

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 17 日現在

機関番号：82111

研究種目：基盤研究(C)

研究期間：2011～2013

課題番号：23500948

研究課題名(和文) 米粉澱粉の改質による吸水性制御技術の開発と利用特性の解明

研究課題名(英文) Controlling water absorption of rice flour by alteration of starch quality

研究代表者

松木 順子 (Matsuki, Junko)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・食品総合研究所・食品素材科学研究領域・主任研究員

研究者番号：10353955

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 4,100,000円、(間接経費) 1,230,000円

研究成果の概要(和文)：米粉は澱粉を主体とする素材であり、その利用特性は澱粉の性質に大きく依存する。米粉の吸水特性を調節することで、澱粉の糊化特性を制御し、調理特性を改変できるものと考えられる。そこで、酵素処理、熱処理、アルカリ処理などを用いて米粉の吸水特性の改変を試みたところ、プルラナーゼと温水処理を組み合わせることにより、吸水量を低減できることが明らかとなった。澱粉の結晶性は吸水量と高い相関があるが、吸水速度はこれと独立に制御できることが明らかとなった。米粉の利用特性の改善や、新たな用途開発に繋がられる可能性が示唆された。

研究成果の概要(英文)：Starch is the major component of the rice flour, and utilization of the rice flour is mainly affected by the characteristics of the starch. By controlling the water absorption of the rice flour, gelatinization of starch can be controlled, and improvement of the cooking quality of the rice flour is enabled. Enzyme, heat, and alkali treatments were employed to alter the water absorption of the rice flour. Combination of pullulanase treatment and annealing of the starch lead to the reduction of water absorption of the rice flour. Although starch crystallinity is highly correlated with the water absorption capacity, the absorption rate can be separately controlled. Therefore, these procedures can be used to improve the usage of the rice flour, which can lead to the development of novel utilizations.

研究分野：総合領域

科研費の分科・細目：生活科学・食生活学

キーワード：米粉 吸水 澱粉 結晶性

1. 研究開始当初の背景

小麦粉代替品として米粉を利用した製品開発が加速する中、米粉の基本特性や加工特性に影響を及ぼす因子の解明が不足している。筆者はこれまでに、米粉利用の上で重要な現象である吸水特性を詳細に解析するために、吸水量と吸水速度の二つのパラメータの簡易測定法を開発するとともに、米粉の吸水特性と製パン適性との関係を調査し、吸水量が少なく吸水速度の大きい米粉を用いた場合に米粉パンの比容積が高くなることを見いだしている。損傷澱粉含量の高い米粉は多く吸水することが知られており、米粉品質評価上の指標となっているが、損傷澱粉含量の差が小さくても吸水特性に大きく差が生じる例が見いだされ、吸水性を予測するためにはさらに高精度な評価指標を見いだす必要があることが示唆されている。

2. 研究の目的

米粉の吸水性には、米粉の主成分である澱粉の吸水性が最も大きい影響を及ぼすことが想定される。澱粉粒子の内部は結晶質と非晶質部分が分布していると考えられているが、結晶質部分には自由水が入りにくいことから、非晶質部分の量や質が澱粉粒の吸水に大きく関わっていると考えられる。そこで、本研究では、澱粉の結晶性を改変させる方法を開発し、結晶性を制御した種々の米粉を用いて吸水性評価を行い、澱粉の結晶性と吸水特性の関係を明らかにし、吸水性を予測するための評価指標を見いだすことを目的とした。

3. 研究の方法

(1)材料

品種としては、代表的な食用品種であるコシヒカリに加えて、アミロース・脂質複合体形成の影響を解析するため、モミロマンおよびミルキークイーンを用いた。処理には米粒と、これを粉砕した米粉を用いた。

(2)酵素処理の検討

酵素はプルナーゼを使用した。常圧、減圧、加圧状態で酵素を含む緩衝液中に米粒あるいは米粉を浸漬し反応させた後、脱水、乾燥（および必要に応じて粉砕）して酵素処理米粉を得た。得られた米粉の平均分子量、見かけのアミロース含量を測定して澱粉の構造変化を解析するとともに、DSC による糊化特性測定により、結晶性に及ぼす影響を解析した。

(2)物理処理の検討

物理処理として、糊化温度での温水処理および湿熱処理を検討した。物理処理後、(1)と同様に脱水、乾燥および必要に応じて粉砕

し、物理処理米粉を得た。DSC による糊化特性測定により、結晶性に及ぼす影響を解析した。

(3)化学処理の検討

酸処理およびアルカリ処理後に(1)と同様に脱水、乾燥および必要に応じて粉砕し、処理米粉を得た。DSC による糊化特性測定により、結晶性に及ぼす影響を解析した。

(4)加工適性の解明

(1)～(3)の結果を基に、結晶性が向上する処理条件を選択し、米粉を調製し、吸水特性、RVA 粘度特性を評価した。

4. 研究成果

(1)酵素処理の検討

酵素濃度、反応時間、反応温度を変えてコシヒカリの米粒をプルナーゼで処理し、これを粉砕して得られた米粉について澱粉の平均分子量を測定したが、プルナーゼ処理の効果は確認できなかった。

