

## 米粉うどんの品質に及ぼす ほうじ茶パウダーまたはいちごパウダー添加の影響

Effects of adding roasted green tea powder or strawberry powder  
on the quality of rice noodles

梶野 涼子  
KAJINO Ryoko

### 要 旨

米の消費量が年々減少傾向にある中、米の消費拡大に向け米粉の普及が図られている。近年、米粉は小麦粉の代替としての利用が進み、パンや菓子、麺など、様々な加工品が製造されている。しかし、米粉の麺への利用は、パンや菓子に比べ少ない。我々は米粉の麺への利用拡大を目指し、米粉の特性を活かしたうどんの開発に取り組んでいる。米粉は色が白く、くせのない風味であるため、他食材を添加した際に食材の色や風味を引き立て、綺麗な色、良い風味のうどんができると考えた。本研究では、色や香りに特徴のある食材として、いちごパウダーおよびほうじ茶パウダーを選定し、米粉うどんの品質に及ぼす食品粉末添加の影響を検討した。

米粉うどんは、米粉、馬鈴薯澱粉、増粘多糖類（アルギン酸エステル、CMC）にいちごパウダーまたはほうじ茶パウダー（5%、10%）を添加し、熱湯を加え混合し製麺した。各種米粉うどんの色調は、いちごパウダーを5%添加した麺は薄いピンク色となり、10%添加では $a^*$ 値が約2倍に上昇し赤みが強まった。ほうじ茶パウダーを5%添加すると、 $L^*$ 値が約40低下し暗い茶色となり、10%に増やしても色みに大差なかった。米粉うどんにいちごパウダー及びほうじ茶パウダーを添加すると、いずれの麺も破断応力が低下した。いちごパウダー添加米粉うどん（pH 4程度）は、ほうじ茶パウダー（pH 6程度）よりも破断応力が著しく低かった。各種米粉うどんの水分含量とゆで麺の硬さに相関はなかった。食品粉末の種類により、色や風味だけでなく、食感の異なる麺が製造できることが示された。

## 1. 緒言

米の消費量は長期的に減少傾向にあるが、国内で自給可能な米の消費を拡大することは食料自給率向上を目指す上で重要なことから、農林水産省では小麦粉の代替として米粉を普及させる取組みを実施している<sup>1, 2)</sup>。

パンや麺に適した米の品種が開発され、近年では、米粉を使用したパンや菓子、麺など、様々な加工品が製造され、流通するようになり、小麦アレルギー対応食品やグルテンフリー食品としての利用も広がっている。しかし、米粉の麺への利用は、パンや菓子に比べ少ない。この原因には、グルテン形成能のない米粉では、麺の形状の形成が難しいことが挙げられる。これまでに製麺性を高めるための様々な研究が進められてきた<sup>3~15)</sup>。喜多らはジャポニカ種の米粉を65℃まで加熱することで麺の調製が可能になること、タピオカ澱粉を添加することで麺の硬さ、付着性が改良されることを報告した<sup>4)</sup>。常見らは米粉粒径が小さいほど製麺性が良く、微小繊維状セルロースの添加により麺の強度が上昇することを報告した<sup>7)</sup>。また、岡崎らは米粉麺のコシのある物性を保つためにアルギン酸エステルを0.5%添加すること、生地を2〜3分蒸すことが有効であることを報告している<sup>12)</sup>。このように、米粉麺の麺線形状の維持に関する研究が行われてきたが、嗜好性向上に関する研究は少ない。

我々は米粉の麺への利用拡大を目指し、米粉の特性を活かしたうどんの開発に取り組んでいる。米粉は色が白く、くせない風味であるため、他食材を添加した際に食材の色や風味を引き立て、綺麗な色、良い風味のうどんができると考えた。これまで、米粉の麺に他の食材を添加した研究には、赤米、緑豆でん粉及びすりごまを添加した研究があり、これらの食材の添加により物性の改善や嗜好性の向上効果を認めたことが報告されているが<sup>4)</sup>、その他の食材添加の影響を検討した報告はない。

本研究では、色や香りに特徴のある食材として、いちごパウダーおよびほうじ茶パウダーを選定し、米粉うどんの品質に及ぼす食品粉末添加の影響を調べた。

## 2. 実験方法

### (1) 材料

材料は米粉（パウダーライスD：グリコ栄養食品（株）、米の品種はコシヒブキ、平均粒子径4.85  $\mu\text{m}$ ）、馬鈴薯澱粉（片栗粉：雪和食品（株））、ほうじ茶パウダー（（株）新井園本店）、アルギン酸エステル（昆布酸501：（株）キミカ）、セルロースナノファイバー（セレンピア®：日本製紙（株））を使用した。いちごパウダーは、いちご（かおり野：埼玉県産）を−40℃に設定したショックフリーザー（HBC-12B3、ホシザキ）内で凍結後、真空凍結乾燥機（Bench Top Pro、ATS VirTis）で乾燥し、粉末ミルグラインダー（SG-10BKJ、クイジナート）で粉末状にしたものを用いた。

### (2) 各種米粉うどんの調製

各種米粉うどんの配合割合を表1に示した。粉類を混ぜ合わせ2回ふるい、沸騰水を加え5分捏後、製麺機（MCS203、日本ニーダー（株））で4 mmの厚さに伸ばし、4 mm幅に切断した。色調測定用には、4 mmの厚さの生地を5 × 5 cmに切断した。これらの生麺を沸騰した湯に入れ、7分茹でた後、流水で洗い、水切りしたものを実験に供した。

