

## そば末粉が有する機能性成分の有効利用に関する研究

仲島日出男\*<sup>1</sup> 松本美樹\*<sup>2</sup> 成澤朋之\*<sup>1</sup> 原田雅典\*<sup>3</sup>Research on the Effective Use of Functional Ingredients  
of the Buckwheat Milling ResidualNAKAJIMA Hideo\*<sup>1</sup>, MATSUMOTO Miki\*<sup>2</sup>, NARISAWA Tomoyuki\*<sup>1</sup>, HARADA Masanori\*<sup>3</sup>

## 抄録

そばの製粉時に生成する末粉の有効活用のため、そばのもつ機能性成分の一つであるレジスタントプロテインに注目し、その含量を確認するとともに、製粉方法の異なるそば末粉間でその含量を比較した。石臼挽き製粉で生成したそば末粉のレジスタントプロテイン量は、ロール挽き製粉と比較して6倍以上の含量であった。これは製粉時の熱履歴の差異によるものであると考えられた。これまで報告されている大豆食品などと比較して遜色ない難消化性タンパク質を含んでおり、そば末粉は機能性素材として有効であると考えられた。

キーワード：そば末粉，レジスタントプロテイン，機能性食品，製粉

## 1 はじめに

そばにはポリフェノールの一種であるルチンや各種のアミノ酸、食物繊維などが豊富に含まれており、これらの機能性成分に関する報告は多い。そばの製粉を行う際、そばの実の中心部に近い部分から順に一番粉から三番粉までがそばの麺として使用されているが、外側の表皮に近い部分からなる末粉は、これらの機能性成分を多く含んでいるにもかかわらず、匂いやえぐみが強いことなどや繊維質のボソボソとした食感が忌避されるため、その多くが廃棄されている<sup>1,2)</sup>。

これまでにそば末粉の食材としての有効利用に関する報告<sup>1,2)</sup>はあるが、機能性素材としての検討例は少ない。そば末粉は食物繊維の含有量が多く、ヒトの腸管内での機能性が期待される。

近年、食物繊維と同様に人の腸内での消化を受

けにくいタンパク質である難消化性タンパク質に、血中コレステロール低下作用<sup>3)</sup>や大腸機能の向上作用<sup>4)</sup>などがあることが明らかとなってきた。この難消化性タンパク質がレジスタントプロテインと呼ばれており、その機能性が注目されている。また、そばタンパク質にはこのレジスタントプロテインとしての作用があることも明らかとなっている<sup>5,6)</sup>。

本研究では、現在その多くが廃棄されているそば末粉について、付加価値の高い機能性食品素材としての活用を目標として、レジスタントプロテイン含量を確認するとともに、そば製粉方法の異なる末粉における差異を確認した。

## 2 実験方法

## 2.1 そば末粉試料

県内製粉工場で製造されるロール挽き製粉及び石臼挽き製粉で製造されたそば粉と、それらの製造時に生成する末粉の合計 4 試料について、500  $\mu$ m 間隙のふるいを通過した試料を一連の試験に

\*<sup>1</sup> 食品プロジェクト担当\*<sup>2</sup> 食品・バイオ技術担当\*<sup>3</sup> 現 材料技術担当

供した。これらの試料の食物繊維量を富士フィルム和光純薬（株）製の食物繊維測定キットを使用して確認した。

## 2.2 消化処理試験

辻らの方法<sup>7)</sup>により、人工胃液及び人工腸液を使用した消化処理を行った。

人工胃液は、塩化ナトリウム 0.2 g と 36%塩酸 0.7 mL、ペプシン 0.2 g を超純水に溶解し、100 mL にメスアップして調製した。この条件で調製した人工胃液の pH は 1.2 であった。

人工腸液は、0.2 M リン酸二水素カリウム水溶液 25.0 mL と 0.2 M 水酸化ナトリウム水溶液 11.8 mL、パンクレアチン 1.25 g を合わせ、超純水で

100 mL に定容して調製した。この条件で調製した人工腸液の pH は 6.8 であった。

これらの人工消化液を使用した消化処理試験の手順を図 1 に示す。人工消化処理後に残った残渣中に含まれるタンパク質をレジスタントプロテインとして定量した。

## 2.3 タンパク質量の確認

図1の消化処理により得られたレジスタントプロテインを含む残渣試料に、SDS-8 M尿素/50 mM リン酸バッファー(pH6.8) 20 mLを加え、室温下で15分間振とう処理を行い、タンパク質を抽出した。この抽出溶液についてNo.2 定性ろ紙を使用して吸引ろ過処理を行い、通過溶液のタンパク質量を

