

## モチ種紫黒米玄米の吸水ならびに利用特性

## Water Absorption and Characteristics of Unpolished Glutinous Purple Rice

中嶋加代子\*<sup>§</sup> 岸本律子\*\*

Kayoko Nakashima Ritsuko Kishimoto

The water absorption and characteristics of Asamurasaki unpolished glutinous purple rice were investigated. The water absorption was affected by the temperature of the distilled water used for washing the rice, being about twice as much when washed at 30°C than at 7°C. The rice samples were washed under the same conditions for direct comparisons. The amount of water absorbed by the unpolished glutinous purple rice was no different from that by unpolished glutinous white rice when the samples were soaked for 4 hours in water at 7°C. The amount of water absorbed by the unpolished purple rice was 36.8% when it was soaked for 24 hours in water at 30°C, and that of unpolished white rice was 33.7%. The soaking time needed to saturate the unpolished glutinous purple rice was 168 hours (34.1% water absorption) in water at 7°C, and 72 hours (40.3% water absorption) in water at 30°C. We suggest in practice that unpolished glutinous purple rice should be soaked for 8 hours at 30°C and then heated in a pressure cooker.

**キーワード**：紫黒米 purple rice；新形質米 newly developed rice；吸水性 water absorption；玄米 unpolished rice；モチ米 glutinous rice；利用特性 characteristics for the use

新形質米とくに色素米の調理科学的研究は高橋ら<sup>1),2)</sup>が行っており、新形質米一般については高橋ら<sup>3~8)</sup>、石谷<sup>9)</sup>、大坪<sup>10)</sup>の報告がある。生物資源学的視点からの研究としては猪谷<sup>11),12)</sup>、山本<sup>13)</sup>、全国農業新聞<sup>14)</sup>、堀末ら<sup>15)</sup>の報告があり、色素米の一種である紫黒米に含まれるアントシアニン色素に着目した研究報告は藤巻<sup>16)</sup>、猪谷<sup>17)</sup>、大庭<sup>18)</sup>、加藤ら<sup>19)</sup>が行っている。

筆者ら<sup>20~22)</sup>は近年、紫黒米の調理科学的研究に取り組んできた。紫黒米のアントシアニン色素は玄米の種皮部分すなわち糠層に含まれており、水溶性の鮮やかな紫色色素のシアニジン-3-グルコシドというポリフェノール類の一つである。モチ種紫黒米玄米の一種である「朝紫」は一般玄米に比べるとカルシウム、カリウム、マグネシウムの含量が高く種皮にアントシアニン色素を多量に含んでいるのが特徴である<sup>21)</sup>。玄米一般については竹生ら<sup>23)</sup>の報告がある。

本研究では、調理科学的視点より紫黒米玄米の吸水特性ならびに利用特性について得た知見を報告する。

## 試料および実験方法

## 1. 試料

紫黒米は収穫日 2000 年 10 月 25 日大分県宇佐市北宇佐産「朝紫」、白色米は収穫時期 2000 年 10 月佐賀県産「ヒヨクモチ」を用いた。

2 品種とも実験直前まで低温室 (7.0°C) で密封保存し、精白米は実験直前にそれぞれを歩留り 92% (立石電機社製オムロンホーム精米機 FN-R 11) に搗精したものを用いた。モチ種紫黒米玄米 (以下、紫黒米玄米と略す) およびモチ種白色米玄米 (以下、白色米玄米と略す) は使用時に種皮が破損していないかをチェックし、傷のない米粒のみを試料とした。

## 2. 実験器具

吸水中の米粒腐敗を防ぐため蒸留水はオートクレーブで滅菌後、冷却保存し、実験に際して各実験温度に調整した。実験器具もオートクレーブで滅菌して使用し、実験は本学実験室のクリーンベンチで行なった。ただし、7°C の実験は低温室内 (7°C) で行なったが、室内の空気は清浄な状態に保たれるようにした。

