

低たんぱく米の炊飯条件の違いによる食味評価比較

片山 直美

Cooking Condition of the Low Protein Rice – Comparison of Aroma and Taste –

Naomi KATAYAMA

緒 言

腎臓病は年々増える傾向にあり、その主な原因は高齢化による腎臓機能の低下と糖尿病の合併症としての糖尿病性腎症の増加があげられる。食事療法の目的は、腎臓病の進行を遅らせることと、体調を良好に保つことにあり、血液透析導入前の保存期であれば、食事療法によって腎不全への進行を遅らせることは大変重要である¹⁾。このことは血液透析導入を遅らせることに役立つ。腎臓の機能が低下していくと、タンパクやナトリウムなどが排泄されにくいために、たんぱく質を摂り過ぎると、腎臓からしか排泄されない尿素や窒素、クレアチニン等が十分に排泄されなくなるため身体に大きな負担をかけることになる。さらに、だるさやむくみ、高血圧などの原因になるナトリウムの排泄機能も弱まるため塩分を抑えなければならない。腎臓病が進行し、腎臓がほとんど機能しなくなった場合には血液透析療法が行われる。腎臓の異常はタンパク尿や血尿、あるいは尿素窒素やクレアチニンなどの老廃物が血液中にたまっていくことによって発見できるが、こうした異常が見つかった場合の処置の一つとしてタンパク質の摂取量の制限がある。これはタンパク質の摂取量が多いとネフロン障害を進行させるため、タンパク質の摂取量を制限して腎臓病の進行を遅らせる方法である。米食民族にとって重要なカロリー源である米の主成分はでんぷんであるが、米は同時に重要なタンパク質源でもある。日本人は全摂取タンパク質の約15%程度を米タンパク質に依存している。白米の7%前後がタンパク質である²⁾。食事全体でたんぱく質を制限する為には米のたんぱく質も考慮する必要がある。そのため長期に渡る腎臓病疾患（CKD）患者の食事のケアにおいて、低たんぱく米の提供は必要不可欠となる。日本人においてCKD患者が増加傾向にあるため、今後益々低たんぱく米が必要とされることが示唆される。しかし、低たんぱく米はたんぱく質を取り除くためでんぷん粒となり、炊飯時にだまになったり、芯が残ったりしてしまい、食感がいまひとつ良くないために食事全体の評価を落としている。腎臓病治療は長期に渡るため、病院や福祉施設ならびに自宅において腎臓病食を作成する際に食感のよい低たんぱく米を患者に提供することができれば、患者の生活の質（QOL: Quality Of Life）の向上に繋がる³⁾。

そこで本研究は、現在市販されている低たんぱく米において、家庭用ならびに業務用のガス炊飯器ならびに家庭用の電気炊飯器を用いて、家庭でも、病院や福祉施設でも実践できる食味評価結果の良い低たんぱく米の炊飯条件を決定することを目的とした。

方 法

被験者：健康成人女性82名（ 20.32 ± 0.47 歳）であった。

試験条件：低たんぱく米（うるち米の平均たんぱく質含量に比べ1/3量：株式会社 両双）、無洗米（日本のお米無洗瑞穂の力：パールライス、H22年度、愛知県産）を、家庭用電気炊飯器（電気炊飯器RC-I8JM：TOWSHIBA）、家庭用ガス炊飯器（ガス炊飯器マイコン付 α かまど炊きRR-S100MRT：株式会社リンナイ）、業務用3段ガス炊飯器（3段ガス自動炊飯器FRC21D：株式会社フジマック）を用いて炊飯した。

試料は①無洗米と低たんぱく米をそれぞれ225 g、合計で450 g（3合）と②低たんぱく米450 gの2種類に対して、加水量を米重量の1.15倍と1.20倍の2条件で家庭用電気釜と家庭用ガス釜で炊飯したもの、さらに③無洗米と低たんぱく米をそれぞれ1500 g、合計で3000 g（20合）と④低たんぱく米3000gの2種類に対して、加水量を米重量の1.15倍と1.20倍の2条件で業務用3段釜で炊飯したもので比較を行った。

