

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

A Study of Variation Factors to Quality Control of Cooking Rice
in Food Service Facility木村 靖子¹⁾
Yasuko KIMURA芝崎 本実²⁾
Motomi SHIBASAKI名倉 秀子³⁾
Hideko NAGURA

要旨

給食施設の品質管理では、調理工程における変動要因を捉え、その変動要因を数量化することにより調理作業の標準化が可能となり、利用者の栄養・食事管理に結びつけることができる。本研究は、本学の給食施設を利用し、給食経営管理実習での炊飯の生産（調理）工程における飯の品質管理に影響する変動要因について検討を行った。平成23、24年千葉県産水稲うるち米コシヒカリ、純使用量80g/食を基準に水圧式洗米機、自動式堅型ガス炊飯器（3段）を用いた飯の調理および提供管理を実施した。炊飯の生産工程から品質管理上の変動要因を抽出し、重量や時間測定を行い、変動要因を数量化した。洗米による吸水量、炊飯による水分蒸発量、盛りつけにおける機器等への飯の付着量の検討を行った。洗米後の吸水率は9～18%であり、米の重量が多いとばらつきがみられた。大量炊飯では、洗米後の吸水量にばらつきが生じる可能性が高くなることから、加水は洗米による吸水量を含めて行う必要がある。炊飯による水分蒸発量は、米の重量に関わらず0.5～0.6kgであった。蒸発率は10～25%の範囲となり、米の重量が多くなるにしたがい低くなった。盛りつけ作業による飯のロス量は0.3～0.7kgの範囲であった。飯のロス率は9～21%であり、米の重量が多いほうがロス率は低くなる傾向であった。飯の提供作業では、調理作業者が飯の盛りつけに熟練していないため、提供作業の時間経過による提供量のばらつきが大きくなった。飯の品質管理における変動要因は、米の重量、炊飯による水分蒸発量、提供作業による飯のロス量、調理作業者の提供作業能力の影響が大きいことが示された。各給食施設において、炊飯における水分蒸発量、飯のロス量を計測して蒸発率、ロス率を数量化し、また調理作業者の盛りつけ作業における熟練度を高めることにより、生産（調理）の標準化が可能となり、利用者の栄養・食事管理に結びつけることができる。

¹⁾ 十文字学園女子大学人間生活学部健康栄養学科
Department of Health and Nutrition, Faculty of Human Life, Jumonji University

²⁾ 帝京平成大学健康メデイカル学部健康栄養学科
Department of Health and Dietetics, Faculty of Health and Medical Science, Teikyo Heisei University, Ikebukuro Campus

³⁾ 十文字学園女子大学人間生活学部食物栄養学科
Department of Food and Nutrition, Faculty of Human Life, Jumonji University

キーワード：給食の品質管理、標準化、蒸発率、ロス率、提供作業能力

I. 緒言

給食施設において提供される給食は、利用者の健康の維持・増進を目的として、適切な栄養管理がなされ、衛生的に安全で、おいしく、経済的に適正であることが求められる。給食は大量調理のため、家庭などの少量調理と比べても食材の種類や量および質、給食施設の調理機器の種類や性能、調理作業者の人数や技能、調理や提供の作業条件など生産（調理）工程における多くの変動要因が給食の品質に影響すると考えられる。給食の品質管理においては、これら変動要因を把握し、数量化することにより生産工程の標準化が可能となり、利用者の栄養・食事管理に結びつけることができる。

給食において主食となる飯の場合、洗米、加水・浸漬、加熱、蒸らし、配食、配膳の生産工程を経て提供され、給食における主要なエネルギー源となる。

これまで飯の品質管理に関する研究は、米の浸水条件や加熱条件などの違いによる飯の化学的性状や物性、官能評価による結果が報告され、飯のおいしさに注目した炊飯条件を検証する調理科学研究が多くみられる^{1)~6)}。しかし、飯の品質管理には、献立計画時に設定した栄養量を利用者が提供される飯から摂取できるかが重要となる。栄養的に満足した飯の提供に生産（調理）工程の諸条件が与える影響についての検討はほとんどなされていない。

