

糖尿病腎症のための家庭でできる低タンパク米の 調製方法の検討

山岡由理子*, 西道香里**, 水野幸子**

*愛知江南短期大学 **岐阜女子大学家政学部健康栄養学科
(2015年1月30日)

Production of Low Protein Rice at the Home for Diabetic Nephropathy

YAMAOKA Yuriko*, SAIDO Kaori**, and MIZUNO Sachiko**

*Aichi Konan Junior College

**Gifu Women's University

(Received January 30, 2015)

Many of low-protein rice products used by kidney disease patients are subjected to lactic acid fermentation. Using the fermentation method as a reference, a study was conducted to find preparation methods for low-protein rice that can be practiced at home. The results indicated that washing decreased protein content in rice to some extent.

キーワード：糖尿病腎症 (diabetic nephropathy), 低タンパク米 (low protein rice), 乳酸発酵 (lactic acid fermentation), 無洗米 (no-washing rice)

1 緒言

糖尿病腎症は、糖尿病3大合併症の糖尿病網膜症、糖尿病腎症、糖尿病神経障害の一つで、糖尿病が原因で腎臓の機能が損なわれる病気である。糖尿病腎症は、人工透析に移行する一番の原因疾患である¹⁾。血糖コントロールをしないしていると、糖尿病発症時から10～15年でこれらの合併症が出てくると言われている。

日本における糖尿病患者は、平成24年(2012年)「国民健康・栄養調査」の結果では、「糖尿病が強く疑われる者(糖尿病有病者)」は約950万人、「糖尿病の可能性を否定できない者(糖尿病予備軍)」は、約1,100万人と推計され、「糖尿病が強く疑われる者」と「糖尿病の可能性を否定できない者」を合わせると約2,050万人と推計された²⁾。前回調査より減少はしたものの糖尿病患者は、生活習慣病患者の15%を占めている³⁾。長期に亘る糖

尿病治療は、患者本人や家族に多大な労力と経済的な負担がかかる。平成23年度の国民医療費は、38兆5,850億円で、そのうち糖尿病患者の医療費は、1兆2,152億円であった⁴⁾。透析治療の医療費は、患者一人につき外来血液透析では1ヶ月約40万円、腹膜透析(CAPD)では約70万円必要と言われている⁵⁾。人口一人あたりの1ヶ月の医療費は30万1,900円⁴⁾に比べると高額である。これらの医療費は、透析患者の生活に重くのしかかっているのはもちろんだが、日本の医療費の大きな負担となっている。

糖尿病は、上手に付き合っていけば合併症も防ぐことができる。糖尿病治療において、食事管理は基本であり、糖尿病腎症に対して食事療法が有効である。食事療法ではタンパク質制限があるため、少量のタンパク質で効率よく摂取する必要がある。米のアミノ酸スコアは、65であり、アミノ酸スコア100の肉、魚、卵、牛乳などのタンパク質には劣る。米のタンパク質を減少させることで、良質なタンパク質をより多く摂取することができ、また、副食で摂取できるタンパク質に余裕をもたせ、献立の選択の幅を広げることができる。

米は、毎日の食事に欠かせない主食であり、日本人の食事には不可欠である。日本人は全摂取タンパク質の15%程度を米タンパク質に依存していることから、低タンパク米は、患者にとって必需品である。また、タンパク質制限をすると、どうしてもエネルギー不足になってしまうことがある。低タンパク食品(米)を上手に毎日の食事に取り入れることでエネルギー不足を解消することができるので、毎日の食事に欠かせないご飯を低タンパク米にすることは重要である。現在、糖尿病腎疾患の患者は、市販されている低タンパク米を利用している。普通米に比べ、高価である市販の低タンパク米は、毎日の主食と