炊飯時には調理時間を短縮するために加水時間なしで、腎臓病患者のミネラル制限を考えてネラル成分の少ない超純水（以下RO水：福島工業株式会社製）を総米重量の1.15倍、1.2倍で加えて炊飯した。現在本学給食施設において提供されている米飯の加水量は米の新古によってまた脱穀からの日数によって変わるが、通常米重量の1.10倍から1.2倍の間である。多くの場合加水量1.15倍で業務用3段釜を用いて炊飯することでこげもなく食味評価も良い飯を炊きあげている。でんぷん米の炊飯には芯が残りやすいことやだまになりやすいことから通常の炊飯よりも加水量が必要である。そこで本研究では米重量の1.15倍と1.2倍の2種類の水量で炊飯することにした。

また、低たんぱく米100%で炊飯した米飯が一番おかずに多くのたんぱく質を提供することが出来るため食事として望ましいが、過去に本学実習でガス釜を用いて炊飯した低タンパク米の食味評価を行った結果では、通常の米に20%、50%、100%の低たんぱく米を加えた米飯の場合、50%の低たんぱく米を加えた米飯が飯として食べることが出来る限界であると評価されていた。そのため、本研究では50%と100%の低たんぱく米を加えた米飯の食味評価を炊飯条件を変えて炊飯した米飯で行うことにした。

食味評価：自記式のアンケート調査（味、香、色：見た目）で行い、無洗米100%の飯を10点満点として他の飯に対する評価を記入させた。

統計処理：食味評価結果は低たんぱく米混入割合2種類（無洗米50%+低たんぱく米50%、低たんぱく米100%）と加水条件2種類（米全重量に対して1.15倍、1.2倍）と炊飯機3種類（家庭用電気釜、家庭用ガス釜、業務用ガス釜）の計12群について味、香、色（見た目）の比較を行うため、順序尺度（10点満点）を用いたノンパラメトリック検定で、同一被験者での評価（対応がある）であることからScheffe検定を用いて統計学的処理をエクセル統計2014（Microsoft社製）を用いて比較した。P値は小数点以下3桁で示した。

結 果

家庭用電気釜結果：家庭用電気釜で炊飯した場合の食味評価結果を表1に示す。味の評価が最

も高かったのは無洗米50%＋低たんぱく米50%を米全重量に対して1.15倍の加水条件で炊飯した飯で中央値7.0、最大値10.0、最小値3.0であった。香の評価が最も高かったのは、味と同様に無洗米50%＋低たんぱく米50%を米全重量に対して1.15倍の加水条件で炊飯した飯で中央値7.0、最大値10.0、最小値3.0であった。色（見た目）の評価が最も高かったのは無洗米50%＋低たんぱく米50%を米全重量に対して1.2倍の加水条件で炊飯した飯で中央値7.5、最大値10.0、最小値3.0であった

家庭用電気炊飯器（電気炊飯器RC-18JM：TOWSHIBA）は消費電力/平均保温（W）が880/40（W）であり、最大1.8Lを炊飯することができる。鍛造厚釜4mmであり、家庭用の炊飯器としては強火で12時間の保温ができる炊飯器である。低たんぱく米が50%の場合は炊飯時の水量が米総重量の1.15倍のほうが食味評価が良かったが、低たんぱく米100%で炊飯する場合は水量が米総重量の1.2倍のほうが食味評価が良かった。低たんぱく米はタンパク質を取り除いて作成した澱粉米であることから、水分が少ないと芯が残りやすく、食味的に評価が下がることから、低たんぱく米を多く混入する場合は炊飯時に加える水の量を増やして、芯の残らない炊飯をする必要がある。家庭用の電気炊飯器（RC-18JM：TOWSHIBA）で低たんぱく米100%を炊飯するには水量は米総重量の1.2倍必要であった。