## 3. 水洗による吸水率の測定

米粒 20.0 g は 50 ml ビーカーに入れて実験前日に準備し、実験直前まで 7°C または 30°C で保存した。洗米及び浸漬に用いる滅菌蒸留水も 7°C または 30°C を使用し、測定方法は早瀬ら<sup>24)</sup>の方法に準じて以下に行なった。すなわち、米粒 20.0 g の入ったビーカーに滅菌蒸留水 40 ml を加え、ガラス棒を用い同一人が手動式で洗米条件が一定になるように攪拌した後、速やかに換水した。本操作を 3 回繰り返した後、網じゃくしに移して水気を切り、濾紙で迅速に米粒表面の付着水を除去し、洗米直後の吸水重量を測定した。これをビーカーに移して米粒が充分浸漬できる程度の滅菌蒸留水 40 ml 加え浸漬を開始した。実験誤差を少なくするため浸漬開始時および浸漬終了時、米粒表面の付着水の拭き取りは、同一人が濾紙で米粒内部の水分を吸い出さないよう迅速に水分除去操作を行なった。そ

\* 別府大学短期大学部  
(Beppu University Junior College)

\*\* 神戸学院大学  
(Kobe Gakuin University)

<sup>§</sup> 連絡先 別府大学短期大学部 食物栄養科 〒874-8501  
別府市北石垣82  
TEL 0977(67)0101 FAX 0977(66)9696

の後、米重量を測定し、その数値より吸水率を算出した。この実験を5回繰り返して各測定値の平均を算出した。

浸漬水温は冬期の平均水温7℃ および夏期の平均水温30℃（本学実験室の場合）を考慮して室全体を7℃ または30℃ に設定した後、ウォーターバス（SHIMADZU WATER BATH BW-3）で浸漬水を7℃ または30℃ に保持した。各操作も低温室（7℃, 3.5 m×5.5 m×2.5 m）またはクリーンベンチ（30℃）で行なった。

#### 4. 浸漬による吸水量の経時的变化の測定

浸漬時間は、玄米については5, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 80, 100 および120 分間、24, 48, 72, 120, 144 および168 時間を基本とし、120 分から24 時間の間は測定可能な時間を適宜設定した。168 時間という非日常的な長い浸漬時間を設定した理由は、予備実験によって玄米が吸水速度の遅いことが分かり、飽和吸水率を求めるためである。米粒の吸水率は、次式により求めた。

$$\text{吸水率}(\%) = \frac{\text{浸漬後の米粒重量} - \text{水洗前の米粒重量}}{\text{水洗前の米粒重量}} \times 100$$

精白米については0 分から120 分後までの吸水量を測定し、吸水率を玄米と同様の方法で算出した。

#### 5. 浸漬による紫黒米玄米の容積増加率の測定

メスシリンダーを用い7℃ および30℃ 浸漬時の米粒の容積増加量を測定した。米粒20.0 gを入れたビーカーで重量による吸水率測定と同様の方法により手早く洗米し、米粒表面の付着水を除去した後、米粒をメスシリンダーに移し滅菌蒸留水40 mlを加えた。浸漬時間は1, 2, 3, 5, 6, 7, 10, 12, 24 および72 時間とした。

#### 6. 玄米の炊飯方法

予備実験の結果からガス圧力鍋を用いて炊飯する方法を選択した。圧力鍋（イワタニ・フィスラー社製：内径22.0 cm, 容量6.0 l）はステンレス製を使用した。コンロはパロマ社製 MODEL IC-4801 Fを用い、強火はコンロ表示の強、弱火はコンロ表示の弱を使用した。加熱初期（圧力が上がるまで）は強火、圧力がかかったら弱火にして20 分間加熱した。その後、コンロからおろして20 分間（圧力が下がるまで）蒸らした。

#### 7. 統計処理

統計処理はStat View-J 4.5（SAS Institute, Inc., USA）にて行った。紫黒米玄米と白色米玄米の測定値間および紫黒米精白米と白色米精白米の測定値間の有意差検定はStudent's t-test によって行い  $p < 0.05$  を有意水準とした。