して利用する時に患者の経済的負担が重いのが現状である。家庭で米を低タンパク化できれば患者の負担が軽減できることを考え、低タンパク米の調製方法を検討した。

米中のタンパク質を低減させたい疾患に、腎疾患と米アレルギーが挙げられる。普通の米よりもタンパク質を低減させている米を低タンパク米と言う。低タンパク米は、米タンパク質の特性を生かして製造されている。

低タンパク米の種類としては、でんぷん米、低グルテリン米、低アレルゲン米が挙げられる。低アレルゲン米は、低タンパク米の中でも、アルブミン・グロブリンを低減させたもので、主に、米アレルギー患者のために開発されたものである。製造方法としては、乳酸発酵・酵素処理、塩溶液処理、精米処理(表層を35%程度削る)などがある。

米アレルギーでアレルゲンとなるタンパク質は、アルブミン、グロブリンであることは、よく知られている。アルブミン、グロブリンを精白米から除去する方法としては、溶解性を生かし、塩溶液に浸漬させることで容易に行うことができる⁶⁾。しかし、腎疾患患者においては、食塩制限が必要なため、塩溶液に浸漬する方法は用いることができない。腎疾患の患者が利用している低タンパク米は、乳酸発酵・酵素処理をしているものが多く、本研究では、その製造方法⁷⁾を参考に家庭でできる低タンパク米の調製方法を検討した。

2 方法

1) 乳酸発酵処理した炊飯米中のタンパク質の定量

岐阜県山県市産ハツシモ(標準精米済み)150gを、70℃の2%クエン酸水溶液に入れ、3分攪拌し、1分間水切りをした。オーバー

フロー状態で水洗いをし、ゴミを取り除いた。再度、1分間水切りをした（除菌洗浄処理）。

除菌洗浄処理をした精白米150gに蒸留水150mlを混合し、サンプル1（コントロール）とした。乳酸菌剤（*Lactobacillus plantarum*）3.75g、プロテアーゼ（プロテアーゼM「アマノ」SD）0.264g、クエン酸2g、50%乳酸[CH₃CH(COOH)内藤商店]45ul、蒸留水150mlを混合し、サンプル2（乳酸菌入り）とした。さらに、上記プロテアーゼ0.264g、クエン酸2g、50%乳酸45ul、蒸留水150mlを混合し、サンプル3（乳酸菌なし）とした。これらを45℃のインキュベーターで18時間浸漬した（一次発酵）。一次発酵を終えた試料を、1分間液切りをした。次に、サンプル1に、蒸留水125ml、サンプル2に、上記乳酸菌剤3.75g、50%乳酸125ul、蒸留水125ml、サンプル3に、上記乳酸菌剤3.75g、50%乳酸125ul、蒸留水125mlを混合し、45℃のインキュベーターで24時間浸漬した（二次発酵）。

二次発酵を終えた試料を、1分間液切りをした。水で1分間（60回/分）攪拌しながら3回洗米し、10分間水切りをした。同量の水で炊飯器（AL COLLE ARC-103W Mini Rice Cooker）を用いて炊いた（22分間）。炊飯後、そのままの状態でも10分蒸らし、7分間冷ました後、0.5gを精秤し、ケルダール法を用いて粗タンパク質量を算出した。

「乳酸発酵処理した炊飯米中のタンパク質の定量」の結果を、図1に示した。この結果より、「コントロール」の粗タンパク質量3.89%に対し、「乳酸菌入り」は、1.55%で、「乳酸菌なし」は、0.97%という値になった。後者二試料ともに低タンパク化されていたが、「乳酸菌なし」の方が、「乳酸菌入り」よりも粗タンパク質量が少ない結果となった。

