

## 硬質小麦「ゆめかおり」の加工適性評価（第 1 報）

田畑 恵\* 吉浦 貴紀\*

## 1. はじめに

茨城県は麦類作付面積が全国5位、小麦作付面積が全国9位であり、麦類の主産県である<sup>1)</sup>。なかでも硬質小麦「ゆめかおり」は、本県で初めてパン用の品種として平成22年度に認定品種に採用されており、「ゆめかおり」を使用したパンの製造販売も始まっている。今後、さらに栽培面積も拡大する方針である。また、一般的に硬質小麦は中華麵の加工に向いているといわれており、「ゆめかおり」を使用した中華麵についても関心が高まっている。しかし、圃場の土壌が多様であり、土壌や栽培法によって生産された小麦の子実タンパク質含量が異なることが明らかとなっている一方で、パンや中華麵に最適な子実タンパク質含量が不明であり、このことが「ゆめかおり」を安定供給するうえでの問題となっている。そこで、「ゆめかおり」における製パン・製麵の加工適性に優れた子実タンパク質含量を明らかにするとともに、それぞれの加工適性に優れた子実タンパク質含量の小麦を安定的に生産する技術の開発を目指して研究を行うこととした。

## 2. 目的

本研究は、「硬質小麦「ゆめかおり」の物性解析による加工適性評価と高加工適性のための生育制御技術の開発に関する試験研究事業」として、茨城県農業総合センター農業研究所と共同で行っている事業の一部である。

農業研究所では、窒素施肥法や生育・収穫予測モデルによる適期栽培管理法により、加工適性に優れた品質の「ゆめかおり」を安定的に得るための生育制御技術の開発を目指している。

工業技術センターでは、製パン・製麵の加工適性に優れたタンパク質含量の「ゆめかおり」を明らかにすることを目指している。今年度はタンパク質含量の異なる4種の「ゆめかおり」の製パン試験および3種の「ゆめかおり」の製麵試験を行い、加工適性を評価したので報告する。

## 3. 研究内容

## 3.1 供試材料

農業研究所より提供された、タンパク質含量の異なる「ゆめかおり」（平成27年度産）を用いた（表1、表2）。製粉試験により得られた60%粉をパン用、1B+1M粉を中華麵用とした。

表1 製パン試験供試小麦粉（60%粉）

サンプル名	タンパク質含量 (%)
坂東 1	10.2
坂東 2	12.1
水戸 1	14.2
水戸 2	16.1

表2 製麵試験供試小麦粉（1B+1M粉）

サンプル名	タンパク質含量 (%)
坂東 1	9.9
坂東 2	11.7
水戸 2	15.2

## 3.2 製パン試験

## 3.2.1 製パン

ホームベーカリー（パナソニック SD-BMT1001）の食パンコースで製パンを行った。基本配合は小麦粉250g、バター10g、砂糖17g、塩5g、ドライイースト2.8g、蒸留水180gとし、小麦粉が水分13.5%ベースになるように補正を行った。焼成したパンは粗熱を取ってからポリ袋に入れ、口を閉じて27°Cの恒温器に保存した。

## 3.2.2 パンの比容積測定

焼成後1日経過したパンについて、パンの体積を菜種法<sup>2)</sup>により測定し、パンの重量で除して比容積を算出した。

## 3.2.3 パンの色調測定

焼成後1日経過したパンについて、色差計（日本電色工業、SE2000）を用いて色調（L\*値、a\*値、b\*値）を測定し、坂東1を基準として色差（ $\Delta E$ ）を算出した。

## 3.2.4 パンの硬さ測定

焼成後1日経過したパンの中央部のクラム部分を40mm×30mm×15mm(H)に切り、テンシプレッサー（タケトモ電機、TTP-50BXII）を用いて、低・高圧縮測定（圧縮率25%と90%の測定を連続的に行う）を行った。測定条件はフラットプランジャー（直径25mm）を用い、プランジャースピード2mm/sec、ロードセル10kgとした。