### 実験結果および考察

#### 1. 水洗による米粒の吸水率

水洗による米粒の吸水量を測定し、吸水率を表1に示した。紫黒米玄米の場合7℃ では2.1%, 30℃ では5.0%, 紫黒米精白米の場合7℃ の時7.0%, 30℃ の時11.0%であった。白色米玄米では7℃ の時2.8%, 30℃ の時4.4%で

表1. 洗米による各種米粒の吸水率比較

| 試料名       | 吸水率 (%)   |            | b/a | b-a |
|-----------|-----------|------------|-----|-----|
|           | 水温 7℃ (a) | 水温 30℃ (b) |     |     |
| モチ種紫黒米玄米  | 2.1±0.1   | 5.0±0.3    | 2.4 | 2.9 |
| モチ種白色米玄米  | 2.8±0.1   | 4.4±0.2    | 1.6 | 1.6 |
| モチ種紫黒米精白米 | 7.0±0.1   | 11.0±0.2   | 1.6 | 4.0 |
| モチ種白色米精白米 | 6.0±0.1   | 7.5±0.1    | 1.3 | 1.5 |

平均値 ± 標準誤差 (n=5)

a: 水温7℃における洗米による吸水率

b: 水温30℃における洗米による吸水率

b/a: 洗米蒸留水7℃の時の洗米による吸水率に対する洗米蒸留水30℃の時の洗米による吸水率の割合

b-a: 洗米蒸留水30℃の時の洗米による吸水率と洗米蒸留水7℃の時の洗米による吸水率の差

\*:  $p < 0.01$ , \*\*:  $p < 0.001$

あった。白色米精白米では7℃ の時6.0%, 30℃ の時7.5%であった。

これら4種類の米粒はb/a（洗米蒸留水7℃の時の洗米による吸水率に対する洗米蒸留水30℃の時の洗米による吸水率の割合）が全て1.0以上を示すことより、水洗による吸水率は水温によって左右され7℃より30℃の方が高いことが分かった。特に紫黒米玄米の水洗による吸水率は、b/aが2.4で最も高いことより水温による影響を受けやすいことが示唆された。

紫黒米玄米は水温7℃ および30℃ では吸水率に2.9%の差があり（表1のb-a）、紫黒米精白米では4.0%の差があった。それに対して白色米玄米では1.6%, 白色米精白米では1.5%と差は小さかった。これは紫黒米玄米・紫黒米精白米が白色米玄米・白色米精白米に比べて、洗米時の吸水率が水温による影響を受けやすいことを示唆している。

#### 2. 玄米の浸漬による吸水率の経時的变化

紫黒米玄米および白色米玄米を7℃ または30℃ 蒸留水に浸漬し、経時的に吸水率を算出して図1に示した。浸漬時間は、水洗した米粒の表面付着水を除去した後、各温度の蒸留水に浸漬した瞬間を0分とした。

7℃ の場合、紫黒米および白色米は浸漬120分以内では緩慢に吸水した。紫黒米の120分値8.0%と白色米の120分値8.6%は吸水率が近値であり、両者は4時間までは差がなかった。しかし、8時間以後に差がみられ紫黒米の吸水率は白色米よりも低くなったが、144時間で2品種とも同じ吸水率を示した。

30℃ の場合、10から50分までは紫黒米の吸水率が白色米より大きく、100分から24時間まではほとんど差がなかった。紫黒米は24時間で36.8%, 72時間でピーク（40.3%）を示した。一方、白色米は24時間で33.7%を示し、72時間後は米粒の崩壊が観察された。24時間以後、紫黒米が白色米より高かったのは米の種類によるものと推察さ