表1. 家庭用電気釜炊飯による米飯に対する食味評価結果

味	無洗米：低タンパク米＝50：50		低タンパク米100%	
米450g	水分重量	水分重量	水分重量	水分重量
電気釜	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍
平均値	7.0	5.4	5.9	6.8
SD	1.7	1.7	1.7	1.5
最大値	10.0	9.0	9.0	10.0
最小値	3.0	2.0	2.0	3.0
中央値	7.0	5.0	6.0	7.0
香	無洗米：低タンパク米＝50：50		低タンパク米100%	
米450g	水分重量	水分重量	水分重量	水分重量
電気釜	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍
平均値	6.8	6.6	6.1	6.7
SD	1.8	1.6	2.1	1.7
最大値	10.0	9.0	9.0	10.0
最小値	3.0	3.0	2.0	3.0
中央値	7.0	7.0	6.0	7.0
色（見た目）	無洗米：低タンパク米＝50：50		低タンパク米100%	
米450g	水分重量	水分重量	水分重量	水分重量
電気釜	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍
平均値	7.3	7.1	6.9	7.3
SD	1.8	1.9	1.7	1.5
最大値	10.0	10.0	10.0	10.0
最長値	3.0	3.0	1.0	4.0
中央値	7.0	7.5	7.0	7.0

家庭用ガス釜結果：家庭用ガス釜で炊飯した場合の官能試験結果を表2に示す。味の評価が最も高かったのは低たんぱく米100%を米全重量に対して1.2倍の加水条件で炊飯した飯で中央値8.0、最大値10.0、最小値4.0であった。香の評価が最も高かったのは、味と同様に、低たんぱく米100%を米全重量に対して1.2倍の加水条件で炊飯した飯で中央値8.0、最大値10.0、最小値4.0であった。色（見た目）の評価が最も高かったのは無洗米50%＋低たんぱく米50%を米全重量に対して1.2倍の加水条件で炊飯した飯で中央値8.0、最大値10.0、最小値4.0であった。

家庭用ガス炊飯器（ガス炊飯器マイコン付 α かまど炊きRR-S100MRT：株式会社リンナイ）は消費電力233（W）で待機時消費電力は1 W以下である。内釜はフッ素仕様でこびりつきも少なく、炊き上がりの良い炊飯器である。10合炊きであるため、業務用（小規模のグループホームや飲食店など）でもある。家庭用の電気釜と同様に低たんぱく米が50%の場合は炊飯時の水量が米総重量の1.15倍のほうが食味評価が良かったが、低たんぱく米100%で炊飯する場合は水量が米総重量の1.2倍のほうが食味評価が良かった。やはり澱粉米である低たんぱく米は混入割合が増えると水量が少ないと芯が残るため、食味評価が下がる。しかし、家庭用の電気炊飯器よりもガス釜のほうが全体の食味評価点が高かった。今回のガス釜は都市ガスによる炊飯で、電気と比べて炊飯時の火力が強いと考えられるため、食味評価に与える火力の強さによる違いも考慮に入れる必要がある。しかし、水分量に関しては電気釜と同様に、低たんぱく米50%の場合は総米重量の1.15倍、100%の場合は1.2倍が評価が高かった。

表2. 家庭用ガス釜炊飯による米飯に対する食味評価結果

味	無洗米：低タンパク米＝50：50		低タンパク米100%	
米450g	水分重量	水分重量	水分重量	水分重量
家庭用ガス釜	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍
平均値	7.6	6.4	7.2	7.7
SD	1.5	1.5	1.8	1.5
最大値	10.0	10.0	10.0	10.0
最小値	4.0	3.0	3.0	4.0
中央値	8.0	7.0	7.0	8.0
香	無洗米：低タンパク米＝50：50		低タンパク米100%	
米450g	水分重量	水分重量	水分重量	水分重量
家庭用ガス釜	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍
平均値	7.5	6.6	6.9	7.6
SD	1.5	1.5	1.8	1.6
最大値	10.0	9.0	10.0	10.0
最小値	4.0	3.0	3.0	4.0
中央値	8.0	7.0	7.0	8.0
色（見た目）	無洗米：低タンパク米＝50：50		低タンパク米100%	
米450g	水分重量	水分重量	水分重量	水分重量
家庭用ガス釜	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍
平均値	7.3	7.3	6.6	7.0
SD	1.8	1.5	1.5	1.1
最大値	10.0	10.0	10.0	9.0
最長値	3.0	4.0	3.0	4.0
中央値	7.5	8.0	7.0	7.0