## 3.2.5 パンの品質評価、官能評価

焼成後1日経過したパンについて、当センターの職員18名および農業研究所の職員12名をパネルとし、品質評価および官能評価を行った。

品質評価は「パンの品質採点表」<sup>3)</sup>に準じ、坂東1を基準として外観（焼き色、形均整、皮質）および内相（すだち、色相、触感、香り、味）について採点を行った。

官能評価は同じく坂東1を基準として外観、色、香り、味、ふわふわ感、総合評価について5段階尺度（2点：良い、1点：やや良い、0点：基準と同じ、-1点：やや悪い、-2点：悪い）で採点を行った。

\*食品バイオ部門

### 3.3 製麺試験

#### 3.3.1 製麺

「小麦の品質評価法」<sup>4)</sup>に準じて製麺した。ミキサーを用いて材料を混合し、製麺機（大成機械工業，TM-1，切刃16番）を用いて麺帯および麺線を製造した。基本配合は小麦粉200g，塩2g，炭酸カリウム1.2g，炭酸ナトリウム0.8gとし，小麦粉が水分13.5%ベースになるように補正を行った。

#### 3.3.2 麺帯の色調測定

製麺当日の麺帯および25℃で1日保存した麺帯について，色差計（日本電色工業製，SE2000）を用いて色調（L\*値，a\*値，b\*値）を測定し，坂東1を基準として色差（ΔE）を算出した。

#### 3.3.3 茹で麺の硬さ測定

茹で直後および茹で後7分間熱湯につけておいた麺について，テンシプレッサー（タケトモ電機製，TTP-50BXII）を用いて，低・高圧縮測定（圧縮率30%と90%の測定を連続的に行う）を行った。測定条件はフラットプランジャー（直径25mm）を用い，プランジャースピード2mm/sec，ロードセル10kgとした。

#### 3.3.4 茹で麺の引張測定

茹で直後および茹で後7分間熱湯につけておいた麺について，テンシプレッサー（タケトモ電機製，TTP-50BXII）を用いて引張測定を行った。測定条件は麺引張試験用の治具を用い，2mm/secで引張を行った。

#### 3.3.5 麺の官能評価

当センターの職員14名をパネルとし，官能評価を行った。官能評価はまず「小麦の品質評価法」<sup>4)</sup>に準じ，坂東1を基準として生麺の色相（製造当日および25℃1日保存後），生麺のホシ（25℃1日保存後），茹で麺の食感（茹で直後および茹で7分後），茹で麺の食味（茹で直後）について採点を行った。

また茹で直後の麺について，同じく坂東1を基準として茹で麺の色，小麦の香り，味，なめらかさ，こし，総合評価について7段階尺度（3点：かなり良い，2点：少し良い，1点：わずかに良い，0点：基準と同じ，-1点：わずかに不良，-2点：少し不良，-3点：かなり不良）で採点を行った。

### 3.4 統計処理

色調，硬さ，最大引張強度については1元配置分散分析を行い，Tukeyによる多重比較により有意差検定を行った。

官能評価については，対応のある1元配置分散分析を行い，Bonferroniによる多重比較により有意差検定を行った。

統計ソフトとしてエクセル統計2015を使用した。

## 4. 研究結果と考察

### 4.1 製パン試験

#### 4.1.1 焼成パンの性状

焼成当日のパンの外観を図1に，1日後のパンの内相を図2に，比容積を表3に示した。外観の膨らみにかなりの差が見られ，また比容積の大きい水戸1，水戸2については，やや大きめの気泡が観察された。



図1 焼成当日のパンの外観  
(左から坂東1，坂東2，水戸1，水戸2)

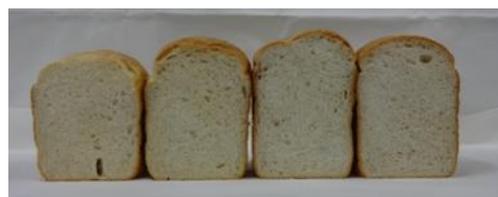


図2 焼成1日後のパンの内相  
(左から坂東1，坂東2，水戸1，水戸2)  
(パン下部の縦穴はホームベーカリーの羽根による)

表3 パンの比容積 (cm<sup>3</sup>/g)

坂東1	3.71
坂東2	4.39
水戸1	4.92
水戸2	4.84

(平均値，n=2)

