

原著論文

## 大量炊飯に用いた調理機器の違いが米飯の品質に与える影響

菊池 亮子<sup>1)</sup>, 吉永奈津希<sup>2)</sup>, 湯浅正洋<sup>3)</sup>, 古賀貴子<sup>2)</sup>\*

(<sup>1)</sup> 長崎短期大学 地域共生学科 食物栄養コース, <sup>2)</sup> 長崎国際大学 健康管理学部 健康栄養学科,

<sup>3)</sup> 神戸大学大学院 人間発達環境学研究科 \*連絡対応著者)

## Effects of different cooking equipment on rice quality in large-scale cooking

Ryoko KIKUCHI<sup>1)</sup>, Natsuki YOSHINAGA<sup>2)</sup>, Masahiro YUASA<sup>3)</sup>,  
Takako KOGA<sup>2)</sup>\*

(<sup>1)</sup> Department of Regional Collaboration Nutrition and Food Sciences, Nagasaki Junior College,

<sup>2)</sup> Department of Health and Nutrition, Faculty of Health Management, Nagasaki International University, <sup>3)</sup> Graduate School of Human Development and Environment, Kobe University

\*Corresponding author.)

### Abstract

The requirements for tasty, cooked rice are that the rice starch is sufficiently gelatinized, the texture is optimal, and the rice is glossy rice with a pleasant taste. The present study examined the effects of large-scale rice cooking using gas rice cookers or a new tilting pan on the quality of cooked rice. A comparison of the cooking characteristics of white rice and cooked pilaf showed that the time for the rice starch to reach the gelatinization start temperature and boiling point was shorter, and the water evaporation rate was lower for the rice cooked in the new tilting pan. Rice cooked in the new tilting pan tended to have lower hardness and higher adhesion values. In the sensory evaluations, rice was rated as glossy, watery, soft, and sticky, and its color and appearance were often rated as favorable. In terms of taste response, white rice cooked in the new tilting pan had significantly lower values for bitterness and off-flavor and pilaf rice had significantly lower values for umami and saltiness. However, no significant differences in umami and flavor preference in sensory evaluations were observed between the rice cooked using different large-scale cooking appliances.

### Key words

large-scale rice cooking, new tilting pan, gas rice cookers

### 要 旨

おいしい飯の条件は米のでんぷんが十分に糊化していることとテクスチャーが大きく関与し、呈味がよく、つやがあるものがよいとされている。本研究ではガス炊飯器またはセラミック加熱体を利用した圧力機能付きティルトイングパン（以下新型ティルトイングパン）を用いた大量炊飯が米飯の品質に与える影響を検討した。白飯およびピラフの炊飯・調理による調理特性を比較した結果、米のでんぷんの糊化開始温度に至るまでの時間および沸騰点に達するまでの時間は新型ティルトイングパンで炊飯したもののほうが短く、水分蒸発率が低かった。新型ティルトイングパンで炊飯したもののほうがかたさの値が低く、付着性は高い傾向にあった。官能評価では、つやや水っぽさがあり、やわらかく、粘りがあると評価され、色や外觀が好ましいと評価した人が多かった。味覚センサーを用いた味覚応答において新型ティルトイングパンで炊飯したもののほうが、白飯では苦味雑味の値は有意に低く、ピラフでは旨味および塩味の値は有意に低かったが、官能評価における旨味や味の好ましさは大量調理機器間で有意差はなかった。

### キーワード

大量炊飯、新型ティルトイングパン、ガス炊飯器

## 1. 緒言

給食施設における調理工程の変動要因には、調理作業者の人数および調理技術、クックサーブシステムやセントラルキッチンシステムなどの生産システム、また大量調理機器の種類や性能があげられる。これらのなかでも大量調理機器の種類や性能における変遷は大きく、代表的なものが「スチームコンベクションオープン（以下スチコン）」の普及・定着である。給食を提供する施設において、特定の人を対象とする施設（教育機関、学校給食センター、医療・福祉施設、企業社内食堂）のみならず、現下ではレストランなどの一般飲食店でも欠かせない機器となっている。また直近の10年間では新調理機器である「セラミック加熱体を利用した圧力機能付きティルティングパン（以下新型ティルティングパン）」も普及してきている。

大量調理における炊飯方法は主にガスを熱源としていることが土元氏ら<sup>1)</sup>の調査により示されており、自動式堅型ガス炊飯器（3段）を用いた米飯の品質管理の変動要因についての報告<sup>2)</sup>や給食経営管理実習における調理機器（ガス炊飯器含む）のガスの消費量に関する報告<sup>3)</sup>がある。その後のスチコンの普及に伴い、スチコンを用いた炊飯方法に関する研究も増えてきている。スチコン、少量調理用炊飯ジャー、ガス炊飯器を用いた炊飯方法を物理化学的性質と嗜好型官能評価から比較検討した報告<sup>4)</sup>やスチコンで調理したバターライスの品質についてクックサーブとクックチルで比較検討した報告<sup>5)</sup>、炊飯におけるスチコンの活用性をアンケート調査で検討した報告<sup>6)</sup>も見られる。