業務用3段釜結果：業務用3段ガス釜で炊飯した場合の官能試験結果を表3に示す。味の評価が最も高かったのは低たんぱく米100%を米全重量に対して1.15倍の加水条件で炊飯した飯で中央値8.0、最大値10.0、最小値4.0であった。香の評価が最も高かったのは、無洗米50%＋低たんぱく米50%を米全重量に対して1.2倍の加水条件で炊飯した飯で中央値7.5、最大値9.0、最小値2.0であった。色（見た目）の評価が最も高かったのは、香と同様に無洗米50%＋低たんぱく米50%を米全重量に対して1.2倍の加水条件で炊飯した飯で中央値8.0、最大値10.0、最小値4.0であった。

業務用3段ガス炊飯器（3段ガス自動炊飯器FRC21D：株式会社フジマック）は炊飯器専用バーナーと専用鋳物炊飯釜を採用しているため、ふっくらとした炊飯を可能にしている。白飯であれば2.8Kgから7.0Kgまでの炊飯が1釜で可能である。総合の消費電力は105W（点火時110

W)、ガス消費量は都市ガスの場合40.2kW (34500kcal/h) であり、今回用いた炊飯釜の中では最も火力の強い釜である。家庭用の電気釜、ガス釜と同様に低たんぱく米が50%の場合は炊飯時の水量が米総重量の1.15倍のほうが食味評価が良かったが、低たんぱく米100%で炊飯する場合も水量が米総重量の1.15倍のほうが食味評価が良かった。しかし、家庭用のガス釜に比べて全体的な評価は低く、家庭用の電気釜とほぼ同じくらいの食味評価であった。炊飯量が他の2つの釜(450g炊飯)に比べて3000g(他の2つの釜の役6.7倍の炊飯量)と大量であるため、炊飯時に下のほうの米がつぶれてしまい、食味に影響してしまった可能性は否定できない。しかし、総合では家庭用の電気炊飯器よりも評価が高いことから、大量調理であってもガス釜で炊飯することでより食味評価の高い低たんぱく米の炊飯ができるといえる。

表3. 業務用3段ガス釜炊飯による米飯に対する食味評価結果

味	無洗米:低タンパク米=50:50		低タンパク米100%	
米3000g	水分重量	水分重量	水分重量	水分重量
業務用ガス釜	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍
平均値	7.0	6.4	7.6	6.3
SD	1.6	1.4	1.4	1.3
最大値	10.0	9.0	10.0	9.0
最小値	3.0	3.0	4.0	3.0
中央値	7.0	6.5	8.0	7.0
香	無洗米:低タンパク米=50:50		低タンパク米100%	
米450g	水分重量	水分重量	水分重量	水分重量
業務用ガス釜	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍
平均値	6.7	7.2	7.3	6.5
SD	1.7	1.6	1.4	1.4
最大値	10.0	9.0	10.0	9.0
最小値	3.0	2.0	4.0	3.0
中央値	7.0	7.5	7.0	6.5
色(見た目)	無洗米:低タンパク米=50:50		低タンパク米100%	
米450g	水分重量	水分重量	水分重量	水分重量
業務用ガス釜	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍	米重量の1.15倍	米重量の1.2倍
平均値	7.3	7.3	6.6	7.0
SD	1.8	1.5	1.5	1.1
最大値	10.0	10.0	10.0	9.0
最長値	3.0	4.0	3.0	4.0
中央値	7.5	8.0	7.0	7.0

統計学的処理：多重比較法：今回の比較の形式は、12群すべてを同時対比で行う必要があり、各群は正規分布に従わない（ノンパラメトリック）ため、全12群を対比（対象の種類がわかっている）をするためにScheffe法を用いて解析を行った。