パンの色調および色差を表4に示した。L\*値（明度）に有意差はみられなかったが，a\*値（+赤方向〜-緑方向），b\*値（+黄方向〜-青方向）は有意差がみられた。特にb\*値については，有意水準1%で有意差がみられており，水戸1，水戸2に比べて坂東1，坂東2は黄色味が強いことが明らかとなった。ΔE値についてはAA級許容差（ΔE=0.8~1.6）またはA級許容差（ΔE=1.6~3.2）に入っており，離間比較ではほとんど気付かれず，一般的には同じ色とされているレベル<sup>5)</sup>であった。

表4 パンの色調および色差

	L*	a*	b*	ΔE
坂東1	71.33 ±1.47	-2.44 ±0.11 a	12.90 ±1.03 d	—
坂東2	69.80 ±1.18	-2.32 ±0.10 b	12.95 ±0.67 d	1.54
水戸1	70.47 ±1.47	-2.11 ±0.10 c	11.01 ±0.69 e	2.10
水戸2	70.20 ±1.56	-2.19 ±0.08 c	11.40 ±0.87 e	1.89

平均値±標準偏差 (n=10)

a-c: 同じ列の異なる文字間に有意差あり (p<0.05)

d-e: 同じ列の異なる文字間に有意差あり (p<0.01)

パンの硬さ測定の結果を表5に示した。今回測定に用いた機種では、低圧縮時の抗力を表層の硬さ、高圧縮時の抗力を全体の硬さと定義している。表層の硬さ、全体の硬さともに水戸1が一番柔らかく、水戸2、坂東2、坂東1の順に硬くなっていた。

表5 パンの硬さ

	表層の硬さ ( $\times 10^3\text{N/m}^2$ )	全体の硬さ ( $\times 10^5\text{N/m}^2$ )
坂東1	2.00 $\pm$ 0.54 a	1.51 $\pm$ 0.28
坂東2	1.64 $\pm$ 0.68	1.36 $\pm$ 0.38
水戸1	1.46 $\pm$ 0.28 b	1.26 $\pm$ 0.30
水戸2	1.54 $\pm$ 0.38	1.38 $\pm$ 0.32

平均値 $\pm$ 標準偏差 (n=12)

a-b: 同じ列の異なる文字間に有意差あり (p<0.05)

#### 4.1.2 パンの品質評価, 官能評価

坂東1を基準として品質評価を行った結果を表6, 7に示した。表6は外観についての採点結果であるが、全ての項目でタンパク質含量の高い水戸1, 水戸2が高評価となっている。表7は内相についての採点結果および総合評価であるが、色相, 触感, 味の項目でやはりタンパク質含量の高い水戸1, 水戸2が高評価となっている。パンの色調測定の結果で、坂東1, 坂東2は黄色味が強いことが明らかとなったが、品質評価でも坂東1, 坂東2は黄色味が強いとのコメントが得られており、色相での水戸1, 水戸2の高評価につながったと考えられる。またパンの硬さ測定の結果で、水戸1, 水戸2は坂東1よりも柔らかいことが明らかとなったが、品質評価でも触感は水戸1, 水戸2の評価が高かった。総合(外観と内相の合計)でも、水戸1, 水戸2が坂東1, 坂東2を上回っていた。

表6 パンの品質評価(外観)

	外観			合計
	焼き色	形均整	皮質	
坂東1	7.0	4.0	4.0	15.0
坂東2	7.2	3.8	4.0	15.0
水戸1	8.1	4.6	4.2	16.9
水戸2	7.7	4.4	4.1	16.2

外観: 焼き色10点, 形均整5点, 皮質5点の計20点満点  
坂東1を基準として採点 (n=30)

表7 パンの品質評価(内相+総合)

	内相					合計	総合 (外観+内相)
	すだち	色相	触感	香り	味		
坂東1	7.0	4.0	4.0	11.0	11.0	37.0	52.0
坂東2	7.0	3.9	4.0	11.1	11.0	37.0	52.0
水戸1	7.0	4.3	4.4	10.9	11.2	37.8	54.7
水戸2	7.1	4.2	4.3	10.4	11.3	37.3	53.5