## モチ種紫黒米玄米の吸水ならびに利用特性

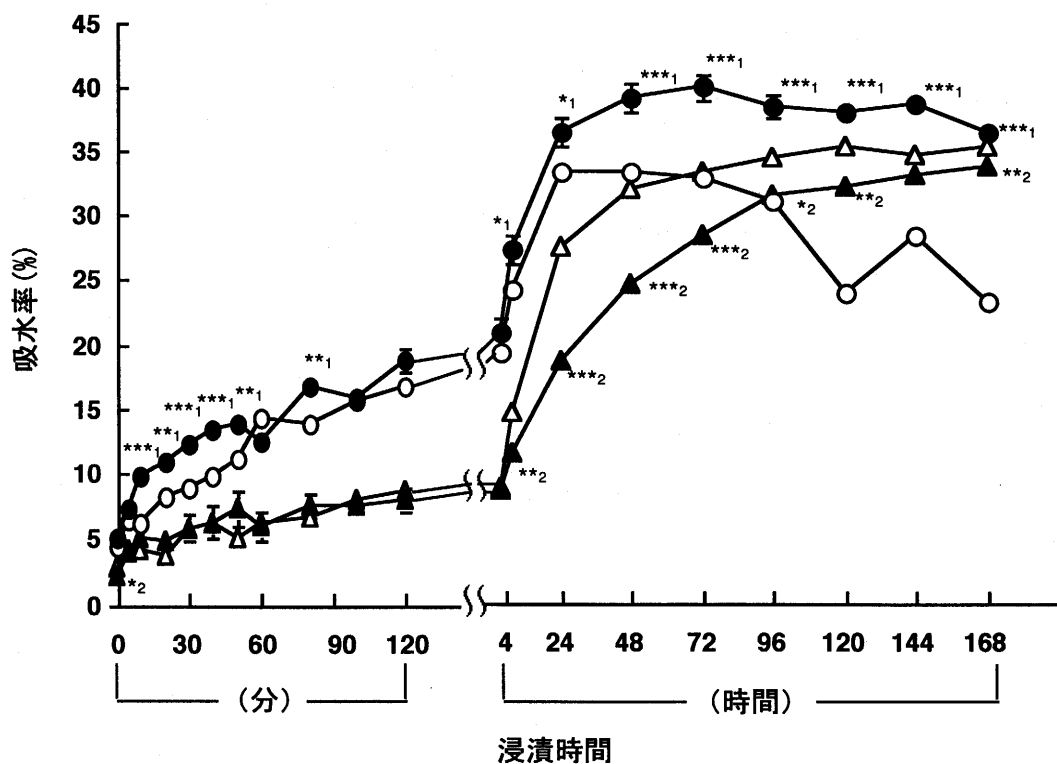


図1. 玄米吸水率の経時的変化

平均値±標準誤差 n=5

- モチ種紫黒米 30℃      ○ モチ種白米 30℃  
 ▲ モチ種紫黒米 7℃      △ モチ種白米 7℃  
 \*<sub>1</sub>: p<0.05 (vs. モチ種白米 30℃)      \*<sub>2</sub>: p<0.05 (vs. モチ種白米 7℃)  
 \*\*<sub>1</sub>: p<0.01 (vs. モチ種白米 30℃)      \*\*<sub>2</sub>: p<0.01 (vs. モチ種白米 7℃)  
 \*\*\*<sub>1</sub>: p<0.001 (vs. モチ種白米 30℃)      \*\*\*<sub>2</sub>: p<0.001 (vs. モチ種白米 7℃)

表2. 浸漬によるモチ種紫黒米玄米の容積の経時的変化

| 浸漬時間 (h) | モチ種紫黒米玄米の容積 (ml) |          | 容積増加率 (%) |        |
|----------|------------------|----------|-----------|--------|
|          | 水温 7℃            | 水温 30℃   | 水温 7℃     | 水温 30℃ |
| 0        | 28.2±0.1         | 28.2±0.2 | 0.0       | 0.0    |
| 1        | 29.0±0.1         | 29.5±0.3 | 2.8       | 4.6    |
| 2        | 29.1±0.1         | 30.2±0.2 | 3.2       | 7.1    |
| 3        | 29.3±0.1         | 31.4±0.3 | 3.9       | 11.3   |
| 5        | 29.8±0.3         | 31.5±0.3 | 5.7       | 11.7   |
| 6        | 30.0±0.3         | 31.5±0.3 | 6.4       | 11.7   |
| 7        | 30.4±0.3         | 32.8±0.4 | 7.8       | 16.3   |
| 10       | 30.7±0.3         | 32.8±0.5 | 8.9       | 16.3   |
| 12       | 30.9±0.3         | 33.1±0.4 | 9.6       | 17.4   |
| 24       | 32.8±0.9         | 35.2±0.5 | 16.3      | 24.8   |
| 72       | 35.0±0.3         | 35.8±0.4 | 24.1      | 27.0   |