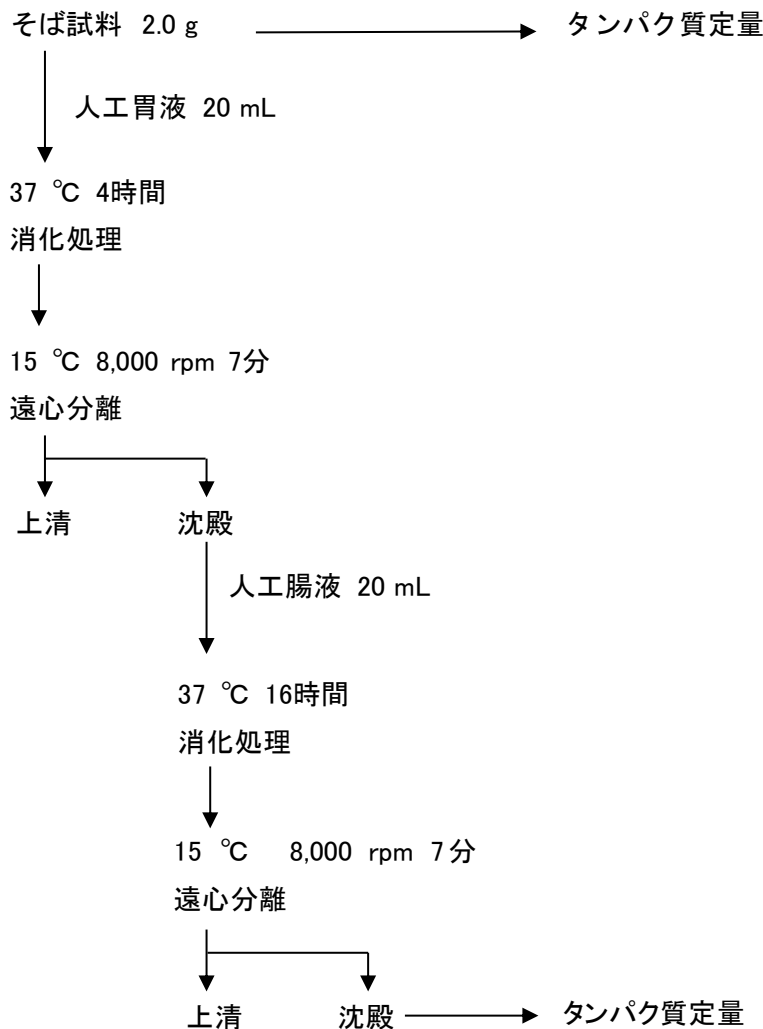


図1 消化処理試験手順

富士フィルム和光純薬（株）製のProtein Assay Rapid Kit Wako IIを使用して測定し、レジスタントプロテイン量を算出した。また、比較として消化処理前のそば粉及びそば末粉試料2.0 gについて、同様の手順でタンパク質の抽出を行い、抽出溶液に含まれるタンパク質量を比較した。

### 3 結果及び考察

#### 3.1 そば末粉の食物繊維量

表1にロール挽き及び石臼挽き製粉で得られたそば末粉の食物繊維量を示す。そば末粉の食物繊維のほとんどが不溶性食物繊維であった。日本食品標準成分表2020年版（八訂）<sup>8)</sup>に掲載されているそば全層粉の食物繊維量は100 gあたり4.3 gであるが、通常そばとして食用に供されるそば全層粉と比較して、そば末粉の食物繊維量は約4~6倍であった。製粉方法で比較すると、ロール挽き製粉末粉の含量が多かった。これは、ロール挽き製粉では挽砕粉を繰り返しロールに通して製粉を行った結果、繊維質が末粉に蓄積した結果であると考えられた。

#### 3.2 そば末粉のレジスタントプロテイン量

表2にそば粉及び末粉のレジスタントプロテイン量と消化処理前のそば粉及び末粉から抽出され

たタンパク質量を示す。抽出タンパク質量を比較すると、そば粉ではロール挽きと石臼挽き製粉で同程度であった。末粉については、石臼挽き製粉の抽出タンパク質量が約1.6倍であった。これは、ロール挽き製粉が繰り返しロール処理を行うため、末粉に移行するそば粉実胚乳部の割合が低下することが要因であると考えられた。

一方、レジスタントプロテイン量については、ロール挽き、石臼挽きのいずれの製粉方法においても末粉中の含量が高かった。特に石臼挽きの末粉において100 gあたり1.86 gで、ロール挽き製粉の6倍以上であり、それらの差は抽出タンパク質量の差異と比較して非常に大きかった。ロール挽き製粉では、製粉時のロール通過時の熱によりタンパク質の部分変性が生じているものと考えられるが、この熱の影響によりロール挽き製粉中のレジスタントプロテイン量が低下することが示唆された。そば末粉のレジスタントプロテインの熱損失が考えられることから、今後食品素材として利用する際には加熱条件などを慎重に検討する必要があると思われた。

