

# 雑豆微粉末を利用した 高機能性パンの開発研究

木村 万里子

## はじめに

豆類は、栄養素の含量から2つのグループに大別される。まず、大豆や落花生などの高たんぱく質（25～45%）・高脂肪（20～45%）のグループで、日本で比較的多く消費されている豆類である。もう一方は、「雑豆」と称される、小豆、ささげ、いんげん豆、花豆等のでんぷんを主成分とするグループである。雑豆類は、高たんぱく質（20～35%）・低脂肪（1～2%）であり、ビタミンやミネラルをバランスよく含むだけでなく、機能性成分にも富む優れた健康食材である。しかし、現在、こうした豆類の栄養価値は十分認識されておらず、日本だけでなく世界の豆類の消費量は減少傾向にある。

日本で雑豆類消費が減少している原因は何か。筆者は、①雑豆の三次機能（生体調節機能）についての情報が少ないこと、②加工食品の種類が少ないことが主な要因になっていると考えている。そこで、筆者らは、これまで様々な雑豆に含まれる糖たん

ぱく質糖鎖の構造解析を行い、いんげん豆類には免疫活性を有する植物複合型糖鎖が、小豆や大納言にはマクロフェージ活性化能をもつハイマンノース型糖鎖が豊富に存在していることなどを明らかにしてきた<sup>1,2)</sup>。また、平成28年度豆類振興事業からの助成金により、②に対応する課題研究である「雑豆微粉末およびその含有成分がパンの物性・食味性に及ぼす影響—高機能性パンの開発を目指して—」を実施した。今回は、平成28年度の研究成果を中心に、雑豆微粉末を用いた高機能性パンの開発研究について紹介する。

## 1. 豆微粉末添加が製パン性に及ぼす影響

大豆粉を利用したパンの開発・販売はすでに行われているが、小豆や白いんげん豆などの雑豆微粉末を利用したパンの販売はほとんど行われていない。雑豆の栄養特性を生かしたおいしいパンが開発され、販売が促進されれば、国内で需要が低迷している雑豆類の消費拡大については国民の健康増進に寄与できるに違いない。そこで、6種の豆微粉末を用い、どの豆粉をどの程度配合したものが製パン性及び嗜好性が高いの

きむら まりこ 神戸女子大学 家政学部 准教授

かを検討した。

実際の研究方法は、以下の通りである。まず、表1に示す配合割合で小麦粉の15～25%を豆微粉末（小豆、手亡、えんどう、大豆、紫花豆、金時豆）に置換したパンを作製した（Panasonic SD-BM1000 食パン標準コース）。焼成後1時間放冷し、各々の比容積を菜種法、物性をクリーブメーター

（BAS-3305W山電(株)）で測定した。なお、豆微粉末は、株式会社 山清で加工・販売されている商品（いずれも粒子径20～30  $\mu\text{m}$ のもの）を用いた。

図1に各種豆粉パンの比容積を、図2に断面写真を示す。

表1 各種パンの材料と配合比率（単位：g）

パンの種類	小麦粉パン (コントロール)	豆粉パン		
		15	20	25
強力粉に対する豆粉置換率(%)	0	15	20	25
強力粉(日清製粉, カメリア)	250	212.5	200	187.5
豆微粉末		37.5	50	62.5
上白糖		32.5		
食塩		2.5		
ドライイースト(日清製粉)		1.3		
脱イオン水		167.5		
ショートニング		25		