本研究は、本学の給食施設を利用し、給食経営管理実習での炊飯の生産（調理）工程において、飯の品質管理に影響する変動要因について検討を行った。

II. 実験方法

1. 試料

平成23、24年千葉県産水稻うるち米コシヒカリの精白米を使用した。

2. 使用機器

洗米機として水圧洗米器（FRW-22W（株）フジマック製）を、炊飯器として自動式三段堅型ガス自動炊飯器（FRC21F-T（株）フジマック製）をそれぞれ使用した。この炊飯器の炊飯可能な米の重量は、一釜あたり2.8~7.0kgである。

3. 炊飯の生産工程

平成24年5~12月、本学給食経営管理実習での炊飯の調理工程は以下のとおりであった。

- ①計量：1食あたりの純使用量80g×食数の米を計量する。学内実習での食数はおよそ140食であった。一釜あたり2.3~5.6kg（30食~70食）にて炊飯した。
- ②洗米：洗米機にて3分間洗米し、ざるにあげて20分間水切りした。
- ③加水：炊飯機の釜に水切りした米を入れ、吸水量も含めて米の重量の1.45倍の加水量になるまで水を加えた。
- ④炊飯：炊飯機のスイッチを入れて点火し、炊飯を開始した。炊飯機は炊飯終了後、自動的に蒸らしに入りスイッチが切れる。炊飯時間は約40分であった。
- ⑤提供（盛りつけ・配食）：炊き上りの飯の重量を計量した。炊き上り重量から1食あたりの飯の盛りつけ重量を計算で求めた。釜の中の飯をしゃもじにて上下に攪拌し、飯粒に付着している水分等を均一にして1食分ずつ食器（飯茶碗）に盛りつけ提供した。

4. 測定項目および方法

(1) 米の吸水量の測定

洗米後、ざるにあげて20分間水切りをした米を釜に入れて重量を計り、計量した米重量の差から洗米による吸水量を計測した。

(2) 炊飯による水分蒸発量の測定

以下の式のとおり、炊き上りの飯の重量を釜ごと計測し、炊飯前の重量（米の重量+加水量）との差から水分蒸発量を算出した。なお、3. 炊飯の生産工程で述べたとおり、ここで示す加水量は洗米による吸水量を含めた量である。

$$\text{水分蒸発量} = (\text{米の重量} + \text{加水量}) - \text{炊き上りの飯の重量}$$

(3) 盛りつけ作業による飯のロス量の測定

盛りつけ作業において、釜から食器に盛りつけるまでの水分蒸発量、炊飯釜や什器に貼りついた飯の重量はロス（損失）量となる。盛りつけ作業終了後、飯が貼りついた釜の重量を計測し、釜の重量を差し引き、盛りつけ作業による飯のロス量を算出した。

(4) 飯の提供量と提供時間の測定

飯の盛りつけ・配食作業において、調理作業員が食器に飯を盛りつけ、給食利用者に提供した直後に食器（飯茶碗）ごと重量を計測した。食器の重量は事前に複数計測して平均値を求めた。食器の重量を差し引き、1食あたりの飯の提供量とした。

また、飯の提供開始から終了までの時間を計測し、時間経過における飯の提供量の変化についても記録した。

Ⅲ. 結果および考察

図1に飯の品質管理に影響を与えると考えられる特性要因について、生産（調理）工程にしたがって示した。上段は食材料や機械、調理作業員の物理的要因、下段は下処理、主調理、配膳・配食の作業的