次に、湿式気流粉砕で得たコシヒカリ米粉に対して同様の酵素処理を行ったが、米粒に酵素処理をしたときと同様の結果となった。

プルナーゼは糊化澱粉にのみ作用することから、損傷澱粉含量の低い湿式気流粉砕で得られた米粉や穀粒には十分に作用しなかったと考えられた。

そこで、乾式気流粉砕で得たコシヒカリ米粉を材料に用いることを検討した。損傷澱粉含量が高く、米粉の懸濁液の粘度が高くなり、脱水時に目詰まりすることから、大量調製が困難であったが、平均分子量の低下が認められた。

上記調製粉について、DSC 測定をおこなったところ、いずれの粉でもプルナーゼ処理による糊化特性への影響は認められなかった。

(2)物理処理の検討

水分含量、処理温度を変えてコシヒカリの米粒を温水処理および湿熱処理し、これを粉砕して得られた米粉について、DSC 糊化特性を測定した(図 1)。無処理米粒から得た米粉と比較すると、温水処理(図 1 の浸漬)を行った場合にはピーク幅が狭くなり、処理温度が高いほど糊化温度は上昇した。このことから、温水処理により結晶性が向上したと考えられた。湿熱処理を行った場合には、糊化温度は上昇したものの、吸熱エンタルピーが低下した。湿熱処理により澱粉の結晶化度が低下したことが示唆された。その一方で、120 で湿熱処理を行った場合に 112 付近にピークが生じており、より安定型のアミロース脂質複合体が形成された可能性が示唆された。

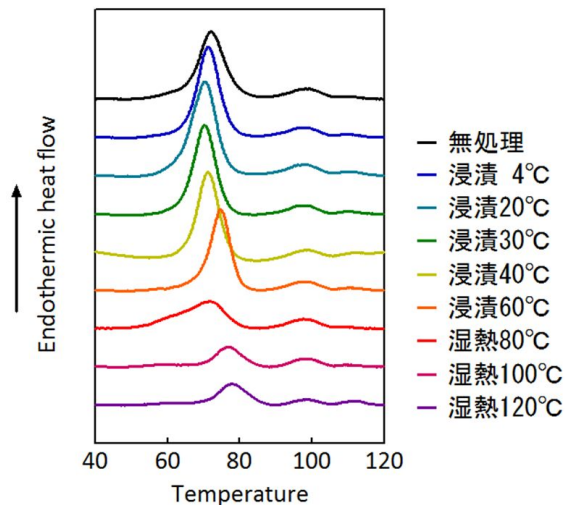


図 1 温水処理および湿熱処理した米粒を粉碎して得られた米粉の DSC 糊化曲線

(3) アミロース含量の影響

アミロース脂質複合体の形成を確認するため、アミロース含量の異なる品種の米粒を用いて、コシヒカリで顕著な効果が見られた 60 温水処理および 120 湿熱処理を行い、これを粉碎して得られた米粉について、DSC 糊化特性を測定した。ミルキークイーンでは 112 付近のアミロース脂質複合体由来ピークは認められなかった。モミロマンでは 100 付近のピークの幅の広がり観察された。また 115 付近ではわずかにベースラインからの変動が認められた。見かけのアミロース含量が高いこととアミロース脂質複合体の安定型の形成は必ずしも一致していなかった。

(4) 酸およびアルカリ処理の検討

酸処理では非晶質部分の除去が期待されたが、糊化特性への影響は認められなかった。アルカリ処理は澱粉の糊化を促進することから、吸熱エンタルピーが低下することが期待された。水酸化ナトリウム処理では糊化温度の上昇、糊化エンタルピーの低下が観察された。一方、水酸化カルシウム処理では、処理粉の吸水性が非常に低下したため、DSC 糊化特性測定が不可能であった。

(5) 吸水特性の解析

(1)~(4)の結果に基づき、顕著に結晶性が改変される処理条件を選択し、米粉を調製し、吸水特性を評価した。

温水処理によって吸水速度の低下が認められた。また、湿熱処理によって吸水量の増加が認められた。これまでの結果と同様、吸水量と DSC 糊化吸熱エンタルピーとの間には高い相関が認められた。一方、乾式気流粉碎した米粉では、他の粉碎方法による米粉と比較してプルラナーゼ処理による効果が顕著

に現れ、吸水速度が速くなる傾向が認められた。糊化特性と吸水速度の間には特に有意な相関は認められず、吸水速度は糊化現象とは独立して調節できる可能性が示唆された。

アミロース含量の異なる米粉にプルラナーゼ処理、温水処理、湿熱処理を行った場合、処理の効果はいずれの米粉でも同様の傾向を示し、すなわち、温水処理による吸水速度の低下、湿熱処理による吸水量の増加が認められた。この傾向は、モミロマンで顕著であった。結晶性はアミロペクチンの性質であると考えられているが、アミロースの存在が結晶性に影響を及ぼしている可能性が示唆された。