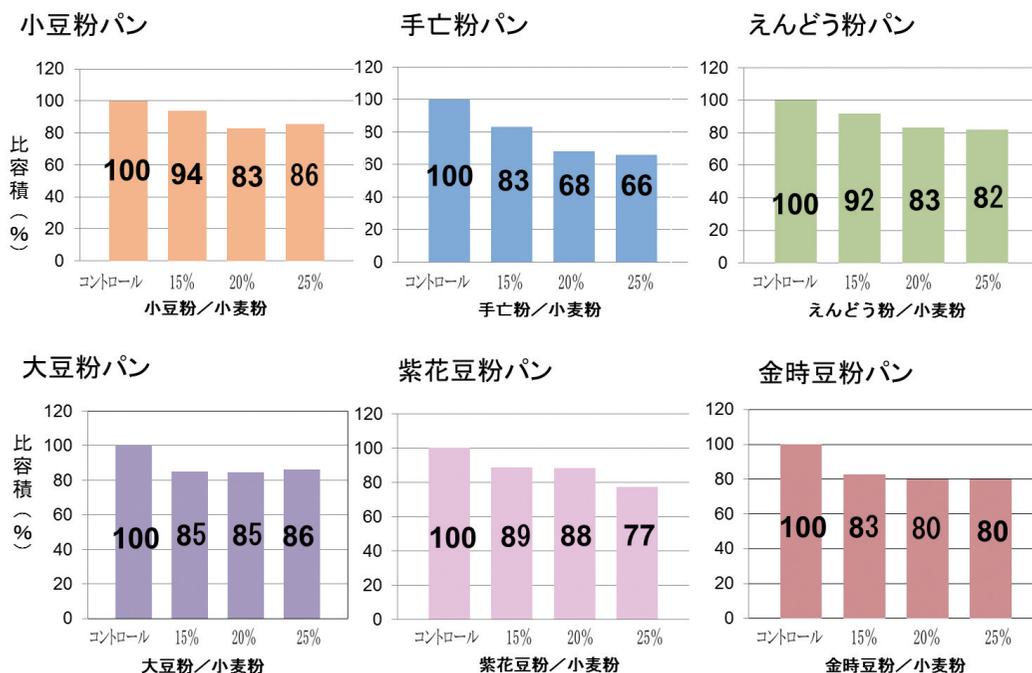


図1 豆粉パンの比容積



図2 豆粉パンの断面写真（小麦粉に対する豆粉置換率20%）

比容積は、どれも豆粉置換率が高くなるにつれ減少した（図1）。豆粉置換率増加に伴う比容積の減少は手亡粉パンが最も大きく、次いで紫花豆粉パンと金時豆粉パンであった。逆に、えんどう粉パンと大豆粉パンの比容積低下は比較的小さく、豆粉の種類により違いが認められた。外観（色）では、手亡以外の豆粉パンは焼き色が濃く、特に紫花豆粉パンと小豆粉パンでは着色度が顕著に増加した。

クリープメーターによる波形分析では、15～25%豆粉置換による影響を受けにくかったのが小豆粉パンであった。えんどう粉パン、大豆粉パン及び金時豆粉パンは、20%以上置換することによって弾力性の大きな低下が認められた。6種の豆粉パン

の中で、豆粉置換による弾力性低下が最も著しかったのは手亡粉パンと紫花豆粉パンであり、置換率15%で製パン性が大きく低下することがわかった（図3）。

次に、各豆粉のデンプン損傷度の測定を行った。測定には、Starch Damage Assay Kit, (Megazyme社)を用いた。表2に示す通り、生の豆粉デンプン損傷度はどれも低く、パンの比容積率および物性測定結果と

表2 生の豆粉デンプン損傷度

豆の種類	損傷でん粉率 (%)
小豆	1
手亡	0.4
えんどう	1.2
大豆	0.5
紫花豆	0.8
金時豆	0.5

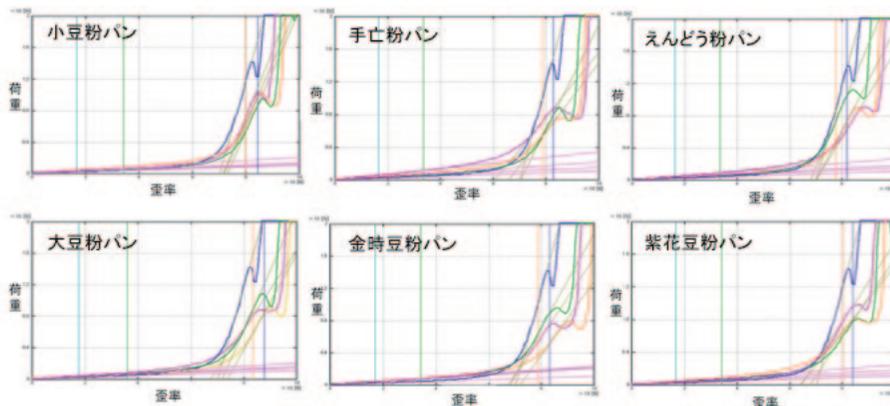


図3 豆粉パンの物性測定結果（青：コントロール、緑：15%、橙黄：20%、ピンク：25%）

の間に相関は見られなかった。

## 2. 豆微粉末添加がパンの食味性に及ぼす影響

上述と同条件で作製した6種類の豆粉パンの色、香り、食感、味、総合評価の5項目について、コントロール（小麦粉パン）を基準とした評点法により評価してもらった。対象者は、本学学生及び教職員計61名で、雑豆粉パン3種類ずつ2日間に分けて実施した。得られたデータは、統計ソフト（IBM SPSS Statistics21）により

