

## そば末粉が有する機能性成分の有効利用に関する研究 (第2報)

仲島日出男\*<sup>1</sup> 松本美樹\*<sup>2</sup> 成澤朋之\*<sup>1</sup>

### Research on the Effective Use of Functional Ingredients of the Buckwheat Milling Residual (Part2)

NAKAJIMA Hideo\*<sup>1</sup>, MATSUMOTO Miki\*<sup>2</sup>, NARISAWA Tomoyuki\*<sup>1</sup>

#### 抄録

そばの製粉時に生成する末粉の有効活用のため、そばの持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、その胆汁酸吸着能を評価した。3種類の胆汁酸に対する吸着能を確認したところ、ケノデオキシコール酸及びデオキシコール酸への高い吸着能が認められた。そば末粉はこれまでに同様の手法で測定された食品素材と比較して高い吸着能を示しており、体内コレステロール低減を目的とした機能性素材としても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，コレステロール，機能性食品

#### 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などの可溶性成分や、食物繊維などの不溶性成分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。特に、可溶性成分の一つであるルチンは抗酸化作用などの様々な機能性を有することが知られている。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。

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、食物繊維と同じくヒト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>。

これまでの我々の研究で、そば末粉は通常そばの麺に使用されるそば粉を上回るレジスタントプロテインを含むことが確認された<sup>7)</sup>。本研究では、レジスタントプロテインの持つコレステロール低下作用に関連した胆汁酸吸着能に注目した。

脂質の消化に重要な役割をもつ胆汁酸は、肝臓においてコレステロールから生合成され、十二指腸において消化管に分泌される。人が摂取した食品中のコレステロールなどの脂質は、この胆汁酸による乳化作用を受けて腸管内に存在する。その

\*<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

多くは、小腸末端部の回腸において再吸収されて肝臓に戻る、いわゆる腸肝循環を繰り返している<sup>8)</sup>。ヒトが体内のコレステロール量を低下させるためには、肝臓に戻る胆汁酸と結合したコレステロールを食品成分等に吸着し、大腸に排出する必要がある。そのため、食品成分の胆汁酸吸着能は、腸管でのコレステロール排出により体内のコレステロールを低減させるために重要となる<sup>9)</sup>。

本研究では、そば末粉中のレジスタントプロテインが有するコレステロール低下作用を確認するため、胆汁酸吸着能の評価を実施した。

## 2 実験方法

### 2.1 そば末粉試料

県内製粉工場でロール挽き製粉により製造されたそば粉と、それらの製造時に生成する末粉について、500 μm 間隙のふるいを通過した試料を試験に供した。

### 2.2 胆汁酸吸着能測定

松本らの方法<sup>9)</sup>により、コール酸、ケノデオキシコール酸、デオキシコール酸 (図 1) の 3 種類の胆汁酸に対する吸着能の評価を行った。それぞれの胆汁酸を 200mM になるようジメチルスルホキシドに溶解後、リン酸緩衝生理食塩水 (PBS) により 4mM となるように希釈し、胆汁酸基準溶液を調製した。そば粉及びそば末粉試料 10mg に対して、4mM 胆汁酸基準溶液 990 μL (1% w/w) を加えて 10 分間激しく攪拌後、14000×g で 20 分間遠心処理した。遠心上清と胆汁酸基準溶液中の胆汁酸の差を測定試料により吸着された胆汁酸吸着量として、その基準溶液中の胆汁酸量に対する割合を胆汁酸吸着能として算出した。

そば末粉と合わせて、ルチンなどの可溶性の機能性成分を抽出した後に残る不溶性残渣についても、同様に胆汁酸吸着能の評価を実施した。

そば末粉 10mg に対して 80% エタノール 500 μL を加え、室温で 2 時間激しく攪拌後、14000×g で 20 分間遠心処理を行った残渣について同様に胆汁酸吸着能の評価を行った。