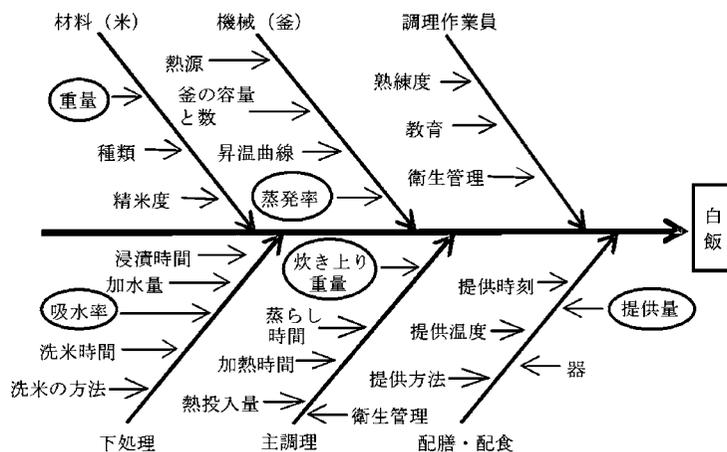


図1 飯の品質管理のための特性要因図

要因である。本研究では、これら要因のうち、食材料となる米の重量、下処理の洗米における吸水率、主調理での飯の炊き上がり重量と炊飯釜に影響される蒸発率、配膳・配食における飯の提供量をそれぞれ変動要因として抽出し、重量測定や時間計測により変動要因の数量化を行った。

1. 洗米による米の吸水量（吸水率）

洗米による米の吸水量を計測し、米の重量に対する吸水量の割合として吸水率を算出した。図2に米の重量と吸水率の関係を示した。洗米後の吸水率は、米の9～18%であった。米の重量4.0kg（50食）でした際米の吸水率は約10%とされており⁷⁾、米重量4.0kgでの吸水率はこの吸水率に近似の値となった。米の重量5.6kg（70食）においては、吸水率が高くなる傾向があり、ばらつきも大きくなった。この給食施設では、米重量に関わらず洗米後の水きりには同じ大きさのざるを使用した。米重量が多いことで、米重量5.6kgでは4.0kgに比べて洗米後のざるによる水切りが悪く、結果として米の吸水量が多くなったと推測される。また、調理作業者が熟練していないため、米の重量が多くなることで洗米から加水作業までの時間がかかったことも要因と考えられるが、さらに検討が必要である。洗米による吸水量は、米の重量、洗米後の水切りから加水までの時間、ざるの大きさや形状により変動すると考えられる。三浦は、大量調理の炊飯において洗米時の吸着水は炊き上がり飯重量のばらつきに影響すると考察し、洗米時の吸着水の量を含めて加水することが望ましいとしている⁸⁾。大量炊飯では、洗米後の吸水量にばらつきが生じる可能性が高くなることから、飯の品質管理には、加水は洗米による吸水量を含めて行う必要がある。

2. 炊き上がり飯の重量（重量変化率）

炊飯終了後、炊き上りの飯の重量を計量し、以下の式にて炊飯による米の重量変化率を計算した。図3に米の重量に対する米の重量変化率を示した。

$$\text{米の重量変化率（\%）} = \text{炊き上りの飯の重量} / \text{米の重量} \times 100$$

良好に炊飯された米飯は米の重量の2.2～2.4倍とされるが⁷⁾、これは米の重量変化率では220～240%となる。本研究において、米の重量変化率は220～240%の範囲であり、いずれの米の重量においても良好に炊飯されたと考えられる。