平均値 ± 標準偏差 n=5

れる。

### 3. 紫黒米玄米の浸漬による容積増加率

紫黒米玄米の吸水状態の変化を視覚的に把握するため7℃および30℃浸漬時の米粒の容積増加量を測定し、表2に示した。容積増加量の測定にはメスシリンダーを使用したため精度が低いことを考慮し容積増加の傾向をみた。7℃では容積増加率が徐々に上昇したが、30℃では24時間

まで急激に上昇し72時間ではわずかな上昇を示した。両者とも図1の吸水率の経時的変化と同様の傾向であった。

### 4. 精白米の浸漬による吸水率の経時的変化

7℃および30℃で紫黒米精白米と白色米精白米の吸水率をそれぞれ比較した結果を図2に示した。7℃では紫黒米精白米と白色米精白米の吸水率は10分までは近値であった。20分で紫黒米精白米は23.0%、120分で30.0%を

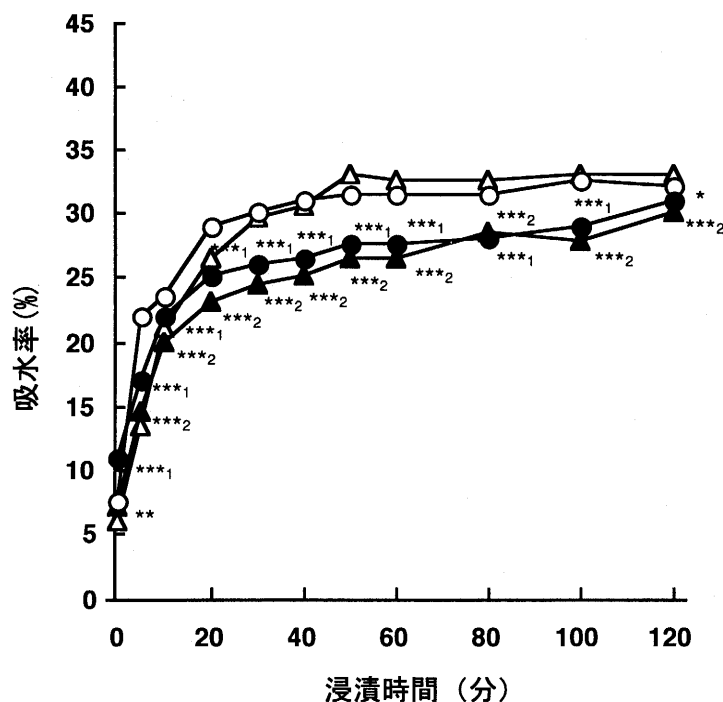


図2. 精白米吸水率の経時的変化

平均値±標準誤差 n=5

● モチ種紫黒米 30℃      ○ モチ種白色米 30℃  
 ▲ モチ種紫黒米 7℃      △ モチ種白色米 7℃

\*:  $p < 0.05$  (vs. モチ種白色米 30℃)\*\*:  $p < 0.01$  (vs. モチ種白色米 7℃)\*\*\*:  $p < 0.001$  (vs. モチ種白色米 30℃)\*\*\*2:  $p < 0.001$  (vs. モチ種白色米 7℃)

示し、吸水率が経時的に上昇した。30℃の場合、紫黒米精白米の吸水率は経時的に上昇したが、白色米精白米は浸漬初期の吸水率が高く、50分以後は一定吸水率31.5%を示した。

##### 5. 浸漬による米粒の飽和吸水率

玄米は精白米に比較して吸水速度が遅いため腐敗予防を行ないながら最長168時間吸水実験を行なった(図1)。この図より飽和吸水率は、紫黒米玄米では40.3%(30℃ 72時間)白色米玄米では33.7%(30℃ 24時間)であると推定された。紫黒米玄米について30℃浸漬12, 24および72時間の吸水時写真を撮った(図3)。72時間吸水時に泡立ちがみられ、96時間で発芽が観察され(図4)その後、芽は徐々に生長した。7℃において同様の実験を行ったが、168時間経過後も泡立ち現象や発芽はみられなかった。