一方、新型のティルティングパンはパン底全面で加熱をするため、食材を投入する前の初期の温度上昇が速く、食材を投入してからの温度の変動も小さく、温度の回復が速い。したがって、従来の加熱調理機器を用いた調理よりも食材を大量に投入しても温度の回復

が速く、調理時間を短縮することが可能になった<sup>7)</sup>。しかし、新調理機器であるティルティングパンを使用して炊飯した米飯と、従来のガス炊飯器を用いて炊飯した米飯の味や外観、嗜好性について比較した報告はほとんどない。

そこで本研究では、異なる調理機器による大量炊飯が米飯の品質に与える影響を検討することで、米を使用した調理工程を含めた給食の生産過程の効率化および標準化に繋げるための基礎資料を得ることを目的とした。大量調理機器はガス炊飯器および新型ティルティングパンを使用して、白飯および炒め飯のピラフの嗜好・品質特性について、炊飯による水分蒸発率および重量変化、テクスチャー、味認識装置による味覚応答、官能評価から検討した。

## 2. 実験方法

### (1) 実験材料

米は2017年度長崎県内産水稲うるち米「ながさきにこまる」で、搗精後1ヶ月以内の精白米を使用した。バターは「北海道バター（雪印メグミルク㈱）」を使用した。

### (2) 試料の調製

試料は白飯およびピラフとし、それぞれ米2kgを用いた。水は水道水を用い、実験日である平成30年8月1日～24日の水温は24.1℃～28.5℃であった。米はドラフト洗米機（㈱スギコ、RWO-38）を使用して3分間洗米後、ザルに上げて5分間水切りした。

白飯は米の重量の1.4倍量の水を加え30分間浸漬した後、ガス炊飯器（㈱コメットカトウ、CRA-L1）「しろコース（白飯用）」または新型ティルティングパン（㈱フジマック、バリオクッキングセンター、FVCC112）「自動調理モード炊飯（白飯用）」で炊飯した。

ガス炊飯器で調理したピラフは米の重量の5%のバター100gを使用して米をフライパ

ンで炒めた後、炒めた米をフライパンから釜に移し、米の重量の1.4倍量の水を加え「まぜ2コース（洋風ご飯用、油分の多い混ぜご飯）」で炊飯した。また、新型ティルティングパンで調理したピラフは「自動調理モードリゾット/パエリア（味つけご飯用）」で炊飯した。すなわち、米の重量の5%のバター100gを使用して米を新型ティルティングパンのパン内で炒めた後、米の重量の1.4倍量の水を加え炊飯した。米を炒めるのに要した時間は新型ティルティングパンでは2分間であり、新型ティルティングパンと同様に米全体が透き通るまでに要したフライパンでの米の炒め時間は4分間であった。

### (3) 洗米による米の吸水率の測定

洗米後にザルに上げて5分間水切りした米の重量と洗米前の米の重量の差から洗米による吸水量を求め、吸水率を算出した。

吸水率(%) = (洗米後の米の重量 - 洗米前の米の重量) / 洗米前の米の重量 × 100

### (4) 炊飯による水分蒸発率の測定

炊飯前の重量（米の重量 + 加水量）と炊き上がりの飯の重量の差から水分蒸発量を求め、水分蒸発率を算出した。なお、ここで示す加水量は洗米による吸水量を含めたものである。

水分蒸発率(%) = {(米の重量 + 加水量) - 炊き上がりの飯の重量} / (米の重量 + 加水量) × 100

### (5) 炊飯による重量変化の測定

炊き上がりの飯の重量から重量変化を算出した。

重量変化(%) = 炊き上がりの飯の重量 / 米の重量 × 100

### (6) 温度測定

炊飯時の温度測定はコンパクトサーモロガー（安立計器㈱、AM-8051E）を用いた。

熱電対は半固形物／液体一般用温度センサー（安立計器㈱、BS-31E-1-030-TC1-ASP）を使用した。温度センサーはガス炊飯器では釜の中央に、新型ティルティングパンではパンの中央にそれぞれ留置した。

### (7) テクスチャーの測定

テクスチャーの測定はレオメータ（㈱山電、RE2-33005B）を用い、試料を直径40mm、高さ15mmの専用容器に18g充填後、かたさ(N/m<sup>2</sup>)、凝集性、付着性(J/m<sup>2</sup>)を集団測定した。いずれの試料も測定温度56.6±1.1℃であり、円柱ポリアセタール樹脂性直径20mmプランジャーを使用して、圧縮速度10mm/sec、圧縮率80%で測定した。