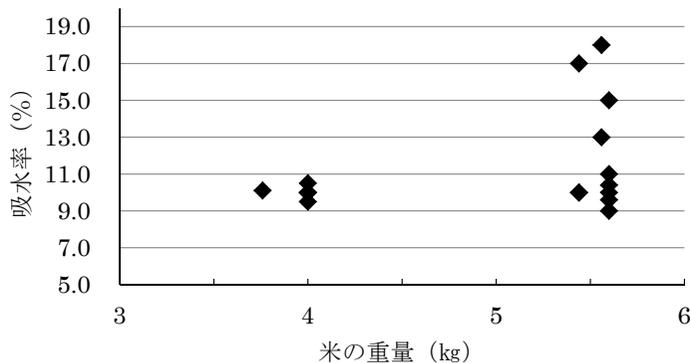


図2 米の重量と洗米時の吸水率

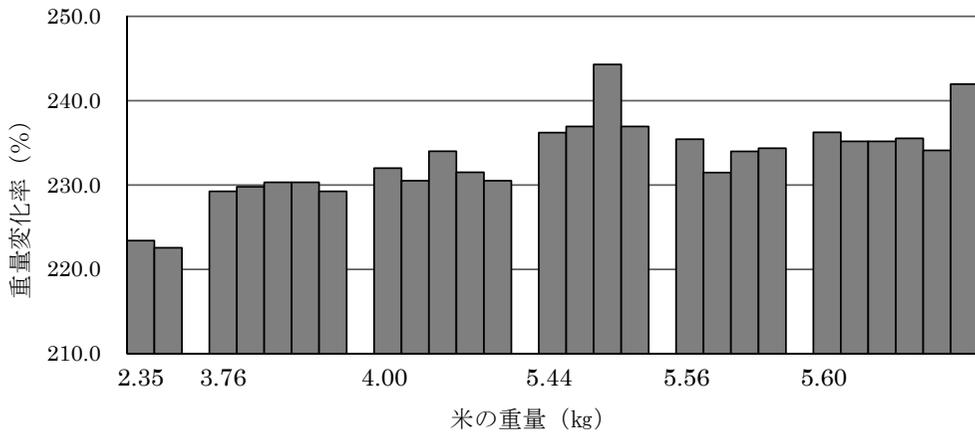


図3 米の重量と炊飯による重量変化率

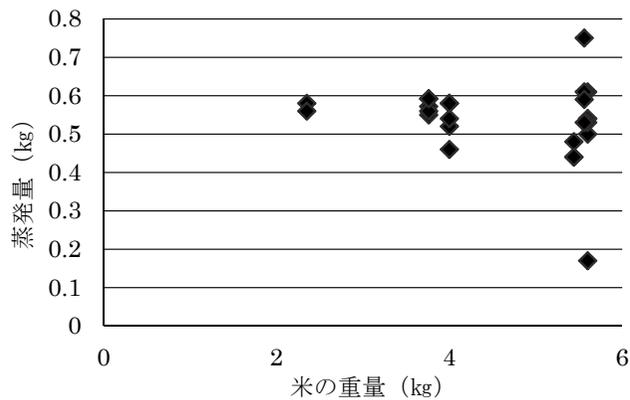


図4 米の重量と炊飯時の蒸発量

3. 炊飯による水分蒸発量（蒸発率）

炊き上りの飯の重量を計量し、炊飯前の重量（米の重量＋加水重量）との差から水分蒸発量を算出した。図4に米の重量に対する炊飯による水分蒸発量を示した。米の重量が多いと蒸発量に多少ばらつきはみられるが、米の重量に関わらず0.5～0.6kgであった。

さらに、以下の式により米の重量に対する水分蒸発量の割合として蒸発率を求め、図5に米の重量と水分蒸発率の関係を示した。

$$\text{蒸発率 (\%)} = \text{水分蒸発量} / \text{米の重量} \times 100$$

米の重量が多くなるにしたがい、蒸発率は低くなった。米重量2.35kgでは約25%、4.0kgでは約15%、5.6kg（70食）では約10%であった。堅型炊飯器の場合、1釜の炊飯量5～6kgの炊飯中の蒸発量は米の重量の6～10%とされ⁷⁾、5.6kgの蒸発率は近い値となった。炊飯による水分蒸発量は、炊き上りの

飯の重量、さらには提供量にも影響することになる。飯の品質管理には、炊飯による水分蒸発量を計測して米の重量に対する蒸発率を数量化し、炊飯工程の標準化が行われることが重要と考える。大量炊飯での加水量は、洗米時の吸水量とともに炊飯による水分蒸発量を考慮したうえで決定する必要がある。

4. 盛りつけ作業による飯のロス量（ロス率）

盛りつけ作業終了後、飯が貼りついた釜の重量を計測し、釜の重量を差し引いて飯のロス量を算出した。図6に米の重量に対するロス量を示した。飯のロス量は0.3～0.7kgの範囲であったが、米の重量との明確な関係はみられなかった。