### (3) 麺の色調測定

色差計（CR-20、コミカミノルタ製）を用いて、ゆでた各種米粉うどん生地（厚さ4 mm、5 × 5 cm）を、各試料3カ所、色調を測定した。色の表示は、 $L^*a^*b^*$ 表色系で行った。

### (4) 麺の破断測定

ゆであげ後、水切りした各種米粉うどんは直ちに5 cmに切り、破断試験に供した。また、麺の放置による破断特性の経時的な変化を測定するた

表 1. 各種米粉うどんの配合

材料	A	B	C	D	E
米粉 (g)	85	80	75	80	75
馬鈴薯澱粉 (g)	15	15	15	15	15
セルロースナノファイバー (g)	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
アルギン酸エステル (g)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
いちごパウダー (g)	-	5	10	-	-
ほうじ茶パウダー (g)	-	-	-	5	10
熱湯 (g)	75	75	75	75	75

A：無添加米粉うどん，B：いちごパウダー 5 % 添加米粉うどん，C：いちごパウダー 10 % 添加米粉うどん，D：ほうじ茶パウダー 5 % 添加米粉うどん，E：ほうじ茶パウダー 10 % 添加米粉うどん

め、ゆで後、ゆで汁に15分及び30分放置した麺についても、破断試験を行った。クリープメータ (RE2-33005C、(株) 山電製) を使用し、麺をプランジャーに対して垂直に設置し、くさび型プランジャーで歪率99%、測定速度0.5 mm/sで測定した。各種米粉うどんについて5本ずつ測定を行い、平均値を算出した。

#### (5) 各種米粉うどんの硬さの違いに及ぼす要因の検討

##### i) 麺の水分含量の測定

常圧加熱乾燥法のアルミ箔法<sup>16)</sup>により測定した。アルミ箔製容器の重量 ( $W_0$ ) を測定後、この容器にゆで麺約5 gを採取した。アルミ箔製容器の口を折り、麺の重量を0.1 mgまで測定した ( $W_1$ )。麺棒で試料をアルミ箔製容器の中に薄く均一になるよう圧延した後、試料が固着しないようアルミ箔をふくらませ、定温乾燥機 (DRM 420DB、アドバンテック製) にて135℃で2時間乾燥させた。乾燥後、アルミ箔製容器を平らにし、口を折り気密にし、デシケーター内で30分間放冷後、重量を測定した ( $W_2$ )。次式により、水分含量を算出した。

表 2. pH調整米粉うどんの配合

材料	F	G
米粉 (g)	85	85
馬鈴薯澱粉 (g)	15	15
セルロースナノファイバー (g)	1.0	1.0
アルギン酸エステル (g)	0.5	0.5
クエン酸 (g)	0.4	1.6
熱湯 (g)	75	75

F：pH調整米粉うどん (pH 4)，G：pH調整米粉うどん (pH 3)

水分含量 (g/100 g) =

$$(W_1 - W_2) / (W_1 - W_0) \times 100$$

##### ii) pHの測定

各種米粉うどんの材料粉末を10倍量の精製水に懸濁し、pHメーター (堀場製) で測定した。

##### iii) pH調整米粉うどんの調製

pH 3 及び pH 4 に調整した米粉うどんの配合割合を表2に示した。pHの調整には、いちごの主要な有機酸であるクエン酸<sup>17)</sup>を用いた。米粉

うどんの調製方法は、2. (2)と同様に行った。

#### (6) 各種米粉うどんの断面及び表面の組織観察

5 cmに切ったゆで麺を固定液で1晩固定した。固定液は、ホルムアルデヒド液（ホルムアルデヒド含量37%）とPBSを1：9の割合で混合したものを用いた。固定した試料を固定液から取り出し、PBS中に入れて30分ずつ2回振とう洗浄後、エタノール溶液で脱水した。エタノールでの脱水は、70%エタノール溶液中に1時間振とう後、90%、100%エタノール溶液の順に1時間ずつ振とうさせて行った。脱水した試料を低真空走査電子顕微鏡（TM3030Plus、HITACHI製）で観察した。

#### (7) 統計処理

各測定データの統計処理は、Excelのデータ分析ツールを用い行った。一元配置分散分析後、Bonferroni法による多重比較を行い、検定した。有意水準は5%とした。

### 3. 結果及び考察

#### (1) 各種米粉うどんの色調

各種米粉うどんの色彩値を表3に示した。無添加米粉うどんは、L\*値が70.8と高く、a\*値及びb\*値が0に近い値を示し、色味がほとんどない白い色調であった。

いちごパウダー添加うどんの場合、無添加米粉うどんに比べ、いちごパウダー添加の増加に伴いL\*値が有意に低下したが、いちごパウダー10%の添加においてもL\*値は50以上を保っていた。a\*値はいちごパウダー添加の増加に伴い上昇し、5%添加よりも10%の添加で約2倍に上昇し、いちごパウダー添加による赤み上昇の効果が大きかった。b\*値は、無添加米粉うどんに比べ上昇したが、いちごパウダー5%と10%で有意な差は認められなかった。原料のいちごパウダーを少量の精製水で湿らせて測定した色彩は、いちごパウダー10%添加米粉うどんの色彩に比べ、a\*値が20程度、b\*値が15程度高いことから、いちごパウダー添加量をさらに増加することにより、より赤みと黄色みの強いうどんが製造できる