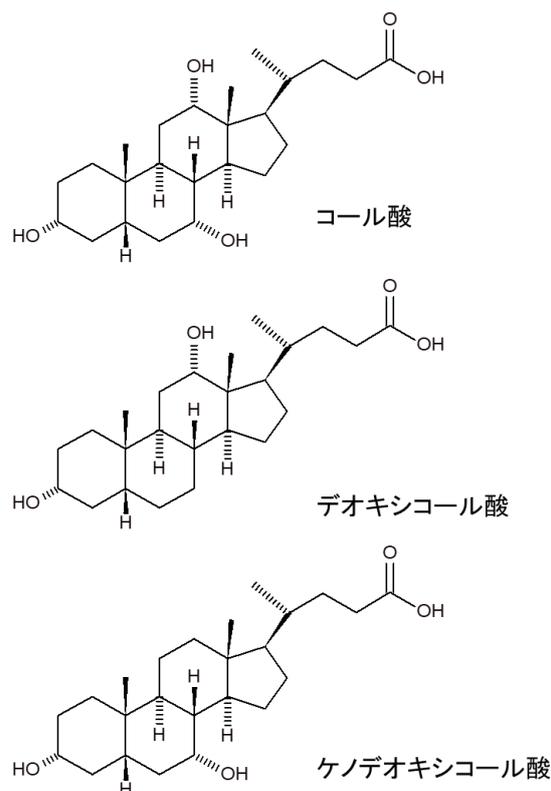


図1 評価を実施した胆汁酸

### 2.3 胆汁酸濃度の確認

試験溶液の胆汁酸濃度を高速液体クロマトグラフ (HPLC) により測定した。胆汁酸は蒸発光散乱検出器 (ELSD) により検出した。測定条件を表 1 に示す。HPLC の分析開始時の溶媒組成を考慮して、試料溶液をメタノールで 2 倍希釈して注入した。

## 3 結果及び考察

### 3.1 そば末粉の胆汁酸吸着能

ヒトの腸管内には多くに胆汁酸分子種が存在するが、特にコール酸、ケノデオキシコール酸、デオキシコール酸及びリトコール酸の濃度が高いことが報告されている<sup>8), 10)</sup>。本研究において、これら 4 種の胆汁酸について吸着能の評価を試みたが、リトコール酸は基準溶液調製時に PBS で希釈する際に沈殿を生じたため、本研究の評価系による吸着能の評価を行うことができなかった。そのため、図 1 に示した 3 種の胆汁酸についての評価を実施した。

図 2 に、そば粉及びそば末粉の 3 種類の胆汁酸

への吸着能を示す。そば粉及びそば末粉は3種類の胆汁酸に対して吸着作用を示した。特に、ケノデオキシコール酸及びデオキシコール酸に対して

高い吸着能を示した。コール酸に対しては、それ以外の胆汁酸と比較するとやや吸着能は低いものの、そば末粉はそば粉よりも高い吸着能を示した。

そば末粉には、レジスタントプロテインなどの不溶性成分と合わせて、ルチンなどのそばポリフェノールを中心とした可溶性の機能性成分が豊富に含まれており、これらを抽出したエキスは機能性素材としての利用が期待される。本研究では、80%エタノールを使用した可溶性エキスの抽出後に残る不溶性成分の有効利用のため、同様に胆汁酸吸着能の評価を行った。その結果、エキス抽出後の残渣についても、そば末粉と同程度の胆汁酸吸着能を有し、エキス抽出による胆汁酸吸着能の損失が少ないことが確認された(図2)。これまでに利用されてきたそばポリフェノールなどの可溶性成分と合わせて、エキス抽出後の残渣についても機能性素材としての利用が期待でき、そば末粉の機能性成分の総合的な活用に向けての有効性が期待される。

表1 HPLC 条件

カラム	Agilent Technology Poroshell 120 EC-C18 3.0×150mm, 2.7μm	
カラム温度	60℃	
移動相	A	20mM 酢酸アンモニウム水溶液
	B	アセトニトリル:メタノール = 60:40
グラジエント	Time(min)	B (%)
	0	40
	3	40
	12	60
	15	100
	23	100
	23.01	40
	35	40
流速	0.7mL/min	
注入量	5μL	
検出器	蒸発光散乱検出器(ELSD)	
	エバポレーター温度: 80℃	
	ネブライザ温度: 30℃	
	ガス流量: 1.6SLM	

### 3.2 他の食品素材との比較

表2に本研究と同様の手法により評価された食品素材の胆汁酸吸着能との比較を示す。そば末粉は、ケノデオキシコール酸及びデオキシコール酸に対してこれらの食品素材よりも高い吸着能を示