レジスタントプロテインはそばのほか酒粕、大豆製品などで含量が高いことが知られている<sup>9)</sup><sup>11)</sup>。本研究と同様の人工消化処理条件での大豆加工食品のレジスタントプロテイン量が報告されている<sup>11)</sup><sup>12)</sup>。特に中粒納豆では100 gあたり約1.7 mgのレジスタントプロテインが含まれていると報告されている。そば末粉はこれらの大豆食品と同程度の含量がある一方で、食品素材として添加利用する際には、その量のコントロールが可能である。また、現在未利用の食品資源であることか

表1 そば末粉の食物繊維量 (g/100 g)

	ロール挽き	石臼挽き
水溶性食物繊維	0.5	0.7
不溶性食物繊維	27.1	16
総食物繊維	27.6	16.7

表2 そば粉及びそば末粉の抽出タンパク質量とレジスタントプロテイン量 (mg/g)

	そば粉		そば末粉	
	ロール挽き	石臼挽き	ロール挽き	石臼挽き
抽出タンパク質量	14.0	14.3	13.6	21.4
レジスタントプロテイン量	0.14	0.14	0.30	1.86

ら低コストで入手できると考えられる。これらのことから、そば末粉は、レジスタントプロテインの供給源として有効であると考えられた。

#### 4 まとめ

そば末粉の機能性成分として難消化性タンパク質に注目し、その含量を確認するとともに製粉方法の違いによるその変動を確認した。製粉時に受ける熱変性はその含量の違いであると考えられたが、そば難消化性タンパク質は加熱により損失を生じることが予想されるため、加工・利用方法の検討が必要であると思われた。

そば末粉は大豆加工品と同程度のレジスタントプロテイン含量があり、安価な機能性素材原料として有効であると思われた。

#### 謝 辞

本研究を進めるに当たり、客員研究員として御指導いただきました近畿大学の白木准教授及び高崎健康福祉大学の辻講師に感謝の意を表します。

#### 参考文献

- 1) 舘和彦, 山川敬江, “そば末粉の成分特性と成果製品への利用”, 岐阜女子大学紀要, vol. 42, pp. 87-92 (2011).
- 2) 矢内和博, “そばの製粉残渣の有効活用法の開発”, 地域総合研究, vol. 16, pp. 143-150 (2015).
- 3) 加藤範久, “消化管で作用する疾病予防成分に関する栄養学的研究”, 日本栄養・食糧学会誌, vol. 65, pp. 258-260 (2012).
- 4) T. Morita, S. Kasaoka, A. Oh-hashii, M. Ikai, Y. Numasaki and S. Kiriyaama, “Resistant Proteins Alter Cecal Short-Chain Fatty Acid Profiles in Rats Fed High Amylose CornStarch”, *J. Nutr.*, vol. 128, pp. 1156-1164 (1998).
- 5) J. Kayashita, I. Shimaoka, M. Nakajoh, M. Yamazaki and N. Kato, “Consumption of Buckwheat Protein Lowers Plasma Cholesterol and Raises Fecal Neutral Sterols in Cholesterol-Fed Rats Because of Its Low Digestibility”, *J. Nutr.*, vol. 127, pp. 1395-1400 (1997).
- 6) 加藤範久, 栢下淳, 佐々木真宏, ““レジスタントプロテイン”としてのそばたんぱく質とセリシンの生体調節機能”, 日本栄養・食糧学会誌, vol. 53, pp. 71-75 (2000).
- 7) 辻聡, 大泉智実, 河盛治彦, 中田啓司, 舘博, “米みそからのレジスタントプロテインの検出”, 日本健康医学会雑誌, vol. 22, pp. 196-197 (2013).
- 8) 文部科学省科学技術・学術審議会資源調査分科会, 日本食品標準成分表 2020年版 (八訂) (2020)
- 9) 高橋佑汰, “大豆と豆腐に含まれるレジスタントプロテインに関する研究”, 長野県工技センター研報, vol. 15, pp. F28-F29 (2020).
- 10) 高橋佑汰, “レジスタントプロテイン含有量の調査”, 長野県工技センター研報, vol. 16, pp. F32-F33 (2021).
- 11) 湯川雅之, 伊藤大輔, 峰時俊貴, 渡辺敏郎, 広常正人, “酒粕を原料とした難消化性成分の製造とその性質”, 醸協, vol. 104 pp. 963-968 (2009).
- 12) 望月健太郎, 佐竹令奈, 杉本真依, 辻聡, 寺島祐司, 舘博, “豆味噌のレジスタントプロテインについて”, 日本健康医学会雑誌, vol. 25, pp. 194-195 (2016).
- 13) 望月健太郎, 鈴木康平, 菊池耕平, 宮坂彰吾, 辻聡, 舘博, “納豆のレジスタントプロテインについて”, 日本健康医学会雑誌, vol. 25, pp. 196-197 (2016)