質春播コムギ品種ハルユタカと高タンパク含量の軟質秋播コムギ品種ホクシンのブレンドにおける製パン性および製パン性, 日本作物学会記事, **70**(2), 267-270
- 12) 田谷省三, 塔野岡卓司, 関 昌子, 平 将人, 堤 忠宏, 野中舜二, 氏原和人, 佐々木昭博, 山口勲夫, 新本英二, 吉川 亮, 藤田雅也, 谷口義則, 坂 智広 (2003), 小麦新

- 品種「ニシノカオリ」の育成, 九州沖縄農業研究センター報告, **42**, 19-29
- 13) 伊藤幹雄, 伊藤けい子 (2006), 「品種いろいろ国産小麦のパンづくりテキスト」, 農山漁村文化協会, 東京
- 14) 矢野さき子 (1992), 「おいしくて安全 天然酵母で国産小麦パン」, 農山漁村文化協会, 東京
- 15) 林 弘子 (1996), 「国産小麦のお菓子とパン」, 農山漁村文化協会, 東京
- 16) 佐原文枝 (2007), 「おうちでのーんびりたのしむ自家製酵母パンの本」, 主婦と生活社, 東京
- 17) 天然酵母パン教室 the forest (2004), 「手づくりがいちばん 天然酵母と国産小麦の焼きたてパン LESSON」, 白夜書房, 東京
- 18) 田辺由布子 (2005), 「素朴がおいしい, 天然酵母のパン」, 雄鶏社, 東京
- 19) 杉山 勝, 杉山律子 (2007), 「初めての人でも作れる体にやさしい天然酵母パン」, 昭文社, 東京
- 20) 大塚せつ子 (2003), 「白神こだま酵母でパンを焼く」, 農山漁村文化協会, 東京
- 21) 高橋慶太郎, 木村貴一 (2004), 白神微生物バンクの構築とその有効利用に関する研究 2. 白神酵母の有効利用に関する研究, 秋田県総合食品研究所平成 15 年度試験研究成果概要, pp. 74-75
- 22) 高橋慶太郎 (2005), 白神微生物バンクの構築とその有効利用に関する研究 2. 白神酵母の有効利用に関する研究, 秋田県総合食品研究所平成 16 年度試験研究成果概要, pp. 68-69
- 23) 秋田県総合食品研究所 (2001), 冷凍生地製パン法と“白神こだま酵母”, 秋田県総合食品研究センター広報紙 ARIF Letter, **6**(4)
- 24) 秋田県総合食品研究所 (2002), 白神パン続々登場, 秋田県総合食品研究センター広報紙 ARIF Letter, **7**(4)
- 25) 大塚せつ子 (2005), 「白神こだま酵母パン」, 農山漁村文化協会, 東京
- 26) 大塚せつ子 (2005), 「白神こだま酵母のパン作り」, グラフ社, 東京
- 27) 大塚せつ子 (2005), 「白神こだま酵母の焼きたてパン LESSON」, 白夜書房, 東京
- 28) 島津睦子 (1999), 「こねてたいて焼きたてパン」, 婦人之友社, 東京, p. 11, p. 17
- 29) 金谷昭子 (1984), 「フローチャートによる調理科学実験・実習」, 医歯薬出版株式会社, 東京, pp. 7-8
- 30) 洪川祥子, 杉山久仁子 (2005), 「調理科学」, 同文書院, 東京, p. 67
- 31) 下坂智恵 (2009), 白神こだま酵母を用いたパンの調製に関する研究, 大妻女子大学家政系研究紀要, **45**, 35-41
- 32) 的場輝佳, 西川清博, 加藤万紀子 (2003), 「西洋料理のコツ」, 学習研究社, 東京, p. 132
- 33) 高橋慶太郎 (2003), 「白神こだま酵母でパンを焼く—白神こだま酵母発見物語—」, 農山漁村文化協会, 東京, p. 88
- 34) 日本調理科学会編 (2008), 「料理のなんでも小事典」, 講談社, 東京, p. 267
- 35) 長尾精一 (1989), 「小麦とその加工」, 建帛社, 東京, p. 222
- 36) 高野博幸, 内藤成弘, 狩野広美, 石田信昭 (2002), MRI で見たパン内相の網目構造, 食品工業, **45**(8), 55-76
- 37) 内藤成弘, 深海新二, 溝上泰之, 狩野広美, 石田信昭, 高野博幸 (2004), パンの気泡孔隙構造を支える微細グルテン網の SEM による観察, 食品工業, **47**(4), 53-60

(平成 22 年 8 月 30 日受付 平成 23 年 3 月 18 日受理)

和文抄録

国産小麦粉に砂糖, 塩, 水, 白神こだま酵母を加えてパンを調製し, 調製方法と膨化に関する研究を行った。生地を捏ねる回数が増えると, パンの比容積は高くなり, 最大荷重値は減少した。パンを調製中に, 生地を 5 分間ねかすことは, 労力の減少と嗜好性の向上に有効であった。そのパンは, 比容積が高く, 官能評価の結果, 総合的に好まれた。白神こだま酵母を用いたパンの調製において, 外国産小麦粉使用時は, 水の量を多くすることで比容積が高くなった。白神こだま酵母を用いることで, 基本的な材料だけでパンを調製することができ, タンパク質含有量の少ない国産小麦粉でも嗜好性の高いパンとなることが明らかになった。