

令和 6 年 6 月 12 日現在

機関番号：33401

研究種目：基盤研究(C)（一般）

研究期間：2021～2023

課題番号：21K02117

研究課題名（和文）アルブミン、グロブリンの挙動と古米の米飯テクスチャー劣化

研究課題名（英文）The relationship between soluble proteins, such as albumins and globulins, and cooked rice texture

研究代表者

大能 俊久（Ohno, Toshihisa）

福井工業大学・環境学部・教授

研究者番号：60390902

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,000,000円

研究成果の概要（和文）：コシヒカリ、低グルテリン米春陽、低タンパク質米を40 日に1,または2か月貯蔵してその米飯テクスチャーを調べることにより、米の貯蔵による米飯テクスチャー変化にタンパク質が大きく関すると推測しました。この時、易溶性タンパク質の一部は40 貯蔵によって不溶性へと変化しましたがその変化量は小さく、貯蔵による米飯テクスチャー劣化の主要な原因は易溶性タンパク質の不溶化ではないと推測しました。

研究成果の学術的意義や社会的意義

総タンパク質量が多いと米飯テクスチャーが劣化することは公知の事実です。しかし、どのタンパク質がどのように米飯テクスチャーに関与しているのかについてはほとんど解明されていません。本研究では、米のタンパク質をその溶解性から4種類に分類し、どれが米飯テクスチャーに深く関与しているのかを調べています。このような研究を継続することで、総タンパク質量ではなく、個々のタンパク質の米飯テクスチャーへの関与を明らかにできると考えます。

研究成果の概要（英文）：The relationship between soluble proteins, such as albumins and globulins, and cooked rice texture was examined. The aged rice textures which was Koshihikari, low-glutelin rice or low-protein rice revealed that the protein was greatly concerned with the textural change for storage. Some part of the soluble proteins changed to the insoluble proteins, but the amount of change was small.

研究分野：食品科学

キーワード：米飯 テクスチャー タンパク質 アルブミン グロブリン

1. 研究開始当初の背景

消費者は「コシヒカリ」、「つや姫」、「ゆめぴりか」などの良食味品種の米を高値で購入しており、大勢の消費者がおいしい米を望んでいることは明らかである。しかし、1950年代に育種された「コシヒカリ」が未だに最高級の良食味米として日本国内に君臨している。その原因は米の食味や米飯のおいしさに関する研究が遅れていることにあると考える。

米の食味にはタンパク質が関与するとされ、総タンパク質量が多いと米飯テクスチャーが劣化することは食品研究者の間で十分認識されている。しかし、タンパク質がどのように米飯テクスチャーに関与するのかについてはほとんど解明されていない。そこで、米飯テクスチャーに深く関与するタンパク質が存在すると仮定し、そのタンパク質の探索やそのタンパク質が米飯テクスチャーに関わるメカニズムの解明を試みる。

2. 研究の目的

本研究では、水可溶性のアルブミンと塩類溶液可溶性のグロブリンの挙動に焦点を当てた。特に古米化が進んだ時にタンパク質と米飯テクスチャーはどのように変化するのかや両者の関係について詳しく調べた。これらの研究を通して米飯テクスチャーに深く関わるタンパク質があるのかないのか、あるとすればどのようなタンパク質なのか、についての知見を得ることを目的とした。

3. 研究の方法

一部の研究では研究対象として古米(新米を40で1か月以上保存した米)を使用した。新米(保存前の米)を冷凍保存しておくことで、元々成分が同じで保存中の変化のみが米飯テクスチャーに影響している試料(新米、古米)を容易に研究対象にすることができるという利点があるからである。

3-1: 貯蔵による米飯テクスチャー劣化へのタンパク質の関与

コシヒカリ、低グルテリン米春陽、低タンパク質米について、これらを40で0か月、1か月、または2か月貯蔵したものを試料とした。

これらの米を炊飯し、米飯1粒ずつについてテンシプレッサーで2 mm/sのスピードで変形を与え、圧縮時の最大の力を硬さ、引張時の最大の力を粘りとし、粘り/硬さをバランス度とした。試験区ごとに計30粒以上を測定した。

上記コシヒカリについてミリQ水に1時間浸漬後のタンパク質の溶出量をローリー法により調べた。また、1時間浸漬した溶液について電気泳動を行い、溶出したタンパク質を検出した。電気泳動による検出は各試料とも3連で実施した。