### (8) 味覚応答

試料溶液の調製について、炊き上がった白飯およびピラフは蒸らし終了後に均等になるように混ぜ、約50～100gを採取した。これをフードプロセッサー（㈱エフ・エム・アイ、RM4100F）に入れて1分間ミキシングし、均一化した。ミキシングした試料を50g秤量し、白飯は常温の純水を、ピラフは40℃の純水をそれぞれ450mL加え（10倍希釈）1分間ミキシングした。その溶液は均一な懸濁液であった。その後、遠心分離器（㈱久保田製作所、5920）を用い、3,000rpm (2,330 × g) で10分間遠心分離を行い、固形物および油脂層を除き、水層部のみを測定試料溶液とした。

味覚応答の測定は味認識装置（㈱インテリジェントセンサーテクノロジー、TS-5000）を用いた。味覚センサーにはCAO（酸味）、CTO（塩味）、AAE（旨味）、COO（苦味）、AE1（渋味）の5種を使用した。測定は同一試料に対して4回行い、最初の1回を除いた3回分の平均値を5種のセンサーより測定した味推定値（補間加算）とした。味推定値を用いて味の有無の評価を判定する項目は酸味、苦味雑味、渋味刺激、塩味、苦味、渋味、旨

味、旨味コクとした。酸味: -13以上、塩味: -6以上、その他味は0以上であれば味があると判定でき、この結果から味があると判断した項目の補正処理（得られたコントロール試料の出力値を基準に、各試料の出力値の差分を求める）を行い、味を比較した。

### (9) 官能評価

官能評価は5段階評点法「+2かなり強い〜-2かなり弱い」を用いた。評価項目は「つや」「水っぽさ」「色」「かたさ」「粘り」「旨味」の6項目を基本とし、ピラフでは「バター風味」を加えた。また、2点嗜好試験法を用い「色」「外観」「香り」「味」「テクスチャー」「総合評価」について好ましいほうを尋ねた。被験者は長崎国際大学健康栄養学科の学生20名であった。なお、被験者には本研究の趣旨および意義の説明を十分に口頭と文書にて行い、事前に同意を得た上で研究を行った。官能評価の実施については長崎国際大学倫理委員会で承認（承認番号18H01）を得た。

### (10) 統計解析

統計解析は統計ソフト（4Stepエクセル統計Statcel4、オーエムエス(有)）を使用し、有意水準は5%または1%（両側検定）とした。テクスチャー測定および味認識装置による味覚応答における測定値の比較は、Student's *t* testを行った。また官能評価における評価結果の比較は、Mann-Whitney's *U* testを用いた。

## 3. 結果

### (1) 洗米による米の吸水率

米重量2kgの洗米による吸水率は9.3〜10.2%であり、4試料間の吸水率に大きな差はみられなかった。

### (2) 炊飯による水分蒸発率

炊飯による水分蒸発率をFig.1に示した。白飯の炊飯による水分蒸発率はガス炊飯器で

は14.8%、新型ティルティングパンでは4.5%、また、ピラフの炊飯による水分蒸発率はガス炊飯器では16.3%、新型ティルティングパンでは1.0%であり、白飯およびピラフの炊飯において、水分蒸発率は新型ティルティングパンに比べてガス炊飯器のほうが高かった。

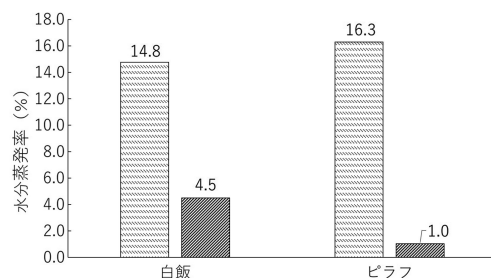


Fig.1 炊飯による水分蒸発率

□ ガス炊飯器 ■ バリオ

### (3) 炊飯による重量変化

炊飯による重量変化をFig.2に示した。白飯の炊飯による重量変化はガス炊飯器では182.3%、新型ティルティングパンでは206.0%、また、ピラフの炊飯による重量変化はガス炊飯器では185.1%、新型ティルティングパンでは218.4%であり、白飯およびピラフの炊飯において、重量変化は新型ティルティングパンに比べてガス炊飯器のほうが小さかった。