内相: すだち10点, 色相5点, 触感5点, 香り15点, 味15点の計50点満点  
坂東1を基準として採点 (n=30)

5段階尺度の採点法により行った官能評価の結果を図3に示した。水戸1は味以外の項目で坂東1, 坂東2を上回っており、特に色では坂東1, 坂東2と有意水準5%で、またふわふわ感では坂東1, 坂東2と有意水準1%で有意差がみられた。水戸2も香り以外では坂東1, 坂東2を上回っており、こちらもふわふわ感では坂東1, 坂東2と有意水準1%で有意差がみられた。

以上の結果より、タンパク質含量の高い水戸1, 水戸2は、タンパク質含量の低い坂東1, 坂東2と比較すると製パン性に優れ、外観は焼き色がよく形が整いよく膨らんだパンに、また内相は色良く柔らかいパンになることが明らかとなった。

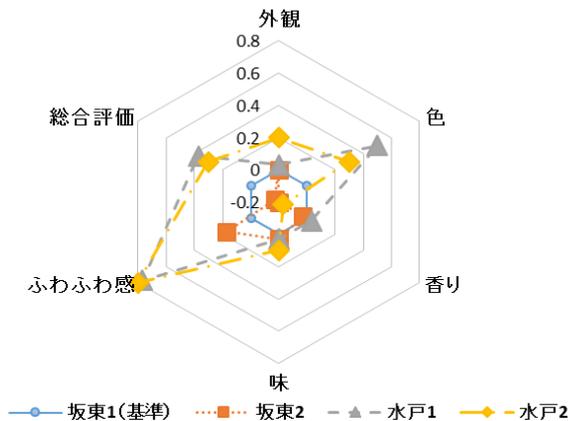


図3 パンの官能評価(5段階尺度採点法)

坂東1を基準(0点)として採点 (n=30)

#### 4.2 製麺試験

##### 4.2.1 麺帯, 麺の性状

ミキシング作業性は坂東1, 坂東2ではあまり差がなく、ミキシング終了時点で均一な生地になっていたが、水戸2はミキシング終了時点でダマが少し観察された。ロール操作性は3点であり差が見られなかったが、麺帯表面の色ムラは水戸2が大きく、色も暗くてくすんでいた(図4)。



図4 製麺当日の麺帯の色  
(左から坂東1, 坂東2, 水戸2)

麺帯の色調および色差を表8に示した。L\*値(明度)に有意水準1%で有意差がみられており、坂東1, 坂東2に比べて水戸2は明度が低い(暗い色である)ことが明らかとなった。ΔE値についても水戸2はC級許容差(ΔE=6.5~13.0)に入っており、JIS標準色票やマンセル色票でも1歩度の違いに相当する色差のレベル5)であった。

表8 麺帯の色調および色差

	当日		1日後	
	L*	ΔE	L*	ΔE
坂東1	81.53 ±0.73 a	—	78.41 ±1.49 a	—
坂東2	82.02 ±0.70 a	2.95	78.88 ±0.59 a	2.51
水戸2	72.98 ±1.02 b	8.79	67.95 ±1.14 b	10.80

平均値±標準偏差 (n=10)

a-b:同じ列の異なる文字間に有意差あり (p<0.01)

茹で麺の硬さ測定の結果を表9に、引張測定の結果を表10に示した。今回測定に用いた機種では、低・高圧縮測定の高圧縮時の抗力の積算を噛みごたえと定義している。噛みごたえ、最大引張強度とともに、タンパク質含量が高くなるにしたがって大きくなっており、タンパク質含量が高いほど硬くてこしの強い麺になっていることが明らかとなった。

表9 茹で麺の硬さ(噛みごたえ)

	茹で直後	7分後
	(×10 <sup>6</sup> N/m <sup>2</sup> ・m)	(×10 <sup>6</sup> N/m <sup>2</sup> ・m)
坂東1	1.32±0.85 a	1.04±0.27 a
坂東2	1.71±0.22 b	1.24±0.10 a
水戸2	2.03±0.32 c	1.51±0.22 b

平均値±標準偏差 (n=10)

a-c:同じ列の異なる文字間に有意差あり (p<0.05)