以下の式にて、米の重量に対する飯のロス量の割合としてロス率（%）を求めた。

$$\text{ロス率（\%）} = \text{飯のロス量} / \text{米の重量} \times 100$$

図7に米の重量と飯のロス率との関係を示した。飯のロス率は9～21%であったが、米の重量が多い

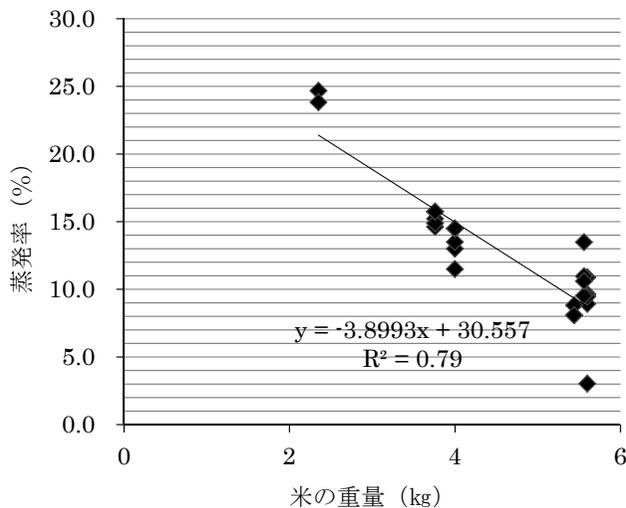


図5 米の重量と炊飯時の蒸発率

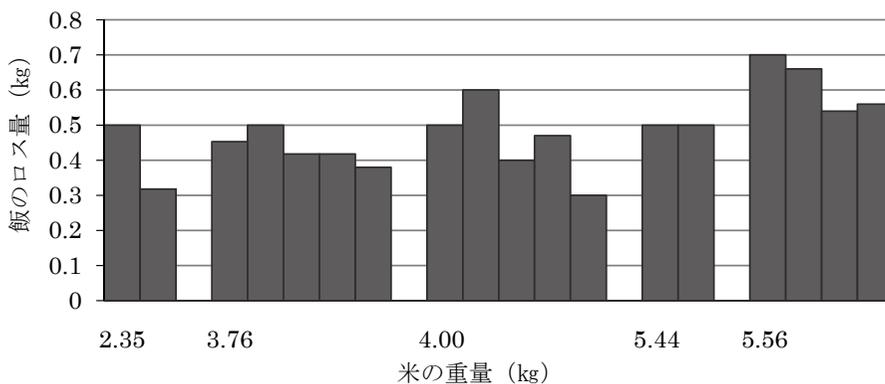


図6 飯の盛りつけによるロス量

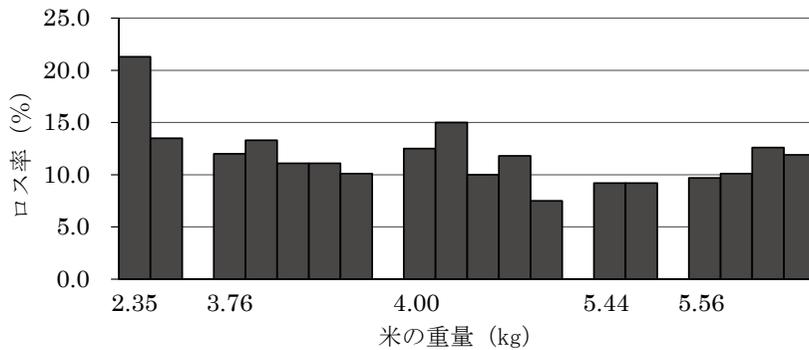


図7 飯の盛りつけによるロス率

表1 米の重量と1食あたりの飯の提供量

米の重量 (kg)	飯の提供量/食 (g)
2.35	160
3.76	170
4.00	173
5.44	183
5.56	185
5.60	184

ほうがロス率は低くなる傾向であった。米の重量に対する飯のロス量の差が少ないためと考えられる。飯は盛りつけ作業において炊飯釜や什器に貼りつきやすく、ロス量が他の食材に比べても生じやすいと考えられる。炊飯工程が標準化されたとしても盛りつけ作業によるロス量が多くなると飯の提供量が減り、献立計画時の飯の栄養量を確保することが難しくなる。飯の品質管理には、盛りつけ作業によるロス量の影響が大きいと考えられる。給食施設において盛りつけ作業による飯のロス量を数量化し、ロス量を考慮して米の重量を決める必要があると考える。飯のロス量は、炊飯器や什器の材質や使いやすさ、盛りつけ作業能力などの要因が影響することが推察される。