表3. 各種米粉うどんの色彩

	A	B	C	D	E
L*	70.8±0.21 <sup>a</sup>	62.0±0.99 <sup>b</sup>	56.5±0.21 <sup>c</sup>	27.0±0.21 <sup>d</sup>	20.4±0.92 <sup>e</sup>
a*	-0.9±0.07 <sup>a</sup>	6.5±0.07 <sup>b</sup>	11.4±0.14 <sup>c</sup>	5.5±0.07 <sup>d</sup>	5.7±0.64 <sup>bd</sup>
b*	0.07±0.14 <sup>a</sup>	5.5±0.14 <sup>b</sup>	5.9±0.28 <sup>b</sup>	19.5±0.00 <sup>c</sup>	19.1±1.34 <sup>c</sup>

A：無添加米粉うどん，B：いちごパウダー5%添加米粉うどん，C：いちごパウダー10%添加米粉うどん，D：ほうじ茶パウダー5%添加米粉うどん，E：ほうじ茶パウダー10%添加米粉うどん

少量の精製水で湿らせたいちごパウダーの色彩はL\*値 44.9±1.69、a\*値30.4±1.51、b\*値 19.7±1.65。少量の精製水で湿らせたほうじ茶パウダーの色彩はL\*値 18.7±1.26、a\*値 6.9±0.59、b\*値 20.7±0.90。

L\*は明度，a\*は緑（-）から赤（+），b\*は青（-）から黄（+）にかけての色味の強さ。

数値は、平均値±標準偏差で表した（n = 3）。

各色彩値内において、異符号間で有意差あり（p<0.05）。



ことが推察される。

一方、ほうじ茶パウダー添加米粉うどんの場合、ほうじ茶パウダー5%の添加で無添加米粉うどんより $L^*$ 値が約40低下し、暗い色調となった。10%の添加で更に明度が低下し、 $L^*$ 値が20程度となった。 $a^*$ 値及び $b^*$ 値は無添加米粉うどんに比べ上昇したが、ほうじ茶パウダー添加量の差による違いは認められなかった。原料のほうじ茶パウダーを少量の精製水で湿らせて測定した色彩は、 $a^*$ 値及び $b^*$ 値共に、ほうじ茶パウダー

5%及び10%添加米粉うどんの色彩と大差ないことから、ほうじ茶パウダー添加量をこれ以上増やしても、色彩の変化はあまりないことが推察される。

## (2) 各種米粉うどんの破断特性

各種米粉うどんの破断試験の結果を図1に示した。ゆで麺の破断応力、破断エネルギー及び破断歪率は、無添加米粉うどん>ほうじ茶パウダー5%添加米粉うどん、ほうじ茶パウダー10%添加米粉うどん>いちごパウダー5%添加米粉うどん