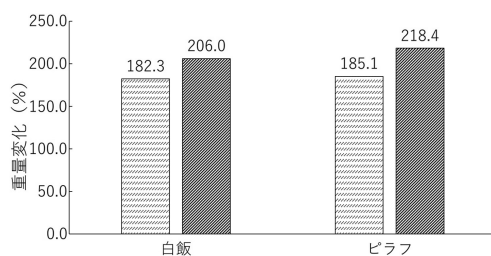


Fig.2 炊飯による重量変化

□ ガス炊飯器 ■ バリオ

### (4) 温度履歴

白飯の炊飯時の温度履歴をFig.3に示した。加熱開始（炊飯開始）後1分から大量調理機器の違いによる炊飯時の温度には差が見られた（新型ティルティングパン：68.5℃、ガス



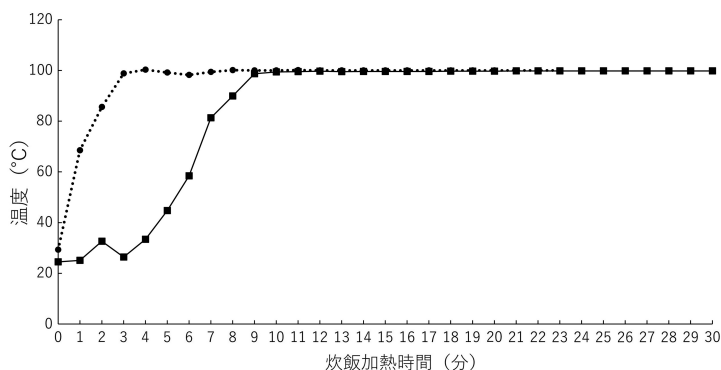


Fig.3 白飯炊飯時の温度履歴

—■— ガス炊飯器    ...●... パリオ

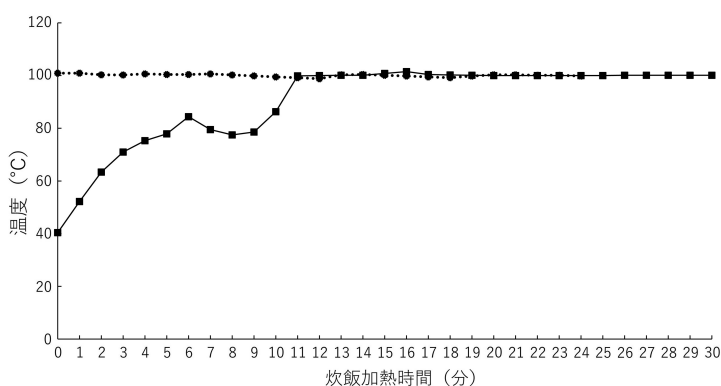


Fig.4 ピラフ炊飯時の温度履歴

—■— ガス炊飯器    ...●... パリオ

炊飯器：25.1℃）。新型ティルティングパンは加熱初期の温度上昇が速く、加熱後4分には100℃に達し、その後、新型ティルティングパン「自動調理モード炊飯」の終了時間（23分）までの19分間は米のでんぶんの糊化に必要な温度である98.0℃以上を維持した。一方、新型ティルティングパンに比べてガス炊飯器の温度上昇は緩慢であり、加熱後9分で98.7℃となり、その後、ガス炊飯器「しろコース」の終了時間（30分）までの21分間は米のでんぶんの糊化に必要な温度である98.0℃以上を維持したが、100℃には達しなかった。蒸らし前までの加熱時間は新型ティルティングパンでは23分、ガス炊飯器では30分を要した。

ピラフ炊飯時の温度履歴をFig.4に示した。新型ティルティングパン「自動調理モードリゾット/パエリア」では、米を新型ティルティングパンのパン内で高温モードにより2分間炒めた後に炊飯操作を行うため、加熱開始（炊飯開始）時間0分の中心温度はすでに100.9℃であった。その後、「自動調理モードリゾット/パエリア」終了時間（24分）まで99℃～100℃と高温を保ち、米のでんぶんの糊化に必要な温度を維持した。一方、ガス炊飯器では、米をフライパンを用いて4分間強火で炒めた後、炒めた米をフライパンから釜に移して炊飯操作を行うため、加熱開始（炊飯開始）時間0分の中心温度は40.4℃であり、加熱後11分で米のでんぶんの糊化に必要な温度である98℃を超えた。その後、加熱後12分

で100℃に達し、「まぜ2コース」終了時間(30分)までの18分間を維持した。蒸らし前までの加熱時間は米を炒める時間を含めて新型ティルティングパンでは26分、ガス炊飯器では炒めた米をフライパンから釜に移す付随作業を除いて34分を要した。

##### (5) テクスチャー

白飯のかたさをFig.5に示した。ガス炊飯器で炊飯した白飯のかたさは $54,060 \pm 9,221$  N/m<sup>2</sup>、新型ティルティングパンで炊飯した白飯のかたさは $50,665 \pm 3,837$  N/m<sup>2</sup>であり有意差はみられなかったが、ガス炊飯器で炊飯した白飯のほうがやや高い値を示した。