5. 飯の提供量

表1に、米の重量に対する1食あたりの飯の提供量を示した。1食あたりの飯の提供量は160～185gの範囲であり、米の重量が多いほど、1食あたりの飯の提供量は多くなった。前述のとおり米の重量が多い場合は、炊き上りの水分蒸発量や盛りつけ作業による飯のロス量の変化が少なく、結果として蒸発率やロス率が低くなるために飯の提供量が多くなったと考えられる。

給食では、食事の提供時間が長く、また飯は温かく提供するため、利用者の目前で保温器（電気ジャー）やライスウォーマーから直接盛りつける。提供時間中、一定量の盛りつけを継続的に行うには熟練を要する。図8に1食ごとに盛りつけられた飯の重量を提供直後に計測し、提供時間にもなう経時変化を示した。約140食の飯の提供に30～35分を要した。盛りつけ作業開始から約15分までは提供

量にばらつきが少なかったが、それ以降は盛りつけ作業が進むにつれてばらつきが大きくなり、盛りつけ終了が近づくと提供量が少なくなる傾向がみられた。

図9に飯の提供量におけるヒストグラムを示した。中央値は180~189gとなったが、この範囲に入る食数は全体の38%であった。最小値92gから最大値260gとばらつきが大きかった。飯のエネルギー量に換算すると155kcal~437kcalの範囲となる。調理作業者は飯の盛りつけ作業前に1食分の飯の提供量を以下のように計算で求め、この提供量の飯を食器に盛りつけ、提供量の見当をつけてから、実際の盛りつけ作業を行うようにした。