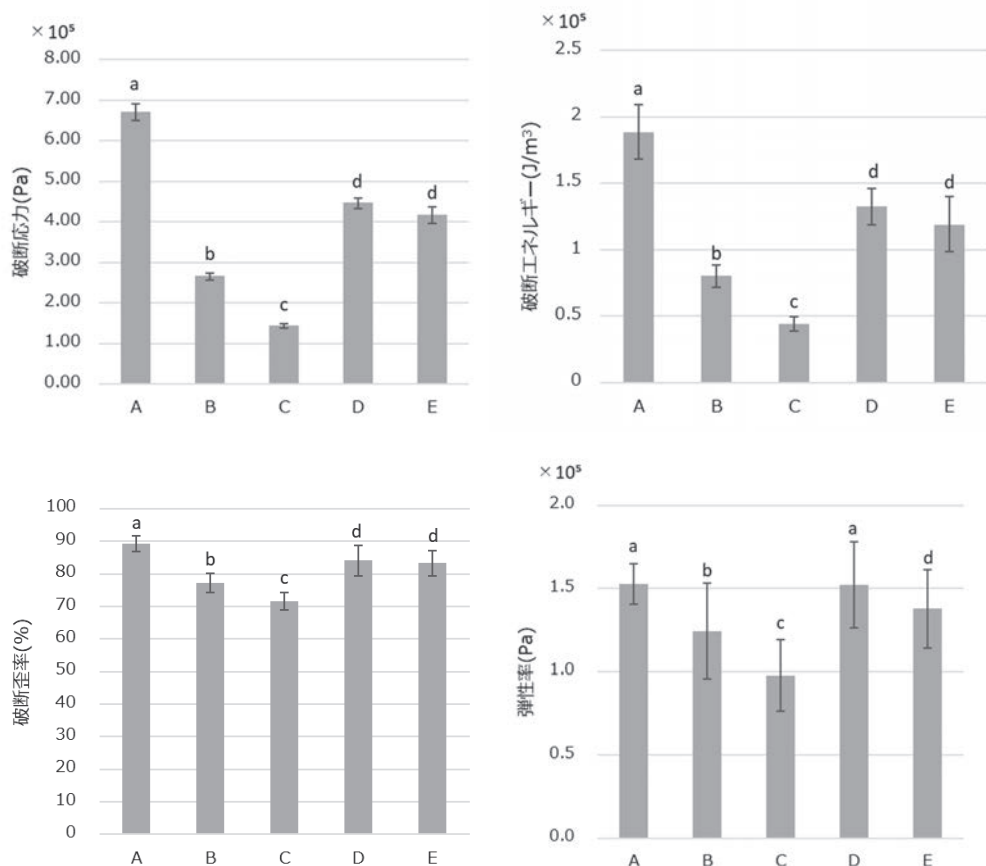


図1. 各種米粉うどんの破断特性の比較

A: 無添加米粉うどん, B: いちごパウダー5%添加米粉うどん, C: いちごパウダー10%添加米粉うどん, D: ほうじ茶パウダー5%添加米粉うどん, E: ほうじ茶パウダー10%添加米粉うどん  
各データの平均値を棒グラフに、平均値の標準偏差をエラーバーとして表した (n = 5).  
異符号間で有意差あり (p < 0.05).

>いちごパウダー10%添加米粉うどんの順に高かった。弾性率においては、無添加米粉うどん、ほうじ茶パウダー5%添加米粉うどん>ほうじ茶パウダー10%添加米粉うどん>いちごパウダー5%添加米粉うどん>いちごパウダー10%添加米粉うどんの順に高かった。

いちごパウダー添加うどんにおいて、破断応力及び破断エネルギー共に、いちごパウダー5%添加で無添加米粉うどんの約4割の値を示し、いちごパウダー10%添加で無添加米粉うどんの約2割の値となった。いちごパウダーの添加により、硬

さが大幅に低下し、少ないエネルギーで破断されることが示された。また、破断歪率においても、いちごパウダー添加量の増加に伴い減少し、麺の弾力も低下することが認められた。

ほうじ茶パウダー添加うどんの場合、破断応力及び破断エネルギーは、ほうじ茶パウダー5%と10%の添加で差が認められず、両添加量共に無添加米粉うどんの約6~7割の値となった。また、破断歪率においても、ほうじ茶パウダー5%と10%の添加で差が認められず、両添加量共に無添加米粉うどんよりやや弾力が低下した。一方、弾

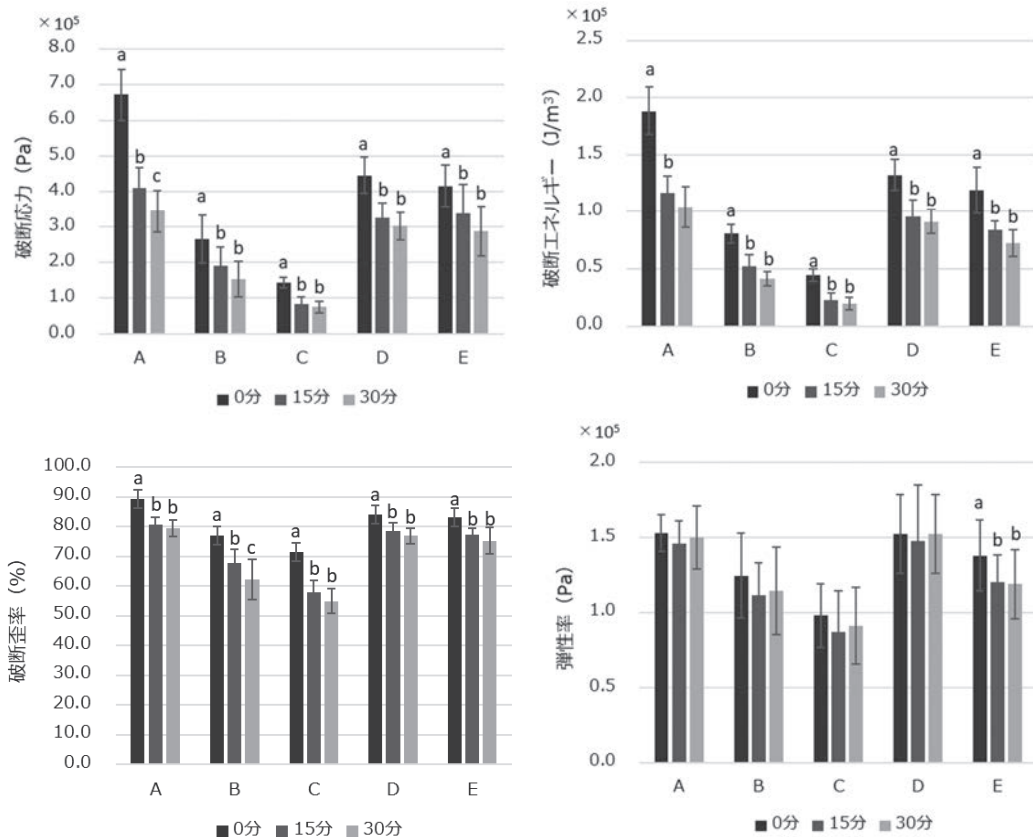


図2. 各種米粉うどんの放置による破断特性の経時的な変化

A: 無添加米粉うどん, B: いちごパウダー5%添加米粉うどん, C: いちごパウダー10%添加米粉うどん, D: ほうじ茶パウダー5%添加米粉うどん, E: ほうじ茶パウダー10%添加米粉うどん  
各データの平均値を棒グラフに、平均値の標準偏差をエラーバーとして表した (n = 5).  
同一群において、異符号間で有意差あり (p < 0.05).