以上の結果より、紫黒米玄米は7℃の場合168時間(7日間)までは泡立ちや発芽がないため浸漬可能であり、30℃では24時間までなら浸漬してもよいと考えられる。

##### 6. 吸水後の玄米の調理への応用

紫黒米玄米を炊飯する場合7℃で7日間や30℃で3日

間浸漬するのは非現実的であるため、実際には30℃で8時間浸漬し、圧力鍋を用いて炊飯した。

##### 1) 主食の例：紫黒米玄米雑穀めし

玄米と雑穀を30℃で8時間吸水し、圧力鍋で炊飯した。材料配合を表3に示した。雑穀は米と別に水洗した後、米と合わせて浸漬し加熱した。この料理は、日常的に主食とする白米飯と比べて軟らかであり、咀嚼などした後で少し粘るので口の中でまとまりやすく高齢者は食べやすいと思われる。

##### 2) 副食の例：紫ライスコロケ

紫黒米玄米を30℃で8時間、吸水し圧力鍋で炊飯した。材料配合を表4に示した。作り方は紫黒米玄米飯を潰した後、塩・こしょうで調味し、オリーブ油で炒めたみじん切り玉ねぎを混ぜ、その1/2量に薄切りウィンナーを混合した。その残りにほぐしたツナと茹でたみじん切りニンジンとを混合してまとめた。これらに薄力粉、溶き卵、パン粉をつけ180~190℃で1分間揚げた。この料理の外観は普通のコロケと似ているが、中は紫黒米玄米の紫黒色に他の材料が斑点状に混ざって美しく食欲をそそる料理と思われる。