3-2: アルブミン添加米のテクスチャー

福井県産コシヒカリに28%ウシ血清アルブミン溶液を添加、混合してアルブミン添加米を調整し、その後自然乾燥して試料とした。アルブミン添加前のコシヒカリ(対照)のタンパク質量は5.6%だが、アルブミンを添加した米のタンパク質量は、計算により6.1%となった。これらの米(対照、アルブミン添加)を炊飯し、米飯テクスチャーの測定を3-1に記載の方法で行った。

4. 研究成果

(1) 貯蔵による米飯テクスチャー劣化へのタンパク質の関与

コシヒカリ、春陽、低タンパク質米の米飯テクスチャーの測定結果を表1から表3に示す。40貯蔵していないものを40-0M、40で1か月貯蔵したものを40-1M、40で2か月貯蔵したものを40-2Mと記載した。

コシヒカリと春陽では、40で1か月貯蔵から米飯のバランス度の有意な低下が認められ、2か月貯蔵ではさらにバランス度が低下した(表1、2)。春陽では40-1Mでのバランス度0.174が40-2Mではさらに大幅に低下して0.135となり、40-1Mと40-2Mのバランス度の間にも有意な差が認められた(表2)。

一方、低タンパク質米では40で2か月貯蔵してもバランス度の有意な変化は認められなかった(表3)。コシヒカリのタンパク質含有量は5.6%であり、春陽のタンパク

表1 コシヒカリの米飯テクスチャー

	硬さ ($10^6 \times N$)	粘り ($10^5 \times N$)	バランス度
40-0M	3.04 ± 0.44 ^a	8.36 ± 0.67 ^a	0.279 ± 0.036 ^a
40-1M	3.39 ± 0.51 ^b	7.97 ± 0.67 ^b	0.240 ± 0.042 ^b
40-2M	3.41 ± 0.43 ^b	7.60 ± 0.70 ^c	0.227 ± 0.039 ^b

平均値 ± 標準偏差で示した。

同じ列の違うアルファベットを付けた値の間には有意差($p < 0.05$)がある。

表2 春陽の米飯テクスチャー

	硬さ ($10^6 \times N$)	粘り ($10^5 \times N$)	バランス度
40-0M	2.89 ± 0.48 ^a	5.45 ± 0.82 ^a	0.195 ± 0.036 ^a
40-1M	3.07 ± 0.54 ^b	5.20 ± 0.69 ^a	0.174 ± 0.033 ^b
40-2M	3.44 ± 0.65 ^c	4.54 ± 0.99 ^b	0.135 ± 0.033 ^c

平均値 ± 標準偏差で示した。

同じ列の違うアルファベットを付けた値の間には有意差($p < 0.05$)がある。

質含有量は 5.8%、低タンパク質米のタンパク質含有量は 0.2%であった。タンパク質含有量の少ない低タンパク質米では貯蔵によるバランス度の有意な低下が認められなかった。このことから、貯蔵による米飯テクスチャーの劣化にはタンパク質が大きく関与すると推測した。

表3 低タンパク質米の米飯テクスチャー

	硬さ ($10^6 \times N$)	粘り ($10^5 \times N$)	バランス度
40-0M	2.78 ± 0.35	8.00 ± 0.84	0.295 ± 0.061
40-2M	2.69 ± 0.42	8.07 ± 0.74	0.308 ± 0.059

平均値 ± 標準偏差で示した。

†検定による有意差 ($p < 0.05$) は認められなかった。

(2) 溶出するタンパク質

40 で 0、1、2 か月貯蔵したコシヒカリをミリ Q 水で 1 時間浸漬した際のタンパク質溶出量を調べたところ、40-0M は 155 mg/100 g 米、40-1M は 119 mg/100 g 米、40-2M は 115 mg/100 g 米であった。米飯テクスチャーが劣化するとともに(表 1)、アルブミンやグロブリンなどの易溶性タンパク質も減少することが分かった。しかし、その変化は米 100 g 当たり約 40 mg と少なく、米 100 g を基準にすると 0.1% にも満たない量である。アルブミンやグロブリンなどの易溶性タンパク質は 40 貯蔵によって不溶性へと変化するがその変化量は小さく、貯蔵による米飯テクスチャー劣化の主要な原因は易溶性タンパク質の不溶化ではないと推測した。