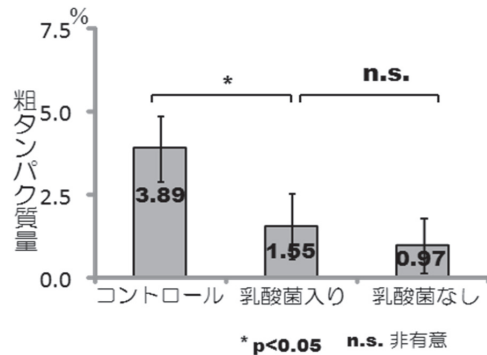


図1 乳酸発酵処理した炊飯米中の粗タンパク質量

このことから、乳酸菌以外に加えたものの影響が示唆され、タンパク質を分解するプロテアーゼの影響ではないかと考えた。

今回、乳酸菌の乳酸発酵を用いて炊飯後の米飯中のタンパク質の低減化を試み、その米のタンパク質量は減少を見たものの、「乳酸菌なし」のサンプル3よりもその効果は低いものであった。乳酸菌や酵素の入手が難しく、さらにそれらをも用いた方法では手間と時間がかかること、さらに乳酸発酵処理したご飯は、食味が良くなく、おいしく感じられなかったことから、乳酸発酵処理法による低タンパク米の調製は、家庭での炊飯には不向きと結論した。

2) 乳酸菌、あるいはプロテアーゼ処理した無洗米中のタンパク質の定量

「乳酸発酵処理した炊飯米中のタンパク質の定量」の実験結果より、乳酸菌以外の影響が示唆され、タンパク質分解酵素であるプロテアーゼの影響と考えた。

ここでは、個別的に乳酸菌とプロテアーゼにより、米中のタンパク質がどの程度低減するのかを検討した。作業を簡素化させるために、無洗米（滋賀県産こしひかり無洗米）を使用した。

無洗米10gに蒸留水10mlを混合したものをサンプル1(図2のC), さらにこれらに前記乳酸菌剤0.2gを混合したものをサンプル2(図2の#2), 2g混合したものをサンプル3(図2の#3), 前記プロテアーゼを0.02g混合したものをサンプル4(図2の#4), 乳酸菌剤0.2gとプロテアーゼ0.02gを混合したものをサンプル5(図2の#5), 乳酸菌剤2gとプロテアーゼ0.02gを混合したものをサンプル6(図2の#6), さらにポジティブコントロールとして無洗米の代わりに「バイオテックジャパン越後米1/25低タンパク米」10gをサンプル7(図2のPC)として27℃で24時間浸漬した。浸漬後, 上清を捨て, 40mlの蒸留水で3回振り洗いをし, ろ紙上で水切りをした。十分に水が切れた米を, 再度ろ紙上で半日風乾させた。風乾した米を乳鉢で粉碎し, 粉碎した米0.5gを精秤し, ケルダール窒素定量法を用いて粗タンパク質を算出した。

「乳酸菌, あるいはプロテアーゼ処理した無洗米中のタンパク質の定量」の結果を図2に示した。

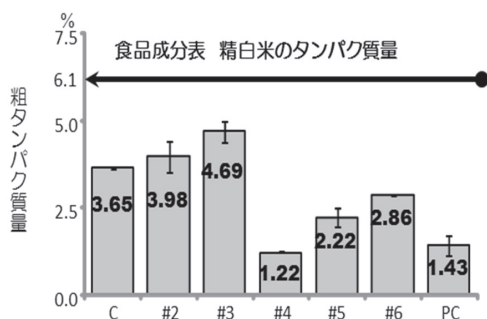


図2 乳酸菌, あるいはプロテアーゼ処理した無洗米中の粗タンパク質量

この結果より, 乳酸菌のみでは粗タンパク質量は低減しないことがわかった。「#4プロテアーゼのみ」の米中の粗タンパク質量が「#7ポジティブコントロール」よりも粗タンパク

質量が少なかったことから, プロテアーゼによって米中のタンパク質量が分解され, 低減したと考えられる。

今回の実験では, 無洗米を使用した, 無洗米の外装袋に記載されていた品質表示の「栄養成分表」のタンパク質の値は, 6.10g/100g(6.1%)で食品成分表値⁸⁾と同じ数値が記載されていた。コントロールでは, 水の24時間浸漬のみで粗タンパク質量が3.65%(3.65g/100g)と精白米の食品成分表値⁸⁾よりも少なかったことから, 水に浸漬させることか, 洗うことでタンパク質量が低減されることが示唆された。