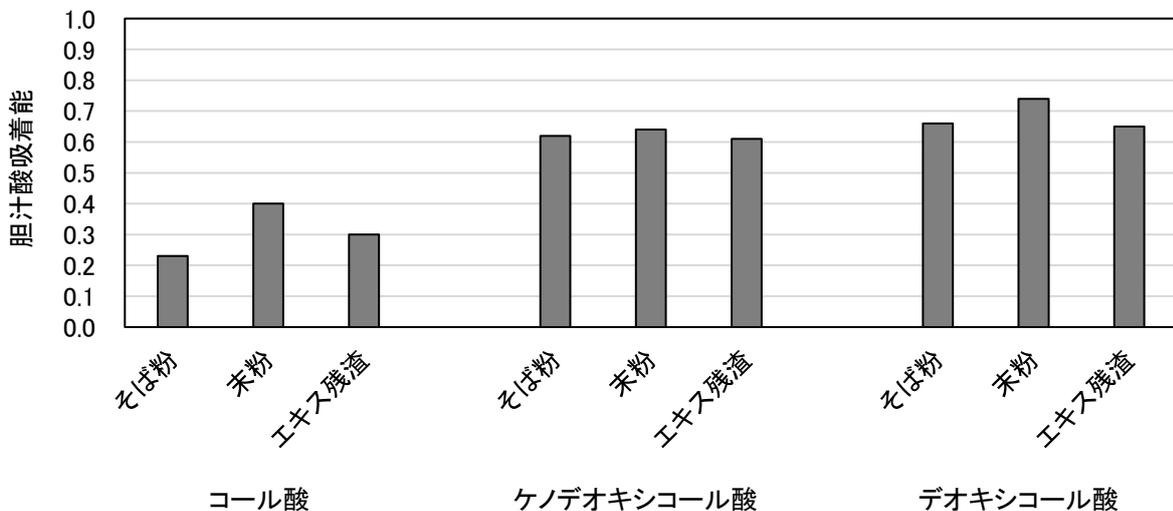


図2 胆汁酸吸着能

表2 胆汁酸吸着能の比較

	コール酸	ケノデオキシコール酸	デオキシコール酸
そば粉	0.23	0.62	0.66
そば末粉	0.40	0.64	0.74
柿未熟果抽出繊維 <sup>10)</sup>	0.50	0.59	-
エゴマ葉パウダー <sup>11)</sup>	0.11	-	0.47

した。そば末粉は、柿未熟果抽出パウダーやエゴマ葉パウダーのような原料素材の抽出や乾燥処理が不要であり、製粉工場で発生したそのままの状態でも食品素材として使用できる。そのため、これらの食品素材と比較して製造コストなどの点で有利であると考えられる。

#### 4 まとめ

そばの製粉時に生成する末粉の有効活用のため、そばの持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、その胆汁酸吸着能を評価した。3種類の胆汁酸に対する吸着能を確認したところ、ケノデオキシコール酸及びデオキシコール酸への高い吸着能が確認された。また、そばポリフェノールなどの可溶性成分の抽出後に残る不溶性素材についても同様に高い胆汁酸吸着能を示しており、そば末粉の可溶性成分と不溶性成分の総合的な有効利用が可能であることが明らかとなった。

#### 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琢磨准教授及び高崎健康福祉大学の辻聡講師に感謝の意を表します。

#### 参考文献

1) 館和彦, 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. Kiriayama, “Resistant Proteins Alter Cecal Short-Chain Fatty Acid Profiles in Rats Fed High Amyrose 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) 仲島日出男, 松本美樹, 成澤朋之, 原田雅典, “そば末粉が有する機能性成分の有効利用に関する研究”, 埼玉県産業技術総合センター研究報告, vol. 22, pp.29-32 (2024).
- 8) 石塚敏, “胆汁酸分子種の多様性 —構造・代謝と生理作用”, 化学と生物, vol. 52, pp 301-306 (2014).
- 9) 松本健司, 増田かおる, 武川加奈子, 小柳喬, “柿未成熟果実由来食物繊維の胆汁酸吸着能に対する加熱の影響とパン素材への応用”, 日本食品科学工学会誌, vol. 61, pp. 543-547 (2014).

- 10) 岩渕仁寿, “各種消化器疾患における胆嚢胆汁の胆汁酸の組成”, 日本消化器病学会雑誌, vol. 75, pp. 869-881 (1978).
- 11) 藤田恭輔, “エゴマ葉の胆汁酸吸着能の検証”, 富山短期大学紀要, vol. 56, pp. 119-122 (2020).