性率においては、ほうじ茶パウダー5%添加うどんは無添加米粉うどんと同等の高い値を示し、麺の表面はほうじ茶パウダー10%添加うどんよりも硬いことが示された。

麺の放置による破断応力の経時的な変化を比較すると（図2）、15分ゆで汁に放置した麺の破断応力はゆで直後の破断応力と比較し、無添加米粉うどんでは約6割の応力であった。いちごパウダー5%添加米粉うどん及びほうじ茶パウダー5%添加米粉うどんでは約7割、ほうじ茶パウダー10%添加米粉うどんでは約8割となり、無添加米粉うどんよりも経時的な変化が少なかった。一方、いちごパウダー10%添加米粉うどんでは約6割で、無添加米粉うどんと同程度であった。無添加米粉うどんは他の米粉うどんに比べ、破断応力が急激に低下する傾向にあったが、ゆで直後の無添加米粉うどんの破断応力は他の米粉うどんよ

りも著しく高いため、麺をゆで汁に15分、30分放置しても、他の放置麺よりも硬い傾向にあった。弾性率においては、ほうじ茶10%添加うどんはゆで直後に比べゆで汁15分の放置により低下したが、その他の麺においては放置時間による有意な差は認められなかった。

### （3）各種米粉うどんの硬さの違いに及ぼす要因の検討

#### i) 各種米粉うどんの水分含量の影響

各種米粉うどんの水分含量を図3に示した。いちごパウダー5%添加米粉うどん及びほうじ茶パウダー10%添加米粉うどんの水分含量は、無添加米粉うどんに比べわずかに高かった。いちごパウダー10%添加米粉うどん及びほうじ茶パウダー5%添加米粉うどんの水分含量は無添加米粉うどんと同程度であった。麺の吸水量が多いと、麺の中心部まで水分が行き渡ること、デンプンの糊

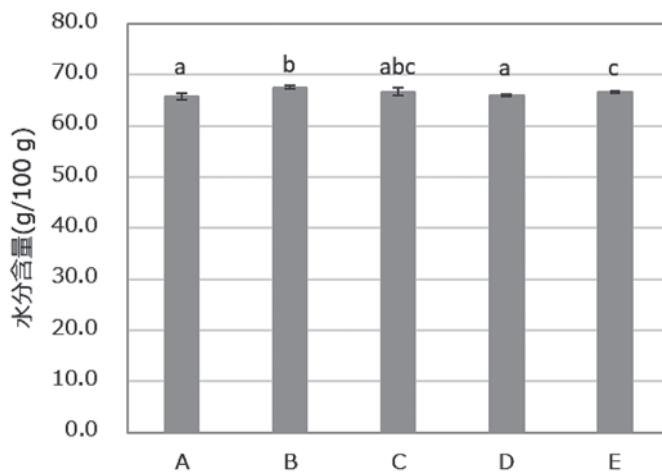


図3. 各種米粉うどんの水分含量

A: 無添加米粉うどん, B: いちごパウダー5%添加米粉うどん, C: いちごパウダー10%添加米粉うどん, D: ほうじ茶パウダー5%添加米粉うどん, E: ほうじ茶パウダー10%添加米粉うどん  
各データの平均値を棒グラフに、平均値の標準偏差をエラーバーとして表した (n = 3).  
異符号間で有意差あり ( $p < 0.05$ ).

化が進み、麺の食感は軟らかくなることが想定されるが、本実験結果から麺の硬さと水分含量に相関はなかった。無添加米粉うどんに比べ、いちごパウダー及びほうじ茶パウダーを添加した米粉うどんが軟らかくなった要因は、水分の吸収量による差ではないことが確認された。

## ii) 各種米粉うどんのpHの影響

各種米粉うどんのpHを表4に示した。無添加米粉うどんはpH 6.2で、ほうじ茶パウダーの添加によりややpHが低くなり、5%添加でpH 6.0、10%添加でpH 5.8となった。いちごパウダーの添加によりpHは酸性に傾き、5%添加でpH 4.7、10%添加でpH 4.4となった。本結果より、pHが低いと麺が軟らかくなる可能性が考えられたため、次にクエン酸を添加したpH調整米粉うどんの物性を調べた(図4)。pH調整米粉うどんにおいて、pH 4.2に比べpH 3.2では約1/2に破断応力が低下した。酸性で麺が軟らかくなることが確認できたが、いちごパウダー添加麺はクエン酸でpHを調整した麺と比較してpHが高くても破断応力が低い結果となった。米粉うどんの物性には、pHの影響が大きいと考えられるが、添加食品の成分や粒子の形状等の性質も関与することが推察された。

## iii) 各種米粉うどんの食品成分の影響

米粉うどんの製麺性には、アルギン酸エステルその他、米粉デンプンの糊化も麺の結着性に寄与している。いちごパウダーおよびほうじ茶パウダーにはでんぷんが含まれていないことから、これらを添加した米粉うどんは無添加米粉うどんに比べ糊化デンプン量が少なく、結着性が低いことが推察される。デンプン含量の差がパウダー添加麺の物性に影響を与えたのかもしれない。しかし、喜多らは、すりゴマ5%添加麺の硬さ、付着性が基準の米粉麺と大きな差を認められなかったことを報告している<sup>3)</sup>。食材100 g中のデンプン量は、すりゴマ0.2 g、米粉74.2 gであり、すりゴマのデンプン量は米粉に比べごくわずかである。デンプン含量の少ないすりゴマ添加麺の物性が基準の米