## モチ種紫黒米玄米の吸水ならびに利用特性

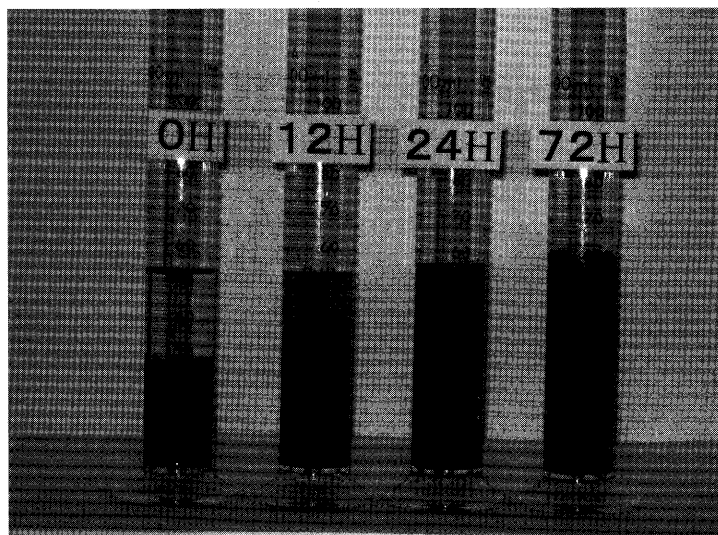


図3. モチ種紫黒米玄米の30℃ 浸漬時の吸水状態と泡立ち現象

0 H: 浸漬直後 12 H: 浸漬12時間 24 H: 浸漬24時間 72 H: 浸漬72時間

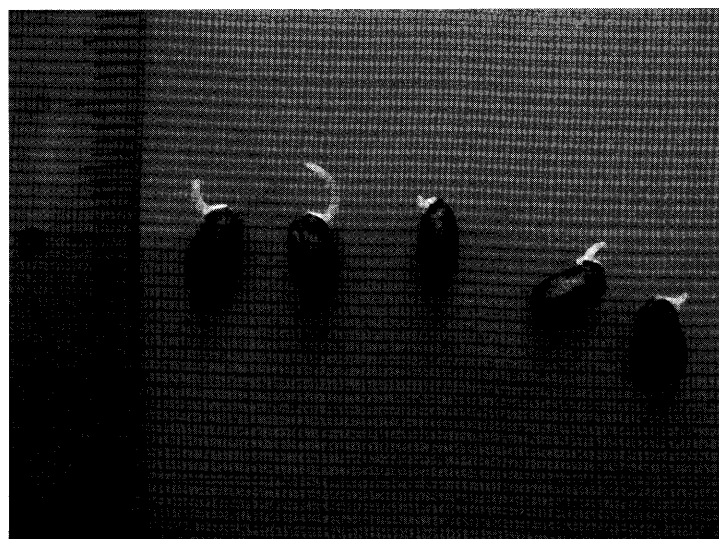


図4. 30℃ 96時間浸漬時のモチ種紫黒米玄米の発芽

表3. モチ種紫黒米雑穀めし

| 材料       | 分量 (4人分)          |
|----------|-------------------|
| モチ種紫黒米玄米 | 120g              |
| あわ       | 40g               |
| きび       | 40g               |
| ひえ       | 40g               |
| 水        | 330g (穀物重量の約1.4倍) |

表4. 紫ライスコロッケ

| 材料       | 分量 (4人分)         |
|----------|------------------|
| モチ種紫黒米玄米 | 170g             |
| 水        | 220g (米重量の約1.3倍) |
| たまねぎ     | 1/2個             |
| オリーブ油    | 大さじ1/2           |
| 塩・こしょう   | 各少々              |
| ウィンナー    | 3本               |
| ツナ(缶詰)   | (小)1缶            |
| にんじん     | 60g              |
| タルタルソース  | 適宜               |
| トマトケチャップ | 適宜               |
| 薄力粉      | 適量               |
| 溶き卵      | 適量               |
| パン粉      | 適量               |
| 揚げ油      | 適量               |

表5. 紫きなこ餅

| 材料       | 分量 (10人分) |
|----------|-----------|
| モチ種紫黒米玄米 | 350g      |
| 水        | 460g      |
| さつまいも    | (小)1個     |
| きなこ      | 適宜        |
| 砂糖       | 適宜        |
| 白玉粉      | 20g       |
| 水        | 適量        |

れる。

## 3) 菓子の例：紫きなこ餅

紫黒米玄米を30℃で8時間吸水した後、圧力鍋で炊飯した。材料配合を表5に示した。紫黒米玄米飯を粒がなくなるまで餅状にし、皮を剥いて蒸したさつまいもを粒が残らないように潰して混合した。この中に砂糖入り白玉を混ぜ込んで丸く成形し熱湯で茹でた後、きな粉をまぶした。試食してみると、モチモチした食感であった。

## 要 約

新形質米の一種であるモチ種紫黒米玄米「朝紫」の7および30℃における吸水率をモチ種白色米玄米と比較した。また具体的な利用特性について検討を行ない、得られた結

果を以下にまとめた。

- 1) 紫黒米玄米は白色米玄米、紫黒米精白米、白色米精白米よりも洗米水温の影響を受けやすく、30℃洗米による吸水率は7℃の2.4倍を示した。
- 2) 浸漬温度7℃の場合、紫黒米玄米および白色米玄米の吸水率は4時間までは差がなかったが、8時間以後に差がみられ紫黒米玄米は白色米玄米よりも低く、6日間で近値を示した。
- 3) 浸漬温度30℃の場合、10から50分間までは紫黒米玄米の吸水率が白色米玄米より大きかった。紫黒米玄米は24時間で36.8%、3日間でピーク(40.3%)を示し、白色米玄米は24時間で33.7%を示し差がなかった。紫黒米玄米は3日間吸水時に泡立ちがみられ、4

日間では発芽が観察された。

- 4) 各米の吸水量が飽和状態に達するまでの時間は、モチ種紫黒米玄米は水温 7℃ の場合 7 日間 (34.1%), 30℃ の場合 3 日間 (40.3%) であった。
- 5) モチ種紫黒米玄米を実際に炊飯する場合、米は 30℃ 8 時間吸水を行い、圧力鍋を使用した。加熱時間は 20 分間とし、蒸らし時間はコンロから鍋をおろした状態で 20 分間とした。この方法で得られた紫黒米玄米飯を用いて他の調理にも利用することが可能である。