味の味覚評価結果：Scheffe法を用いて行った味の食味評価結果を表4に示す。味に対する評価は群間で大きく違い、家庭用の電気釜で炊飯した低たんぱく米よりも家庭用のガス釜で炊飯した低たんぱく米のほうが高い評価となった。業務用の3段釜で炊飯した低たんぱく米も家庭用の電気釜で炊飯した低たんぱく米よりも高い評価を得ていたが、家庭用のガス釜のほうが良い結果となった。いずれの場合も統計学的に有意差をもって、味に関する食味評価結果が示された（ $P<0.01$ ）。また、家庭用の電気釜であれば、炊飯条件として無洗米50%+低たんぱく米50%を米全重量に対して1.15倍の加水量で炊飯した場合が一番味が良い評価となった。家庭用ガス釜では低たんぱく米100%を米全重量に対して1.2倍の加水量で炊飯した場合が一番味が良い評価であった。業務用の3段釜では低たんぱく米100%を米全重量に対して1.15倍の加水量

で炊飯した場合が一番味が良い評価であった。以上の味に関する食味評価結果から、一番食味が良い低たんぱく米の炊飯条件は、業務用の3段釜で低たんぱく米100%を米全重量に対して1.15倍の加水量で炊飯した場合であった。

表4. 低たんぱく米を炊飯してできた飯の味を食味評価比較
(愛知産パールライス100%を10点満点として比較)

Scheffeの対比較		**:1%有意 *:5%有意		
水準1	水準2	カイニ乗値	P 値	判 定
電気釜50%1.15倍	電気釜50%1.2倍	122.1254	0.0000	**
電気釜50%1.15倍	電気釜100%1.15倍	68.3464	0.0000	**
電気釜50%1.15倍	ガス釜50%1.15倍	30.4648	0.0013	**
電気釜50%1.15倍	ガス釜50%1.2倍	25.4974	0.0077	**
電気釜50%1.15倍	ガス釜100%1.2倍	33.6014	0.0004	**
電気釜50%1.15倍	3段釜50%1.2倍	25.9865	0.0065	**
電気釜50%1.15倍	3段釜100%1.15倍	28.5020	0.0027	**
電気釜50%1.15倍	3段釜100%1.2倍	33.8814	0.0004	**
電気釜50%1.2倍	電気釜100%1.2倍	87.6818	0.0000	**
電気釜50%1.2倍	ガス釜50%1.15倍	274.5825	0.0000	**
電気釜50%1.2倍	ガス釜50%1.2倍	36.0185	0.0002	**
電気釜50%1.2倍	ガス釜100%1.15倍	179.2650	0.0000	**
電気釜50%1.2倍	ガス釜100%1.2倍	283.8453	0.0000	**
電気釜50%1.2倍	3段釜50%1.15倍	136.3688	0.0000	**
電気釜50%1.2倍	3段釜50%1.2倍	35.4422	0.0002	**
電気釜50%1.2倍	3段釜100%1.15倍	268.6242	0.0000	**
電気釜50%1.2倍	3段釜100%1.2倍	27.3556	0.0041	**
電気釜100%1.15倍	電気釜100%1.2倍	43.2965	0.0000	**
電気釜100%1.15倍	ガス釜50%1.15倍	190.0726	0.0000	**
電気釜100%1.15倍	ガス釜100%1.15倍	112.4690	0.0000	**
電気釜100%1.15倍	ガス釜100%1.2倍	197.7922	0.0000	**
電気釜100%1.15倍	3段釜50%1.15倍	79.1007	0.0000	**
電気釜100%1.15倍	3段釜100%1.15倍	185.1208	0.0000	**
電気釜100%1.2倍	ガス釜50%1.15倍	51.9361	0.0000	**
電気釜100%1.2倍	ガス釜100%1.2倍	56.0081	0.0000	**
電気釜100%1.2倍	3段釜100%1.15倍	49.3633	0.0000	**
ガス釜50%1.15倍	ガス釜50%1.2倍	111.7034	0.0000	**
ガス釜50%1.15倍	3段釜50%1.15倍	23.9397	0.0130	*
ガス釜50%1.15倍	3段釜50%1.2倍	112.7247	0.0000	**
ガス釜50%1.15倍	3段釜100%1.2倍	128.6017	0.0000	**
ガス釜50%1.2倍	ガス釜100%1.15倍	54.5743	0.0000	**
ガス釜50%1.2倍	ガス釜100%1.2倍	117.6393	0.0000	**
ガス釜50%1.2倍	3段釜50%1.15倍	32.2188	0.0007	**
ガス釜50%1.2倍	3段釜100%1.15倍	107.9150	0.0000	**
ガス釜100%1.15倍	3段釜50%1.2倍	55.2889	0.0000	**
ガス釜100%1.15倍	3段釜100%1.2倍	66.5648	0.0000	**
ガス釜100%1.2倍	3段釜50%1.15倍	26.7290	0.0050	**
ガス釜100%1.2倍	3段釜50%1.2倍	118.6873	0.0000	**
ガス釜100%1.2倍	3段釜100%1.2倍	134.9651	0.0000	**
3段釜50%1.15倍	3段釜50%1.2倍	32.7684	0.0006	**
3段釜50%1.15倍	3段釜100%1.15倍	22.2035	0.0228	*
3段釜50%1.15倍	3段釜100%1.2倍	41.5695	0.0000	**
3段釜50%1.2倍	3段釜100%1.15倍	108.9189	0.0000	**
3段釜100%1.15倍	3段釜100%1.2倍	124.5344	0.0000	**