Kruskal Wallis検定で解析した。なお、パンの官能評価は、「神戸女子大学 人間を対象とする研究倫理委員会」の承認を得て実施した。

嗜好調査では、手亡粉パンが最も好まれ、次いでえんどう、大豆、金時豆、紫花豆、小豆粉パンの順に好まれた（色： $p < 0.01$ 、味： $p < 0.05$ 、総合評価： $p < 0.01$ ）。手亡粉パンの評価が高かったのは、手亡粉にほのかな甘みがあり、小麦粉との相性が良かったためであると考えられる。次に評価が高かったえんどうと大豆粉パンについて

表3 各豆粉パンの栄養素量の比較

栄養素 (単位)	コントロール	小豆パン	手亡パン	えんどうパン	大豆パン	金時パン	紫花豆パン	
エネルギー (kcal)	265	263	262	264	272	262	262	
たんぱく質 (g)	6.3	<b>7.1</b>	<b>7.1</b>	<b>7.3</b>	<b>8.6</b>	<b>7.1</b>	<b>6.8</b>	
脂質 (g)	6	6.1	6.1	6.1	7.9	6.1	6.1	
炭水化物 (g)	44.3	42.9	42.8	43.1	39.9	42.8	43.1	
電解質	ナトリウム (mg)	204	204	204	204	204	-	
	カリウム (mg)	51	<b>199</b>	<b>199</b>	<b>133</b>	<b>240</b>	<b>199</b>	<b>220</b>
ミネラル	カルシウム (mg)	9	<b>15</b>	<b>21</b>	<b>14</b>	<b>26</b>	<b>21</b>	<b>15</b>
	マグネシウム (mg)	12	<b>23</b>	<b>26</b>	<b>23</b>	<b>33</b>	<b>26</b>	<b>49</b>
	リン (mg)	36	<b>66</b>	<b>71</b>	<b>67</b>	<b>80</b>	<b>71</b>	<b>74</b>
微量元素	鉄 (mg)	0.5	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0.9</b>	<b>1.1</b>	<b>1</b>	<b>1</b>
	亜鉛 (mg)	0.4	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.8</b>	<b>0.7</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>
	銅 (mg)	0.08	<b>0.13</b>	<b>0.14</b>	<b>0.11</b>	<b>0.18</b>	<b>0.14</b>	<b>0.14</b>
脂溶性 ビタミン	マンガン (mg)	0.17	<b>0.14</b>	<b>0.33</b>	<b>0.13</b>	<b>0.4</b>	<b>0.33</b>	-
	レチノール当量 ( $\mu\text{g}$ )	0	0	0	1	0	0	-
	ビタミンD ( $\mu\text{g}$ )	0	0	0	0	0	0	-
	ビタミンK ( $\mu\text{g}$ )	0	1	1	2	2	1	1
水溶性 ビタミン	ビタミンB <sub>1</sub> (mg)	0.07	<b>0.11</b>	<b>0.11</b>	<b>0.14</b>	<b>0.14</b>	<b>0.11</b>	<b>0.13</b>
	ビタミンB <sub>2</sub> (mg)	0.03	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.04</b>	<b>0.05</b>	<b>0.05</b>	<b>0.04</b>
	ナイアシン (mg)	0.5	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.6</b>	<b>0.61</b>	<b>0.6</b>	-
	ビタミンB <sub>6</sub> (mg)	0.04	<b>0.07</b>	<b>0.07</b>	<b>0.06</b>	<b>0.08</b>	<b>0.07</b>	<b>0.08</b>
	ビタミンB <sub>12</sub> (mg)	0	0	0	0	0	0	-
	葉酸 ( $\mu\text{g}$ )	19	<b>30</b>	<b>26</b>	19	<b>44</b>	<b>26</b>	<b>32</b>
	パントテン酸 (mg)	0.42	0.44	0.4	0.52	0.48	0.4	0.42
ビタミンC (mg)	0	0	0	0	0	0	-	
コレステロール (mg)	0	0	0	0	0	0	-	
食物繊維	水溶性 (g)	0.6	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	<b>0.6</b>	<b>0.7</b>	<b>0.8</b>	0.6
	脂溶性 (g)	0.9	<b>2.4</b>	<b>2.4</b>	<b>2.4</b>	<b>2.4</b>	<b>2.4</b>	<b>3.4</b>
	総量 (g)	1.5	<b>3.1</b>	<b>3.2</b>	<b>3</b>	<b>3.1</b>	<b>3.2</b>	<b>4</b>
食塩相当量 (g)	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	

生地100g中)