粉麺と同等であったことより、デンプン以外の食品成分が麺の物性に影響を与えていることが示唆される。食品の各種成分と米粉麺の物性の関連については、今後検討していきたい。

## (4) 各種米粉うどんの断面及び表面の組織観察

各種米粉うどんの走査電子顕微鏡写真を図5に示した。麺の断面の観察においては、無添加米粉うどん及びいちごパウダー添加米粉うどんには組織間に隙間が多く観察されたが、ほうじ茶パウダー添加米粉うどんでは組織間に隙間がほとんど観察されず、デンプン粒がぎっしり詰まった構造であった。

麺の表面の観察においては、無添加米粉うどん及びほうじ茶パウダー添加米粉うどんではデンプン粒がほとんど観察されず、糊化して溶出したデンプンが糊状に表面を覆っている様子が観察された。一方、いちごパウダー添加米粉うどんでは、デンプン鎖が絡み合った網目の構造が観察された。無添加米粉うどん及びほうじ茶パウダー添加米粉うどんでは、麺の表面に難溶性の皮膜状のゲルが生じ、麺内部のデンプン粒が溶出しにくくなり、いちごパウダー添加米粉うどんよりも硬い物性を示したと考えられる。

平島らは、クエン酸でpH調整したデンプン糊液(pH 4.0及び5.0)について、コントロール(pH 6.3)に比べ粘度が増加し、デンプン粒の粒径が約1/2に小さくなったことを報告している。クエン酸による加水分解が起こり、デンプン粒子からアミロース及びアミロペクチン鎖が溶出したためと考察している<sup>19)</sup>。いちごパウダー添加米粉うどんの表面に難溶性の皮膜状のゲルが生じなかったのは、いちごのクエン酸によりデンプンの加水分解が起こり、ゆで水中に溶出したことが一因と考えられる。

表 4. 各種米粉うどんのpH

	pH
A. 無添加米粉うどん	6.2±0.05 <sup>a</sup>
B. いちごパウダー5%添加米粉うどん	4.4±0.29 <sup>b</sup>
C. いちごパウダー10%添加米粉うどん	4.0±0.36 <sup>b</sup>
D. ほうじ茶パウダー5%添加米粉うどん	6.0±0.06 <sup>c</sup>
E. ほうじ茶パウダー10%添加米粉うどん	5.6±0.16 <sup>d</sup>

いちごパウダーのpHは $2.6 \pm 0.14$ 、ほうじ茶パウダーのpHは $5.1 \pm 0.06$ .

数値は、平均値±標準偏差で表した ( $n = 3$ ).

異符号間で有意差あり ( $p < 0.05$ ).

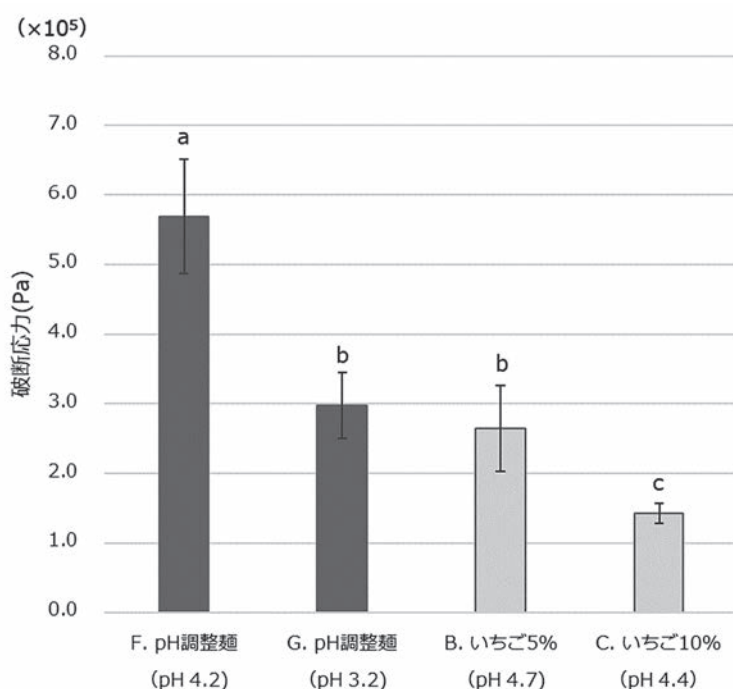


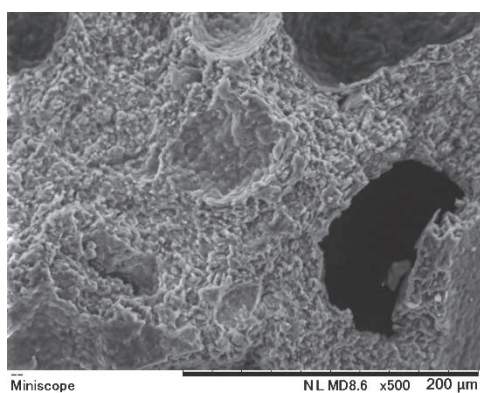
図 4. pH調整米粉うどんの破断応力

F: pH調整米粉うどん (pH 4.2), G: pH調整米粉うどん (pH 3.2),  
B: いちごパウダー 5 % 添加米粉うどん, C: いちごパウダー10%添加米粉  
うどん, B及びCのデータは、比較対照として図1を再掲した.