3) 無洗米の浸漬時間とその米中のタンパク質の定量

「乳酸菌, あるいはプロテアーゼによる米中のタンパク質の定量」の結果より, 無洗米を水で洗うか, 水に浸漬することで無洗米中のタンパク質量を低減させる可能性が示唆されたため, 無洗米を水に浸漬させる時間を変えた場合の変化を見た。

無洗米(滋賀県産こしひかり)5gを50mlチューブに入れ, 蒸留水を7.5ml(米重量の1.5倍)加え, 27℃インキュベーターで, サンプル1:0分, サンプル2:30分, サンプル3:1時間, サンプル4:3時間, サンプル5:6時間, サンプル6:24時間の各時間浸漬した。浸漬後, 上清を捨て, ろ紙上で水切りをした。十分に水が切れた米を, 再度ろ紙上で半日風乾させた。風乾した米を乳鉢で粉碎し, 粉碎した米0.5gを精秤し, ケルダール窒素定量法を用いて粗タンパク質量を算出した。

「無洗米の浸漬時間とその米中のタンパク質の定量」の結果を, 図3に示した。

浸漬時間0分のサンプル1の粗タンパク質量は, 4.43%, サンプル2:30分では5.25%, サンプル3:1時間では5.71%, サンプル4:

3時間では5.85%，サンプル5：6時間では5.49%，サンプル6：24時間では5.66%という結果で、浸漬時間0分よりも増加したものの、各浸漬時間とも変化が見られなかった。このことから、水に浸漬することでは米中のタンパク質は低減されないことが示唆され、浸漬よりも洗う作業の方が重要と考えられた。

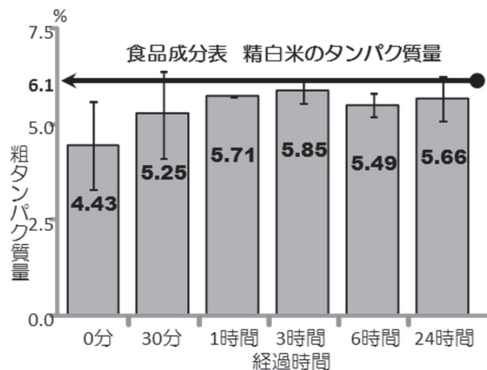


図3 無洗米の浸漬時間とその米中の粗タンパク質量

4) 洗米による米中のタンパク質量の変化

無洗米の浸漬時間と米中のタンパク質の定量の結果より、無洗米を水に浸漬することでは無洗米中のタンパク質量を低減させることはできなかったため、洗う作業（洗米）の方が重要と考え、無洗米の「洗いあり」と「洗いなし」を比較した。

サンプル1として、試料の栄養成分値（食品成分表値⁸⁾と同等)のタンパク質量6.10g/100gに対して図2のC（サンプル1）と図3の24時間（サンプル6）を比較した。サンプル2「洗いあり」として、「2. 乳酸菌，あるいはプロテアーゼ処理した無洗米中のタンパク質の定量」の実験サンプル1と，サンプル3「洗いなし」として「3. 無洗米の浸漬時間とその米中のタンパク質の定量」の実験サンプル6を比較した。

「洗米による米中のタンパク質量の変化」

の結果を，図4に示した。「洗いあり」は，試料の栄養成分値6.10%に比べタンパク質量が3.65%で約40%低い値であった。「洗いなし」は，試料の栄養成分値6.10%に比べタンパク質量が5.66%で約8%低い値であった。この結果より，予想していた通り，水で洗うことで米中のタンパク質がある程度低減することが考えられる。