日本食品標準成分表2015年版（七訂）より ※特に含有量が多いものを太字で示す

は、えんどう及び大豆が普段食する機会が多い豆であり、香りや食味になじみがあったためと考えられる。一方、評価の低かった小豆、紫花豆及び金時豆粉パンは、どれも焼き色が濃く、それぞれ豆特有のにおいや渋味等が強かった。以上の嗜好調査結果から、豆粉パンのおいしさ評価には、色、味及び食経験が影響することが推察された。

### 3. 豆粉パンの栄養価

小麦粉パン（コントロール）と6種類の豆粉パンとの成分値比較を表3と図4に示す。強力粉の20%を豆微粉末に置換した豆粉パンは、生活習慣病予防に関わりの深い栄養素を多く含むことがわかった（特に、カリウムは2.5~4.5倍、マグネシウムと食物繊維は約2倍増加）。

### まとめ

豆粉パンの開発を目的とし、小豆や手亡などの6種の雑豆微粉末添加が、製パン性や嗜好性に及ぼす影響について調べた。

豆粉にはグルテンがないため<sup>3)</sup>、小麦粉に対する豆粉置換率を増加させると、当然製パン性は低下するが、その程度は豆の種類により大きく異なっていた。豆粉置換による製パン性の低下は、小豆、大豆及びえんどう粉が小さく、手亡と紫花豆粉では大きかった。ちなみに、今回用いた生の豆粉は、粒子サイズはほぼ同一（粒子径20~30 $\mu$ m）で、デンプン損傷度も0.4~1.2%と低かったため、それらの影響は少ないものと考えられる。

豆粉パンの嗜好調査では、手亡粉パンが最も好まれ、次いでえんどう粉パン、大豆粉パンの順で、最も評価が低かったのは小豆粉パンであった。今回の一連の研究において、製パン性と嗜好性との間に相関は認

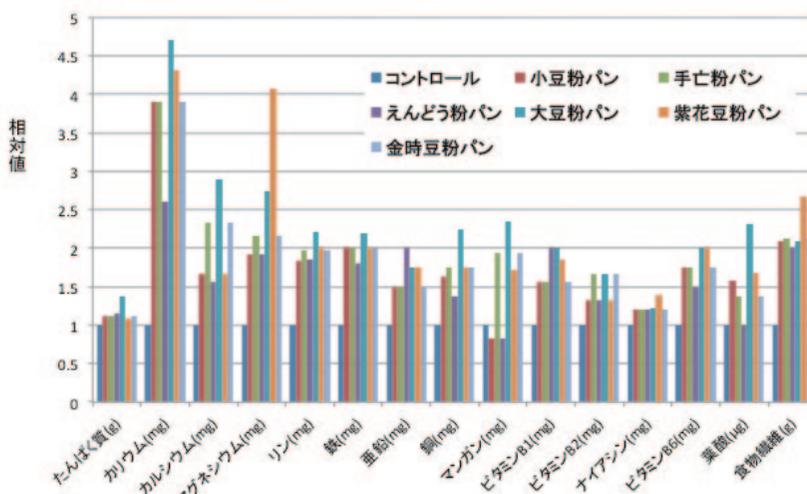


図4 各豆粉パンの栄養素量の比較（一部抜粋）  
小麦粉パン（コントロール）の成分値を1とした時の20%豆粉添加パンの栄養素量の相対値

められず、嗜好性にはもともとの豆の色や香りに加えて、食経験が影響することが推察された。

豆粉パンには生活習慣病予防に関わりの深い栄養素（特にカリウム、マグネシウムおよび食物繊維等）が多く含まれており、商品化につなげることで食生活をより豊かにし、人々の健康維持・増進に役立つことが期待できる。本研究で得られた成果は、雑豆微粉末を用いた高機能製パンの実用化が可能であることを示唆するものであった。今後、パンの食材として豆粉の利用が促進することで、豆の有用性に対する認識が高まり、そのことが豆類の需要促進や産業の活性化につながることを期待する。

## 文献

- 1) Role of major oligo- saccharides on Cryj1 in human immunoglobulin E and T cell responses., Okano, M., Kimura, Y., Maeda, M., Kimura M. et al., Clin. Exp. Allergy. 34. 770-778 (2004) .
- 2) N-Glycans linked to glycoproteins in Japanese edible beans (Zatsumame) : Natural resources for bioactive oligosaccharides., Kimura, M., Hara, T., et al., Biosci. Biotechnol. Biochem. 75 155-158 (2011) .
- 3) グルテンフリー食品用の各種素材 (2)、瀬口正晴、木村万里子、New Food Industry Vol.59, No.10, p35-42 (2017)