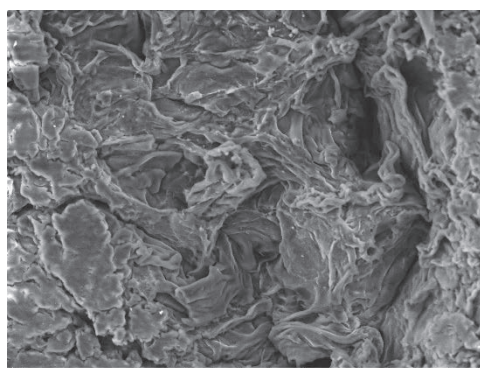
各データの平均値を棒グラフに、平均値の標準偏差をエラーバーとして表した ( $n = 5$ ).

異符号間で有意差あり ( $p < 0.05$ ).

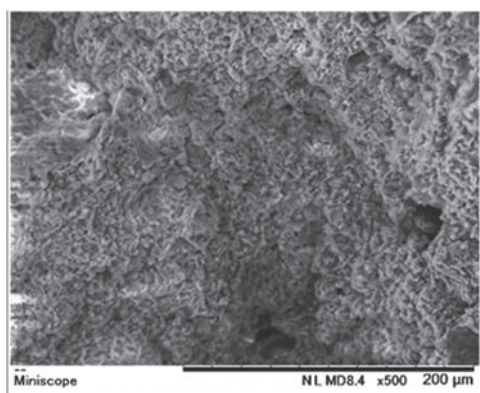




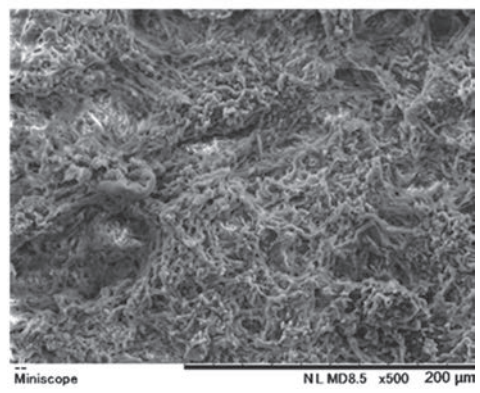
無添加米粉うどんの断面



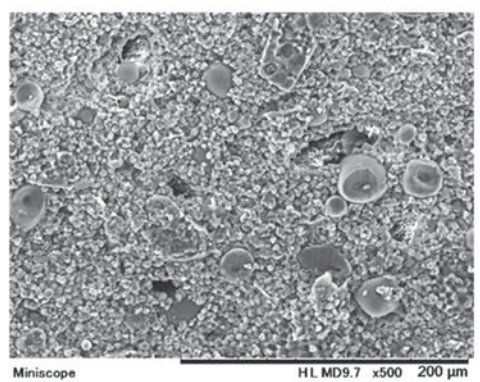
無添加米粉うどんの表面



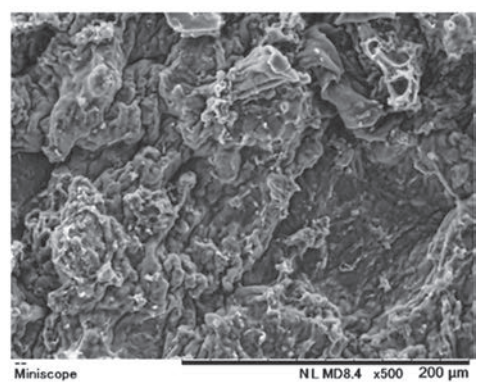
いちご5%添加米粉うどんの断面



いちご5%添加米粉うどんの表面



ほうじ茶5%添加米粉うどんの断面



ほうじ茶5%添加米粉うどんの表面

図5. 各種米粉うどんの走査電子顕微鏡写真 (×500)



#### 4. 要約

米粉に色や香りに特徴のあるいちごパウダーおよびほうじ茶パウダーを添加し、米粉うどんの品質に及ぼす食品粉末添加の影響を検討した。

(1) 各種米粉うどんの色調は、いちごパウダーの場合、5%添加では薄いピンク色を示したが、10%の添加で $a^*$ 値が約2倍に上昇し赤みが強まった。ほうじ茶パウダーの場合は、5%の添加でも $L^*$ 値が約40低下し暗い濃い茶色となり、10%に増量しても色みに大差なかった。

(2) 米粉うどんにいちごパウダー及びほうじ茶パウダーを添加すると、いずれの麺も破断応力が低下した。いちごパウダー添加米粉うどんとほうじ茶パウダー添加米粉うどんを比較すると、いちごパウダー添加米粉うどんの方が、破断応力が著しく低かった。

(3) いちごパウダー添加うどんでは、いちご中のクエン酸により麺の物性が軟らかくなったことが示唆された。

(4) 以上より、食品粉末の種類により、色や風味だけでなく、食感の異なる麺が製造できることが示された。今後は、官能評価によりいちごパウダー及びほうじ茶パウダー添加うどんの嗜好性を評価する予定である。