% は愛知産パールライス中の低たんぱく米の混入割合
倍 は炊飯時における米重量に対する加水量

香の味覚評価結果：Scheffe法を用いて行った香の食味評価結果を表5に示す。香に対する評価も群間で大きく違い、家庭用の電気釜で炊飯した低たんぱく米よりも家庭用のガス釜で炊飯した低たんぱく米のほうが高い評価となった。また、業務用の3段釜で炊飯した低たんぱく米も家庭用の電気釜で炊飯した低たんぱく米よりも高い評価を得ていたが、家庭用のガス釜のほうが良い結果となった。いずれの場合も統計学的に有意差をもって、香に関する食味評価結果が示された（ $P<0.01$ ）。また、家庭用の電気釜であれば、炊飯条件として無洗米50%＋低たんぱく米50%を米全重量に対して1.15倍の加水量で炊飯した場合が一番香が良い評価となった。家庭用ガス釜でも家庭用の電気釜と同容に無洗米50%＋低たんぱく米50%を米全重量に対して

表5. 低たんぱく米を炊飯してできた飯の香の食味評価比較
(愛知産パールライス100%を10点満点として比較)

Scheffeの対比較		**:1%有意 *:5%有意		
水準1	水準2	カイニ乗値	P 値	判 定
電気釜50%1.15倍	電気釜100%1.15倍	40.1268	0.0000	**
電気釜50%1.15倍	ガス釜50%1.15倍	63.7653	0.0000	**
電気釜50%1.15倍	ガス釜100%1.2倍	77.5101	0.0000	**
電気釜50%1.15倍	3段釜100%1.15倍	34.5540	0.0003	**
電気釜50%1.2倍	ガス釜50%1.15倍	102.6702	0.0000	**
電気釜50%1.2倍	ガス釜100%1.2倍	119.9308	0.0000	**
電気釜50%1.2倍	3段釜50%1.2倍	38.9454	0.0001	**
電気釜50%1.2倍	3段釜100%1.15倍	64.4099	0.0000	**
電気釜100%1.15倍	電気釜100%1.2倍	20.0929	0.0441	*
電気釜100%1.15倍	ガス釜50%1.15倍	205.0593	0.0000	**
電気釜100%1.15倍	ガス釜100%1.15倍	51.9397	0.0000	**
電気釜100%1.15倍	ガス釜100%1.2倍	229.1758	0.0000	**
電気釜100%1.15倍	3段釜50%1.15倍	25.1938	0.0085	**
電気釜100%1.15倍	3段釜50%1.2倍	108.7408	0.0000	**
電気釜100%1.15倍	3段釜100%1.15倍	149.1535	0.0000	**
電気釜100%1.2倍	ガス釜50%1.15倍	96.7740	0.0000	**
電気釜100%1.2倍	ガス釜100%1.2倍	113.5512	0.0000	**
電気釜100%1.2倍	3段釜50%1.2倍	35.3474	0.0002	**
電気釜100%1.2倍	3段釜100%1.15倍	59.7579	0.0000	**
ガス釜50%1.15倍	ガス釜50%1.2倍	113.2653	0.0000	**
ガス釜50%1.15倍	ガス釜100%1.15倍	50.5944	0.0000	**