また、各試料ともに 3 連で溶出するタンパク質を電気泳動で検出したところ、40-0M でタンパク質のバンドが濃いことが確認できた(図 1)。このことは 40-0M でタンパク質の溶出量が多いことと一致する。

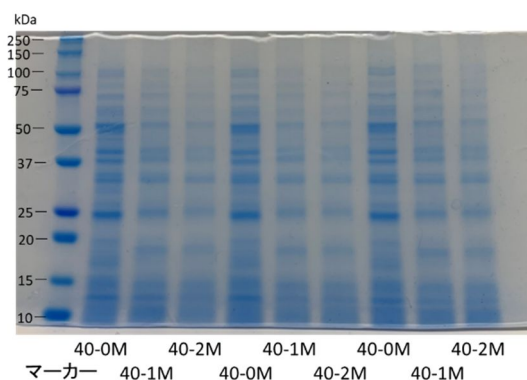


図1 溶出したタンパク質の電気泳動

(3) アルブミン添加米の米飯テクスチャー

アルブミンを添加したコシヒカリの米飯テクスチャーを表 4 に示す。対照の米のバランス度は 0.257、アルブミンを添加した米のバランス度は 0.239 であり、対照に比べて低下してはいるものの対照との間に 5% の危険率で有意な差は認められなかった。このことから、アルブミンなどの易溶性タンパク質の増減が米飯テクスチャーに与える影響は小さいと推測した。

表4 アルブミン添加米の米飯テクスチャー

	硬さ ($10^6 \times N$)	粘り ($10^5 \times N$)	バランス度
対照	2.70 ± 0.33	6.84 ± 0.64	0.257 ± 0.043
アルブミン添加	2.85 ± 0.54	6.61 ± 0.71	0.239 ± 0.045

平均値 ± 標準偏差で示した。

†検定による有意差 ($p < 0.05$) は認められなかった。

(4) まとめ

以上で述べたように、貯蔵による米飯テクスチャー劣化にタンパク質は大きく関与していると推測し、アルブミンやグロブリンなどの易溶性タンパク質が不溶化する量は米 100 g 当たり約 40 mg と少なく、易溶性タンパク質の不溶化は貯蔵による米飯テクスチャー劣化の主要な原因ではないと推測した。アルブミンを米 100 g 当たり 0.5 g 程度添加しても米飯テクスチャーの有意な変化は認められなかった。このことから、アルブミンなどの易溶性タンパク質の増減が米飯テクスチャーに与える影響は小さいと推測した。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 1件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 大能俊久, 寺岡若葉, 古澤和也	4. 巻 52
2. 論文標題 精米貯蔵における可溶性タンパク質の挙動	5. 発行年 2022年
3. 雑誌名 福井工業大学紀要	6. 最初と最後の頁 63-67
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 有
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計7件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 大能俊久, 児玉一馬
2. 発表標題 種々の溶液中での米タンパク質の溶出
3. 学会等名 日本農芸化学会2024年度大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大能俊久, 児玉一馬, 上村拓弥
2. 発表標題 硫酸デシルナトリウムなどの溶液で加熱した米の特徴
3. 学会等名 日本食品科学工学会第71回大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 上村拓弥, 児玉一馬, 小松節子, 大能俊久
2. 発表標題 還元剤溶液中における米タンパク質の脱離や溶出の挙動
3. 学会等名 日本食品科学工学会第71回大会
4. 発表年 2024年

1. 発表者名 大能俊久, 森本瑛土, 古澤和也
2. 発表標題 還元剤溶液中での加熱が米に与える影響
3. 学会等名 日本農芸化学会2023年度大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大能俊久, 森本瑛土, 古澤和也
2. 発表標題 タンパク質量の変化が米飯テクスチャーに与える影響
3. 学会等名 日本食品科学工学会第70回大会
4. 発表年 2023年

1. 発表者名 大能俊久, 寺岡若葉, 古澤和也
2. 発表標題 貯蔵による米飯テクスチャーの劣化と可溶性タンパク質、アミノ酸の挙動
3. 学会等名 日本農芸化学会2022年度大会
4. 発表年 2022年

1. 発表者名 大能俊久, 古澤和也
2. 発表標題 タンパク質に特徴のある米の米飯テクスチャー
3. 学会等名 日本食品科学工学会第69回大会
4. 発表年 2022年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	古澤 和也 (Furusawa Kazuya) (00510017)	福井工業大学・環境学部・教授 (33401)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------