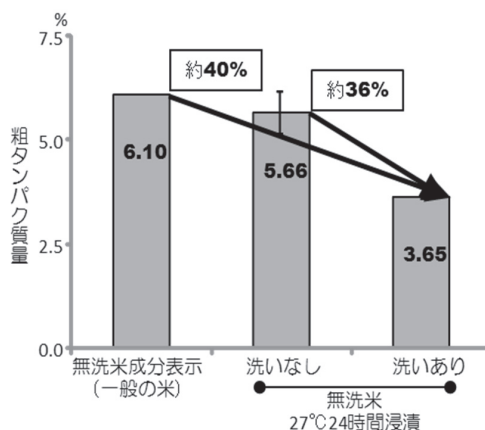


図4 洗米による米中の粗タンパク質量の変化

3 まとめと今後の課題

今回，特許を参考に，乳酸菌の乳酸発酵を用いて炊飯後の米飯中のタンパク質の低減化を試みた結果，乳酸発酵・プロテアーゼ処理した米のタンパク質量は低下した。しかしながら，乳酸発酵を用いたご飯は，食味が良くなく，おいしく感じられなかった。さらに乳酸菌や酵素の入手が難しく，手間がかかった。このようなことから，乳酸発酵法は家庭での炊飯には不向きであると考えた。

無洗米を試料とした実験では，無洗米のタンパク質は，酵素に浸漬したものが最も低減していたことから，酵素によってタンパク質が分解されたことが予想された。また，無洗米のタンパク質量は，精白米の食品成分表値⁸⁾よりも少なく，無洗米の浸漬時間による

低減は見られなかったことから、洗うことで米のタンパク質がある程度低減されることが示唆された。

米を洗うことで米のタンパク質量が低減することがわかったので、今後は、家庭での精米方法や、洗米方法を検討、提案することができるのではないかと考えられる。また、今回の実験では、米中に10%程度含まれる水溶性のタンパク質が流出したと考えられることから、今後は米中のプロテインボディ内に約80%含まれるグルテリンを流出させる手段を検討したい。

本実験では、ケルダール法により、粗タンパク質量を見たが、現在は、低タンパク品種の米なども市販しているメーカーもグルテリン量を減らすことを研究、開発していることから、今後は、グルテリン量の変化を見ることが必要である。

食品成分表⁸⁾の値も粗タンパク質量の値を用いているので、米中に約10%含まれる難消化性のプロラミンを引いた値で栄養計算等利用してもいいのではないかとと思われる。

今回の実験で使用した無洗米は、栄養成分表示のタンパク質量が、通常の精白米の食品成分表値⁸⁾だった。今回の定量値の方が、低かったので、無洗米としてのタンパク質量を栄養士が知ることで、栄養指導に利用できる

と思われる。また、米の産地、品種によってもタンパク質量の違いがあることも栄養士は知っておかなくてはならない。患者自身もこれらの情報を知ることで、おかずやご飯の量が増やせる可能性がある。

栄養士、患者への情報提供ができれば糖尿病腎症患者のQOLの向上の手助けになるのではないかと考える。

参考文献

- 1) 日本透析医学会：図説わが国の慢性透析療法の現況, 2013, pp.3-5, 11-12
- 2) 厚生労働省：平成24年国民健康・栄養調査の結果, 2013, pp.7-10
- 3) 厚生労働省：平成23年患者調査の概況, 2012, p.17
- 4) 厚生労働省：平成23年度国民医療費の概況, 2013, p.3
- 5) 一般社団法人全国腎臓病協議会HP：透析治療にかかる費用, p.1
<http://www.zjk.or.jp/kidney-disease/expense/dialysis/index.html> (2014年9月17日)
- 6) 山田千佳子, 和泉秀彦, 加藤保子：米アレルギーンタンパク質とその低減化 川崎医療福祉学会誌, 16(1), 2006, 21-29
- 7) 株式会社バイオテックジャパン：「低タンパク米の製造方法」(特開2010-252714)
- 8) 新食品成分表編集委員会：新食品成分表(日本食品標準成分表2010準拠), 2011, p.22