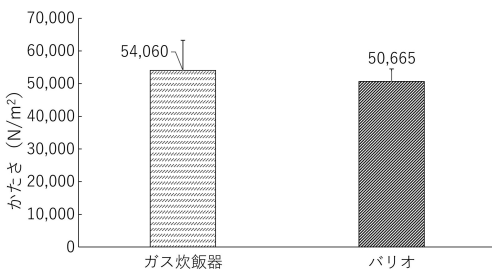


Fig.5 白飯のかたさ

平均値±標準偏差 (n=5)

白飯の凝集性をFig.6に示した。ガス炊飯器で炊飯した白飯の凝集性は $0.292 \pm 0.025$ 、新型ティルティングパンで炊飯した白飯の凝集性は $0.277 \pm 0.113$ であり有意差はみられなかった。

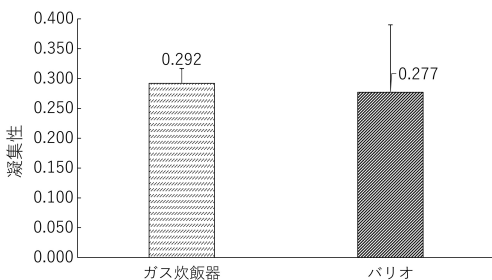


Fig.6 白飯の凝集性

平均値±標準偏差 (n=5)

白飯の付着性をFig.7に示した。ガス炊飯器で炊飯した白飯の付着性は $86.0 \pm 147.5$  J/m<sup>3</sup>、新型ティルティングパンで炊飯した白飯の付着性は $276.6 \pm 325.4$  J/m<sup>3</sup>であり有意差はみられなかったが、新型ティルティングパンで炊飯した白飯のほうがやや高い値を示した。

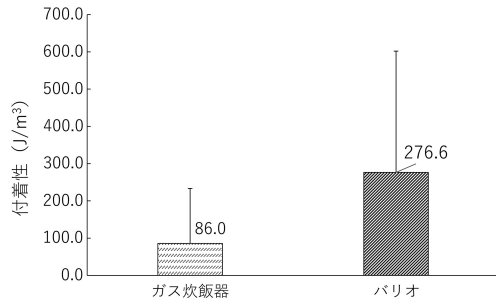


Fig.7 白飯の付着性

平均値±標準偏差 (n=5)

ピラフのかたさをFig.8に示した。ガス炊飯器で調理したピラフのかたさは $81,748 \pm 14,900$  N/m<sup>2</sup>、新型ティルティングパンで調理したピラフのかたさは $44,457 \pm 3,111$  N/m<sup>2</sup>であり、ガス炊飯器で調理したピラフのほうが有意に高値を示した (p<0.01)。

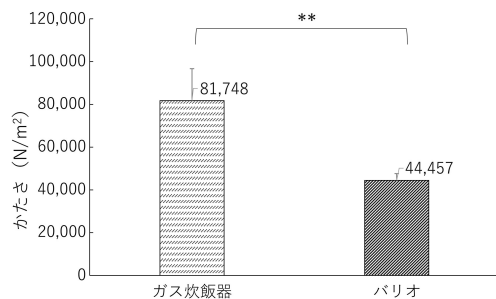


Fig.8 ピラフのかたさ

平均値±標準偏差 (n=5)

\*\*大量調理機器間の比較 (p<0.01)

ピラフの凝集性をFig.9に示した。ガス炊飯器で調理したピラフの凝集性は $0.301 \pm 0.097$ 、新型ティルティングパンで調理したピラフの凝集性は $0.353 \pm 0.222$ であり有意差はみられなかった。

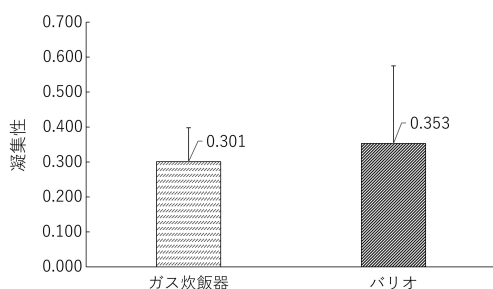


Fig.9 ピラフの凝集性

平均値 ± 標準偏差 (n=5)

ピラフの付着性をFig.10に示した。ガス炊飯器で調理したピラフの付着性は $146.1 \pm 222.5 \text{ J/m}^3$ 、新型ティルティングパンで調理したピラフの付着性は $177.0 \pm 145.1 \text{ J/m}^3$ であり有意差はみられなかった。