$$1 \text{ 食の飯の提供量} = (\text{炊き上りの飯の重量} - \text{数量化した飯のロス量}) / \text{食数}$$

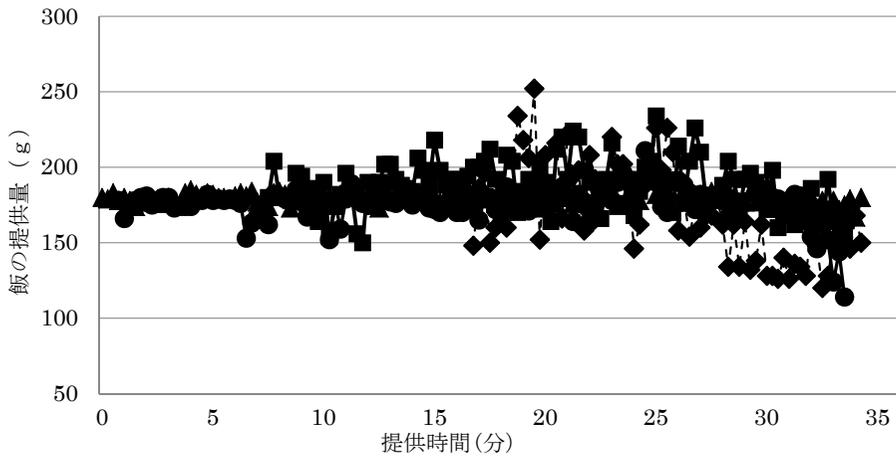


図8 飯の提供量の経時的変化

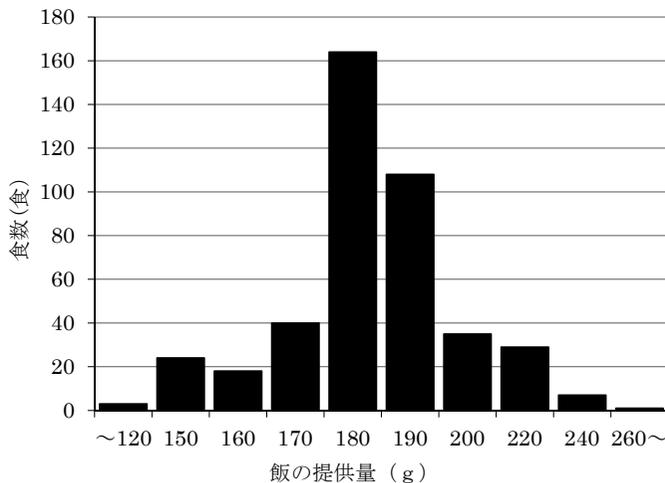


図9 飯の提供量のヒストグラム

しかし、調理作業者は飯の盛りつけ作業に熟練していないため、時間経過とともに提供量にばらつきが生じ、結果として給食利用者には献立計画時と異なる飯の摂取量となった。飯の品質管理には、調理作業者の盛りつけ作業能力が影響することが示された。調理作業者の盛りつけ作業における熟練度を高めることが重要であると考えられる。

本学の給食施設を利用し、飯の品質管理における変動要因について検討を行った。炊飯による水分蒸発量は、米の重量に関わらず0.5~0.6kgであった。蒸発率は10~25%の範囲となり、米の重量が多くなるに従い低くなった。盛りつけ作業による飯のロス量は0.3~0.7kgであった。飯のロス率は9~21%であり、米の重量が多いほうがロス率は低くなる傾向であった。これらの結果から、炊飯による蒸発率と盛りつけ作業によるロス率を考慮し、1食あたりの飯の提供量を以下の式で計算できると推測した。

$$1 \text{ 食あたりの飯の提供量} = \{ \text{米の重量} + \text{加水量} - \text{米の重量} \times (\text{蒸発率} + \text{ロス率}) \} / \text{食数}$$

この式の実際との整合性について、給食施設の調理作業や調理機器などの条件を変えて今後さらに検討する必要がある。

また、飯の提供作業において、調理作業者が飯の盛りつけ作業に熟練していないため、時間経過とともに提供量にばらつきが生じ、給食利用者への献立計画時の栄養量の確保が難しかった。上式で計算された飯の提供量を確保するためには調理作業者の盛りつけ作業能力を高めることが重要である。

本研究において、給食施設での飯の品質管理における変動要因は、米の重量、炊飯による蒸発量、提供作業による飯のロス量、調理作業者の提供作業能力が影響することが示された。各給食施設において、炊飯における水分蒸発量、飯のロス量を計測して蒸発率、ロス率を数量化し、また調理作業者の盛りつけ作業における熟練度を高めることにより生産（調理）の標準化が行われ、利用者の栄養量が確保できると考えられる。

参考文献

- 1) 土元喜美子, 高橋貴美子: 集団給食における炊飯の調理科学的研究, 栄養学雑誌, 24 (5) (6), 183-194 (1966)
- 2) 岡田玲子: 大量炊飯の調理学的研究 (第1報), 栄養と食糧, 23 (5), 330-335 (1970)
- 3) 岡田玲子: 大量炊飯の調理学的研究, 調理科学, 7 (4), 187-192 (1974)
- 4) 中津川かおり, 菅田仁美, 河村フジ子: 大量炊飯が飯の品質に及ぼす影響, 東京家政大学研究紀要, 42 (2), 87-92 (2002)
- 5) 綾部園子, 笠松千夏, 香西みどり, 畑江敬子: 熱源の異なる大量炊飯器で炊飯した飯の好ましさの評価, 栄養学雑誌, 62 (4), 241-246 (2004)
- 6) 彦坂令子, 高橋園美, 関根奈々恵: 大量調理における炊飯—米の浸漬条件が炊きあがりに及ぼす影響について—, 大妻女子大学家政研究系研究紀要, 37, 77-80 (2001)
- 7) 殿塚婦美子編著, 三好恵子他著: 改訂新版大量調理—品質管理と調理の実際—学建書院 84-86 (2016)
- 8) 三浦勉: 大量調理の炊飯におよぼす水分量の影響について, 駒澤大学苫小牧短期大学紀要, 34, 46-52 (2002)