## 文 献

- 1) 高橋節子, 西川優子 (1992), 新形質米の調理に関する研究 (第 1 報), 共立女子大学家政学部紀要, 第 38 号, 9-16
- 2) 高橋節子, 西川優子, 内藤文子 (1993), 新形質米の調理科学的研究 (第 2 報), 共立女子大学家政学部紀要, 第 39 号, 95-102
- 3) 高橋節子, 西川優子, 内藤文子 (1994), 新形質米の調理科学的研究 (第 3 報), 共立女子大学家政学部紀要, 第 40 号, 65-72
- 4) 内藤文子, 高橋節子 (1994), 新形質米の調理科学的研究 (第 4 報), 共立女子大学家政学部紀要, 第 40 号, 73-78
- 5) Setsuko Takahashi, Masae Ebihara and Keiji Kainuma (1998), Properties and Gel Characteristics of Flour and Starch Obtained from Newly Developed Rice Cultivars, *J. Home Econ. Jpn.*, vol. **49**, No. 3, 235-241
- 6) 海老原昌絵, 内藤文子, 貝沼圭二, 高橋節子 (1998), 新形質米の炊飯ならびに食味特性, 日本家政学会誌, **47**, 647-654
- 7) 石田恵美子, 貝沼圭二, 高橋節子 (2000), 赤ワイン添加が新形質米の炊飯ならびに食味特性に及ぼす影響, 日本調理科学会誌, **33**, 456-462
- 8) 西澤恭子, 硯博子, 内藤文子, 高橋節子 (2002), 新形質米の炊飯特性ならびに食味評価 (第 10 報), 共立女子大学総合文化研究所, 年報第 8 報
- 9) 石谷孝佑 (1993), 日本の米の特性と新形質米の開発, 日本調理科学会誌, **26**, 365-372
- 10) 大坪研一 (2002), 新形質米の特性とその利用例, 日本調理科学会誌, **35**, 393-398
- 11) 猪谷富雄 (1999), 食品加工総覧, 農山漁村文化協会, 東京, 106-109
- 12) 猪谷富雄 (2001), 赤米・紫黒米・香り米, 農山漁村文化協会, 東京, 1-4
- 13) 山本 朗 (1999), アントシアニン系色素を多く含む水稻 '赤名系紫黒米 3 号', 島根県農業試験場だより 88 号
- 14) 新品種紹介 (2000), 2000 年度農水省育成農作物, 全国農業新聞 (12 月 15 日), 7 面
- 15) 堀末 登 (2000), 米の品種改良, *Ajico News*, 199, 31
- 16) 藤巻 宏 (1989), "米" の高付加価値化をめざしてスーパーライス計画の全容, 食品と開発, **24**, 32-35
- 17) 猪谷富雄 (1999), 食品加工総覧, 農山漁村文化協会, 東京, 110-113
- 18) 大庭理一郎, 五十嵐喜治, 津久井亜紀夫, (2000), アントシアニン, 建帛社, 東京, 92-102
- 19) 加藤喜昭 (1990), 天然色素とその安定技術, 食品と開発, **25**, 14-18
- 20) 中嶋加代子 (2001), 紫黒米のアントシアニンに関する研究, 別府大学短期大学部紀要, 20, 1-6
- 21) 中嶋加代子 (2003), 色素米の調理, 日本調理科学会誌, **36**, 340-343
- 22) 中嶋加代子 (2004), 地獄蒸し釜で炊いた米飯の食味, 日本調理科学会誌, **37**, 329-332
- 23) 竹生新治郎 (2002), 米の科学, 朝倉書店, 東京, 15
- 24) 早瀬仁美, 中嶋加代子, 小西史子 (2005), 調理科学実験, 医歯薬出版, 東京, 20

(平成 16 年 12 月 2 日受付, 平成 18 年 3 月 16 日受理)