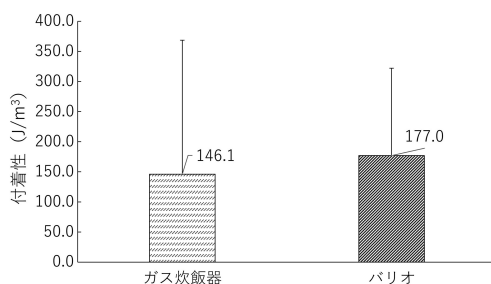


Fig.10 ピラフの付着性

平均値 ± 標準偏差 (n=5)

大量調理機器の違いによるテクスチャーについて、白飯およびピラフともに、炊飯による水分蒸発率が高かったガス炊飯器のほうが炊飯後の重量変化が小さく、新型ティルティングパンで炊飯・調理したものより、ガス炊飯器で炊飯・調理したもののほうがかたさの値は高かった。

#### (6) 味覚センサーによる味覚応答

味覚センサーによって得られたデータは、測定時の基準液を基準としてそれぞれの試料がどれだけ離れているかという相対値で算出し、この基準液を無味点として無味点より高い数値が低い数値であれば味に変化があると判断する<sup>8)</sup>。その結果、白飯およびピラフに

おいて苦味雑味、渋味刺激、旨味、塩味の4つの項目で味に変化があると判断されたため、この4項目を評価した。

白飯の味覚センサーによる味覚応答をFig.11に示した。白飯ではコク穀物系の呈味で玄米などの表層に多い穀物らしい味わいである苦味雑味において、新型ティルティングパンで炊飯した白飯よりもガス炊飯器で炊飯した白飯のほうが有意に高かった ( $p < 0.01$ )。渋味刺激はもち米や低アミロース米、アミロペクチンなどに起因する特徴的な味わいであり、旨味はまろやかさを示し低濃度のうま味といわれ、塩味はミネラル感・ボディ感を示し土壌ミネラル由来と考えられる重たい味わいといわれている。渋味刺激、旨味および塩味はガス炊飯器で炊飯した白飯と新型ティルティングパンで炊飯した白飯との間に有意差はなかった。

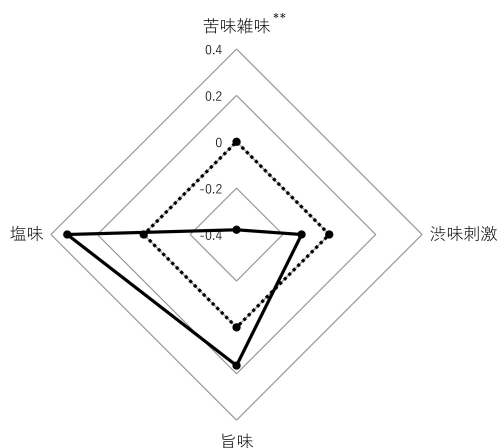


Fig.11 白飯の味覚応答

●●●● ガス炊飯器  
 ——— パリオ  
 平均値 ± 標準偏差 (n=5)  
 大量調理機器間の比較 (\*\*p<0.01)

ピラフの味覚センサーによる味覚応答をFig.12に示した。ピラフでは旨味および塩味において、新型ティルティングパンで調理したピラフよりもガス炊飯器で調理したピラフのほうが有意に高かった ( $p < 0.01$ )。苦味雑味および渋味刺激はガス炊飯器で調理したピラフと新型ティルティングパンで調理したピラフとの間に有意差はなかった。

ラフとの間に有意差はなかった。

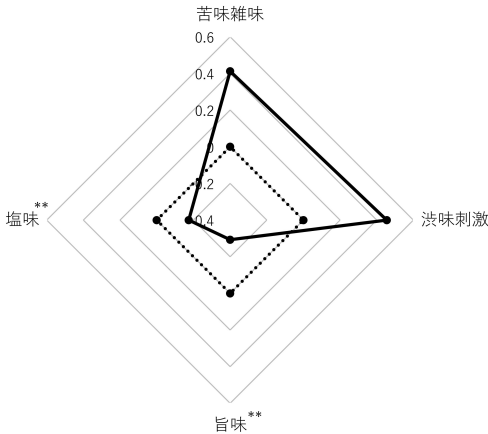


Fig.12 ピラフの味覚応答

●●● ガス炊飯器    ●●● バリオ  
平均値±標準偏差 (n=5)  
大量調理機器間の比較 (\*\*p<0.01)

(7) 官能評価

5段階評点法による官能評価をTable 1に示した。ガス炊飯器で炊飯した白飯に比べて、新型ティルティングパンで炊飯した白飯のほうが、つや、水っぽさがあり、やわらかく、粘りがあると評価された (p<0.01)。ガス炊飯器で調理したピラフに比べて、新型ティルティングパンで調理したピラフのほうが、つや、水っぽさがあり、やわらかく、粘りがあると評価された (p<0.01)。