表10 茹で麺の最大引張強度

	茹で直後 (N/m <sup>2</sup> )	7分後 (N/m <sup>2</sup> )
	坂東1	3380±204 a
坂東2	4120±364 b	3280±219 a
水戸2	5980±137 c	4510±331 b

平均値±標準偏差 (n=5)

a-c:同じ列の異なる文字間に有意差あり (p<0.01)

#### 4.2.2 麺の官能評価

坂東1を基準として評価を行った結果を表11, 12に示した。表11は生麺(麺帯)についての採点結果であるが、タンパク質含量の高い水戸2は色相の評価が低く、色差計による測定結果と一致していた。表12は茹で麺についての採点結果であるが、特に7分後の食感(直後)はタンパク質含量が高くなるほど評価も高くなっていた。これはタンパク質含量が高いほど硬くてこしの強い麺になるために、時間が経っても伸びにくいからであると考えられる。

7段階尺度の採点法により行った官能評価の結果を図5に示した。茹で麺の色以外のすべての項目で坂東2が坂東1を上回っており、総合評価も坂東2が一番高かった。水戸2はこしの評価が一番高かったが、茹で麺の色の評価が特に低く、総合評価でも坂東1, 坂東2を下回っていた。

以上の結果より、タンパク質含量が高くなるにしたがって、麺帯および茹で麺の色相は暗くなり色が悪くなっていく一方で、硬くてこしの強い麺になるために

茹で麺の食感が良くなっていくことが明らかとなった。

表11 生麺(麺帯)の官能評価

	色相(当日)	色相(1日後)	ホシ(1日後)	合計
	坂東1	7.0	14.0	
坂東2	6.7	13.9	13.9	34.5
水戸2	5.2	10.6	14.3	30.1

色相(当日)10点, 色相(1日後)20点, ホシ(1日後)20点の計50点満点

坂東1を基準として採点 (n=14)

表12 茹で麺の官能評価

	食感(直後)	食味(直後)	食感(7分後)	合計
	坂東1	14.0	7.0	
坂東2	14.1	6.9	14.9	35.9
水戸2	14.0	6.9	16.1	37.0

食感(直後)20点, 食味(直後)10点, 食感(7分後)20点の計50点満点

坂東1を基準として採点 (n=14)

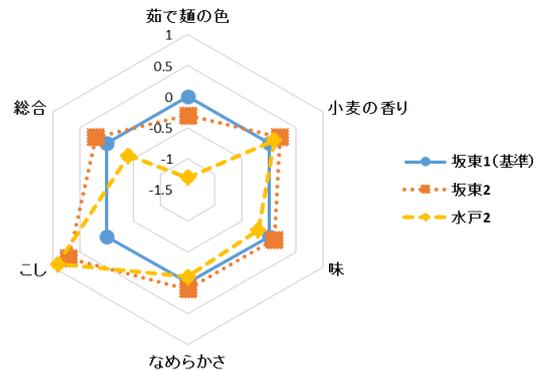


図5 茹で麺の官能評価(7段階尺度採点法)

坂東1を基準(0点)として採点 (n=14)

## 5. まとめ

### 5.1 製パン試験

タンパク質含量14.2%の水戸1, 16.1%の水戸2は、外観は焼き色がよく形が整いよく膨らんだパンに、内相は色良く柔らかいパンになることが明らかとなった。

### 5.2 製麺試験

タンパク質含量11.7%の坂東2は、麺帯および茹で麺の色が若干劣るがこしの強い麺になっており、総合評価でも好まれる傾向にあることが明らかとなった。またパン、麺ともに、色差計やテンプレッサーによる物性測定値と採点型の官能評価に整合性があることが示唆された。

## 6. 参考文献

- 1) 農林水産省統計情報, 作物統計調査 (2014)
- 2) 金谷昭子, フローチャートによる調理科学実験・実習, 医歯薬出版, p17 (1984)
- 3) パン用酵母試験法, 日本イースト工業会, 16 (1996)
- 4) 小麦の品質評価法(増刷)ー官能評価によるめん適性ー, 農林水産省食品総合研究所 (1985)
- 5) 日本電色工業株式会社HP, 色の許容差の事例