#### 5. 謝辞

本研究を行うにあたり、アルギン酸エステルをご提供頂きました株式会社キミカ様、セルロースナノファイバーをご提供頂きました日本製紙株式会社様、米粉をご提供頂きましたグリコ栄養食品株式会社様に厚く御礼申し上げます。また、麺の組織観察についてご助言をくださった十文字学園女子大学 竹嶋伸之輔先生、飯村九林先生に心より感謝申し上げます。最後に、実験の実施にご協力頂いた佐藤みず穂さん、北島里瑚さん、椎名美紀さんに深く感謝申し上げます。

本研究の一部は、一般社団法人日本調理科学会大会研究発表要旨集34にて発表したものである。

#### 文献

- 1) 農林水産省 (2024). 「米粉をめぐる状況について」  
<https://www.maff.go.jp/j/seisan/keikaku/komeko/attach/pdf/index-126.pdf> (2024年9月29日)
- 2) 農林水産省 (2024). 「食料需給表 令和5年度」  
<https://www.maff.go.jp/j/zyukyu/fbs/attach/pdf/index-26.pdf> (2024年9月29日)
- 3) 喜多記子, 水珠子, Tran thi HA, 長尾慶子 (2006). 副材料を添加したジャポニカ種米粉麺の調製と力学的性質. 東京家政大学研究紀要2 自然科学, 46, 13-18
- 4) 喜多記子, 中津川かおり, 植草貴英, 田代直子, Tran thi HA, 長尾慶子 (2006). ジャポニカ種米粉麺の力学的特性および官能評価. 日本食品科学工学会誌, 53, 261-267
- 5) 李永玉, 鈴木啓太郎, 宮村新一, 胡耀華, 大坪研一, 院多本華夫, 佐竹隆顕 (2007). 生地に占める糊化米粉割合の米麺物性への影響. 日本食品工学会誌, 8, 267-273
- 6) 岩森大, 村山篤子 (2009). 米粉を用いたパスタ. 日本調理科学会誌, 42, 144-146
- 7) 常見崇史, 小島登貴子, 仲島日出男 (2010). 米粉を用いた新規製麺技術の開発. 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 8, 48-52
- 8) 常見崇史, 小島登貴子, 仲島日出男 (2011). 米粉を用いた新規製麺技術の開発 (2) —植物繊維を利用した米粉麺—. 埼玉県産業技術総合センター研究報告, 9, 25-29
- 9) 吉井洋一, 本間紀之, 赤石隆一郎 (2011). 新潟県における米粉・米粉麺への取組み. 日本食品科学工学会誌, 58, 187-195
- 10) 米屋武文 (2013). 米粉麺の開発と今後の展望. 農業および園芸, 88, 540-544
- 11) 松山信悟, 柴田真理朗, 杉山純一, 藤田かお

- り，薦瑞樹，吉村正俊，粉川美踏，平野由香里，荒木徹也，鍋谷浩志（2014）．高アミロース米の機械的攪拌ゲル化処理を利用した米麵加工法の開発．日本食品科学工学会誌，61．127－133
- 12) 岡崎亮，平田達哉，中村紀美子（2015）．山口県産多収米品種の米粉特性とパン加工適性および米粉麵製造方法．山口農林総合技術センター研究報告，6．1－6
- 13) 吉村征浩，江本智恵美，北川昌昭，奥島信行，我如古菜月，新田陽子，岸本妙子，中島伸佳，久保田恵，伊東秀之，山下広美，辻英明（2015）．県大米粉麵の成分および物性に関する研究．岡山県立大学保健福祉学部紀要，22．57－64
- 14) 山口智子，池田千穂，時田美実，坂井淳一（2016）．米粉麵の性状に及ぼす油脂添加の影響．新潟大学教育学部研究紀要人文・社会科学編，8．157－166
- 15) 谷口泉，堤浩一，成田裕一（2019）．米粉を用いた新規生パスタ麵の開発．名古屋文理大学紀要，19．43－49
- 16) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会 食品成分委員会（2022）．「日本食品標準成分表2020年版（八訂）分析マニュアル」  
[https://www.mext.go.jp/content/20220222-mext\\_kagsei-index\\_100.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20220222-mext_kagsei-index_100.pdf)（2024年9月28日）
- 17) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会（2023）．「日本食品標準成分表（八訂）増補2023年 炭水化物成分表編—利用可能炭水化物、糖アルコール、食物繊維及び有機酸—」  
[https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.mext.go.jp%2Fcontent%2F20201225-mxt\\_kagsei-mext\\_01110\\_044.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.mext.go.jp%2Fcontent%2F20201225-mxt_kagsei-mext_01110_044.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK)（2025年1月12日）
- 18) 文部科学省 科学技術・学術審議会 資源調査分科会（2023）．「日本食品標準成分表（八訂）増補2023年」  
[https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.mext.go.jp%2Fcontent%2F20230428-mxt\\_kagsei-mext\\_00001\\_012.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK](https://view.officeapps.live.com/op/view.aspx?src=https%3A%2F%2Fwww.mext.go.jp%2Fcontent%2F20230428-mxt_kagsei-mext_00001_012.xlsx&wdOrigin=BROWSELINK)（2025年1月19日）
- 19) 平島円，高橋亮，西成勝好（2003）．澱粉糊の諸特性に及ぼす呈味物質の影響（第1報）酸味調味料（クエン酸および酢酸）．日本調理科学会誌，36．27－35