2点嗜好試験法による官能評価をTable 2に示した。白飯およびピラフともに、ガス炊飯器で炊飯・調理したものに比べて、新型ティルティングパンで炊飯・調理したもののほうが色および外観は好ましいと評価した人が多

Table 1 評点法による官能評価

	白飯			ピラフ		
	ガス炊飯器	バリオ	検定	ガス炊飯器	バリオ	検定
つや	-0.30	0.65	**	-0.20	0.80	**
水っぽさ	-1.10	0.55	**	-1.10	0.55	**
色	-0.25	0.10		-0.05	0.20	
かたさ	1.05	-0.65	**	0.85	-0.50	**
粘り	-0.75	0.40	**	-0.45	0.30	**
旨味	0.40	0.00		0.15	0.45	
バター風味	—	—		-0.15	0.25	

表中の数値は、5段階評点「+2かなり強い～-2かなり弱い」の平均値 (n=20)  
大量調理機器間の比較 (\*\*p<0.01)

Table 2 2点嗜好試験法による官能評価

	白飯			ピラフ		
	ガス炊飯器	バリオ	検定	ガス炊飯器	バリオ	検定
色の好ましさ	3	17	**	4	16	**
外観の好ましさ	4	16	**	4	16	*
香りの好ましさ	13	7		10	10	
味の好ましさ	9	11		11	9	
テクスチャーの好ましさ	8	12		8	12	
総合評価	8	12		8	12	

表中の数値は、好ましいほうを選んだ人数 (n=20)  
大量調理機器間の比較 (\*\*p<0.01、\*p<0.05)



かった ( $p < 0.01$  および  $p < 0.05$ )。

白飯およびピラフともに新型ティルティングパンで炊飯・調理したもののほうがやわらかく粘りがあると評価されたが、炊飯・調理に用いた大量調理機器の違いによるテクスチャーの好ましさに有意差はなかった。白飯およびピラフのテクスチャーの嗜好は個人によって異なるという結果であった。

#### 4. 考察

ガス炊飯器を使用した大量炊飯において、米重量2.35～5.6kgの白飯に関し、洗米による米の吸水率は約9～18%で、米重量5.6kgと増えるにしたがって吸水率は高く、ばらつきが大きくなる傾向になること、また、炊飯による水分蒸発率は米重量2.35kgでは約25%、4.0kgでは約15%、5.6kgでは約10%で、米重量が多くなるにしたがって水分蒸発率は低くなること、なお、炊飯による重量変化は220% (米重量2.35kg) ～240% (米重量5.6kg) で、米重量が多くなるにしたがって重量変化は大きくなることが報告されている<sup>2)</sup>。本実験で使用した米2.0kgの白飯について、洗米による米の吸水率は約9～10%、炊飯による水分蒸発率は約15%、炊飯による重量変化は約180%であって、これまでの報告と類似の結果であった。

米のでんぶんの糊化開始温度は60～65℃であり、十分に吸水した米では米の外側のでんぶんは糊化し始め、この温度帯の時間が長くなると糊化したでんぶんは水に溶けやすくなり煮くずれが起こるため速く沸騰点に達したほうがよい。おいしい飯の条件は米のでんぶんが十分に糊化していることと同時に、飯粒に弾力があり適度にやわらかいことなどテクスチャーが大きく関与している。一般的に飯のテクスチャーはかたいと粘りが少ないといわれている。また、呈味がよく、つやがあるものがよいとされている<sup>9)</sup>。飯粒のかたさや弾力に関与する要因には加水量や加熱の仕方

があり、加熱中に米粒から溶出した固形分が米粒のまわりに層を作り、粘りやつやに影響する<sup>10)</sup>。

ガス炊飯器で炊飯した白飯は米のでんぶんの糊化開始温度には6～6分半で達し、中心温度98℃以上の沸騰点までは9分程度であり、一方、新型ティルティングパンで炊飯した白飯は米のでんぶんの糊化開始温度に1分程度で達し、沸騰点までは3分程度であった。ガス炊飯器で炊飯した白飯に比べて、新型ティルティングパンで炊飯した白飯の水分蒸発率は約1/3であり、テクスチャーではかたさの値はやや低く、付着性は高い傾向にあった。また、官能評価においては新型ティルティングパンで炊飯した白飯のほうがつやや水っぽさがあり、やわらかく、粘りがあると評価され、色や外観が好ましいと評価した人が多かった。

味覚センサーによる味覚応答においては、新型ティルティングパンで炊飯した白飯に比べて、ガス炊飯器で炊飯した白飯のほうが先味である苦味雑味「コク穀物系の呈味で玄米などの表層に多い穀物らしい味わい」の値は有意に高かったが、官能評価における味覚に係る項目である旨味や味の好ましさは大量調理機器間で有意差はなかった。