アルカリ処理の後に得た米粉は、吸水性が著しく低下し、撥水性が賦与されることを見いだした。詳細は特許出願中のため、割愛する。

(6) RVA 粘度特性の解析

(5)で用いた粉について、RVA 粘度特性の評価を行った。プルラナーゼ処理により、最高粘度および最終粘度が低下し、湿熱処理により粘度上昇開始が遅延する傾向が認められた。特に乾式気流粉碎で得た米粉をプルラナーゼ処理した場合の粘度低下が著しく、アミロース含量の高いモミロマンと同等の粘度特性を示すようになった。

本研究では、当初の目的の一つであった、結晶性を高め、吸水量を低減させるような制御方法を見いだすことはできなかった。しかしながら、特に非晶質領域の多い米粉へのプルラナーゼ処理と温水処理を組み合わせることにより吸水特性を改変できることから、損傷澱粉含量の高い乾式気流粉碎による米粉など、製パン適性の低い米粉の吸水特性を改変し、利用特性を改善できる可能性が示された。

さらに、アルカリ処理によって吸水速度が大幅に改変されることを見いだした。このことは、吸水速度が結晶性とは別の要因で制御されていることを示唆している。処理の組み合わせによって吸水量と吸水速度を別々に制御できるようになれば、米粉の新たな利用法の開発に繋げられる可能性が示唆される。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

〔雑誌論文〕(計 4 件)

與座宏一、松木順子、市販米粉の製パン性について、食品総合研究所研究報告、査読有、78 巻、2014、43-46

http://www.naro.affrc.go.jp/publicity_report/publication/files/78_houkoku_p43-p46.pdf

岡部繭子、岡留博司、與座宏一、松木順子、奥西智哉、春日重光、米粉の粒子径分布構成範囲が粉体特性および製パン性に与える影

響、粉体工学会誌、査読有、49 巻、2012、901-906

<http://dx.doi.org/10.4164/sptj.49.901>

松木順子、米粉利用のための特性評価の現状と課題、応用糖質科学、査読なし、2 巻、2012、7-11

<http://ci.nii.ac.jp/naid/110009631320>

Prajongwate Satmalee, Junko Matsuki, Effect of debranching and heat-moisture treatment on the properties of Thai rice flours, International Journal of Food Science and Technology, 査読有、vol. 46, 2011, 2628-2633.

DOI: 10.1111/j.1365-2621.2011.02793.x

〔学会発表〕(計 8 件)

奥西智哉、岡留博司、松木順子、鈴木啓太郎、宮下香苗、米粉特性がパン製造加工特性に与える影響、日本農芸化学会 2014 年度大会、2014 年 3 月 28 日、明治大学

松木順子、八田珠郎、池正和、與座宏一、徳安健：澱粉と水酸化カルシウムの結合特性の解析、日本応用糖質科学会平成 25 年度大会、2013 年 9 月 25 日、鹿児島大学

松木順子、澱粉粒の構造 - アミロースの存在様式を中心として - 、AACC International 日本支部平成 24 年第 1 回講演会、2012 年 11 月 27 日、製粉会館(東京都)

Junko Matsuki, Tomoya Okunishi, Hiroshi Okadome, Ken Tokuyasu, Starch properties affecting water absorption of rice flour, AACC International 2012 Annual Meeting, Hollywood, Florida, USA, 2012 年 10 月 1 日 ~ 10 月 2 日

松木順子、奥西智哉、岡留博司、徳安健、米粉の澱粉特性が吸水性に及ぼす影響の解析、日本応用糖質科学会平成 24 年度大会、2012 年 9 月 19 日、東京農工大学

松木順子、城間力、池正和、徳安健：アミロース・脂質複合体の水酸化カルシウム処理・炭酸ガス中和処理時における構造変化、日本農芸化学会 2012 年度大会、2012 年 3 月 25 日、京都女子大学

松木順子、城間力、朴正一、徳安健：澱粉の水酸化カルシウム処理・CO₂ 中和が糊化特性および酵素糖化性に及ぼす影響の評価、日本応用糖質科学会平成 23 年度大会、2011 年 9 月 28 日、北海道大学

與座宏一、堀金 彰、松木順子、岡留博司、徳安健、米粉パン生地の混捏過程におけるミキサーの消費電流値解析、日本食品科学工学会第 58 回大会、2011 年 9 月 10 日、東北大学

〔産業財産権〕

出願状況 (計 1 件)

名称：撥水性を賦与した改質穀粒又は改質穀粒破砕物とその製造法

発明者：松木順子、徳安健、與座宏一、池正

和

権利者：独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構

種類：特許

番号：特願 2014-024015

出願年月日：2014 年 2 月 12 日

国内外の別：国内

6 . 研究組織

(1) 研究代表者

松木 順子 (MATSUKI, Junko)

独立行政法人農業・食品産業技術総合研究機構・食品総合研究所・食品素材科学研究

領域・主任研究員

研究者番号：10353955