また、ガス炊飯器で調理したピラフは米のでんぶんの糊化開始温度には2～3分で達し、中心温度98℃以上の沸騰点までは11分程度であった。一方、新型ティルティングパンで調理したピラフは新型ティルティングパンのパン内で高温モードにより米を2分間炒めた後に、米を炊く操作をするため、加熱開始（炊飯開始）時間0分の中心温度はすでに100.9℃であり、加水後の温度の回復が速く、温度の変動は見られず99℃～100℃と高温を保ち、米のでんぶんの糊化に必要な温度を維持した。ガス炊飯器で炊飯したピラフに比べて、新型ティルティングパンで炊飯したピラフの水分蒸発率は1/10以下であり、テクス

チャーではかたさの値は有意に低く、付着性は高い傾向にあった。また、官能評価においては新型ティルティングパンで調理したピラフのほうがつやや水っぽさがあり、やわらかく、粘りがあると評価され、色や外観が好ましいと評価した人が多かった。

米は油脂で炒めると時間に比例して遊離脂肪酸が増加し、米のでんぶんの糊化に必要な水分減少が起こるため米のかたさに影響する。また、米は炒めることにより水分の減少が起こる一方、組織が損傷されたことで吸水しやすく調味液は入りやすくなる。

味覚センサーによる味覚応答においては、新型ティルティングパンで調理したピラフに比べて、ガス炊飯器で調理したピラフのほう旨味および塩味の値は有意に高かった。新型ティルティングパンで調理したピラフよりも、ガス炊飯器で調理したピラフのほうが米を炒める時間が長いため組織は損傷されバターが入りやすくなり、その後の炊飯加熱時の水分蒸発率が高かったことでバターの味がより強く感じられたと考えられる。しかし、官能評価における味覚に係る項目である旨味やバター風味および味の好ましさは大量調理機器間で有意差はなかった。

大量調理における炊飯方法は使用する調理機器の違いにより、白飯やピラフの水分蒸発率、米のでんぶんの糊化過程、テクスチャー、食味に関わる。また、調理従事者の作業工程にも影響を及ぼす。したがって、異なる調理機器による大量炊飯が米飯の品質に与える影響について追及することは、米を使用した調理工程を含めた給食の生産過程の効率化および標準化を図るための基礎資料の構築に繋がると考えられる。

## 利益相反

本研究において、利益相反に該当する事項は一切ない。

## 文 献

- 1) 土元喜美子, 高橋貴美子 (1966)「集団給食における炊飯の調理科学的研究」『栄養学雑誌』第24巻第5・6号, 29-40頁.
- 2) 木村靖子, 芝崎本実, 名倉秀子 (2016)「給食施設における飯の品質管理に及ぼす変動要因の検討」『十文字学園女子大学紀要』第47巻, 71-79頁.
- 3) 池田昌代, 加藤亜由美, 武田知江美, 山形純子, 伊與田浩志, 細田明美, 関 千代子, 君羅 満 (2013)「給食経営管理実習における調理機器の使用実態とガス消費量の把握」『日本家政学会誌』第64巻第5号, 233-242頁.
- 4) 関谷果林, 須藤侑加子, 荒井勝己, 影山晴秋, 高橋東生 (2020)「物理化学的性質と嗜好型官能評価を指標とした大量炊飯方法の検討」『桐生大学紀要』第31号, 33-42頁.
- 5) 大槻尚子, 平瀬愛理, 中村美穂, 黒川みどり, 市川陽子 (2023)「クックチルの工程がスチームコンベクションオープンで調製したバターライスの品質に及ぼす影響」『日本調理科学会誌』第56巻第4号, 163-171頁.
- 6) 森井沙衣子, 坂本 薫 (2020)「給食施設における炊飯の実態と課題」『日本家政学会誌』第71巻第2号, 93-104頁.
- 7) ㈱フジマック「バリオクッキングセンターシリーズ/デュアルパン」<https://www.fujimak.co.jp/> (2024年10月25日閲覧)
- 8) 樋口オ二, 鈴木太士, 小山清人 (2015)「米と米粉の配合食パンの製造方法および力学特性, 味覚特性, 官能評価」『日本食育学会誌』第9巻第1号, 19-26頁.
- 9) 山崎清子, 島田キミエ, 渋谷祥子, 下村道子, 市川朝子, 杉山久仁子 (2011)『NEW調理と理論』同文書院, 51-53頁.
- 10) 池田ひろ (2001)「炊飯過程中に溶出する糖成分の動向と米飯の食味について」『日本家政学会誌』第52巻第5号, 401-409頁.