ガス釜50%1.15倍	3段釜50%1.15倍	86.5002	0.0000	**
ガス釜50%1.15倍	3段釜100%1.2倍	139.4813	0.0000	**
ガス釜50%1.2倍	ガス釜100%1.2倍	131.3610	0.0000	**
ガス釜50%1.2倍	3段釜50%1.2倍	45.5708	0.0000	**
ガス釜50%1.2倍	3段釜100%1.15倍	72.8559	0.0000	**
ガス釜100%1.15倍	ガス釜100%1.2倍	62.9108	0.0000	**
ガス釜100%1.15倍	3段釜100%1.15倍	25.0593	0.0089	**
ガス釜100%1.15倍	3段釜100%1.2倍	22.0641	0.0239	*
ガス釜100%1.2倍	3段釜50%1.15倍	102.3984	0.0000	**
ガス釜100%1.2倍	3段釜50%1.2倍	22.1904	0.0229	*
ガス釜100%1.2倍	3段釜100%1.2倍	159.4887	0.0000	**
3段釜50%1.15倍	3段釜50%1.2倍	29.2523	0.0021	**
3段釜50%1.15倍	3段釜100%1.15倍	51.7464	0.0000	**
3段釜50%1.2倍	3段釜100%1.2倍	62.6981	0.0000	**
3段釜100%1.15倍	3段釜100%1.2倍	94.1515	0.0000	**

% は愛知産パールライス中の低たんぱく米の混入割合
倍 は炊飯時における米重量に対する加水量

1.15倍の加水量で炊飯した場合が一番香が良い評価となった。業務用の3段釜では無洗米50% + 低たんぱく米50%を米全重量に対して1.2倍の加水量で炊飯した場合が一番香が良い評価となった。以上の香に関する食味評価結果から、一番香が良い低たんぱく米の炊飯条件は、家庭用のガス釜で無洗米50% + 低たんぱく米50%を米全重量に対して1.15倍の加水量で炊飯した場合であった。

色（見た目）の食味評価結果：Scheffe法を用いて行った色（見た目）の食味評価結果を表6に示す。色（見た目）に対する評価も群間で大きく違い、家庭用の電気釜で炊飯した低たんぱく米よりも家庭用のガス釜で炊飯した低たんぱく米のほうが高い評価となった。また、業務用の3段釜で炊飯した低たんぱく米も家庭用の電気釜で炊飯した低たんぱく米よりも高い評価を得ていたが、家庭用のガス釜と同じ結果となった。いずれの場合も統計学的に有意差をもって、色（見た目）に関する食味評価結果が示された（ $P < 0.01$ ）。また、家庭用の電気釜であれば、炊飯条件として無洗米50% + 低たんぱく米50%を米全重量に対して1.2倍の加水量で炊飯した場合が一番色（見た目）が良い評価となった。家庭用ガス釜でも家庭用の電気釜と同容に無洗米50% + 低たんぱく米50%を米全重量に対して1.2倍の加水量で炊飯した場合が一番色（見た目）が良い評価となった。また業務用の3段釜でも同様に無洗米50% + 低たんぱく米50%を米全重量に対して1.2倍の加水量で炊飯した場合が一番色（見た目）が良い評価となった。以上の色（見た目）に関する食味評価結果から、一番色（見た目）味が良い低たんぱく米の炊飯条

表6. 低たんぱく米を炊飯してできた飯の色（見た目）の食味評価比較
（愛知産パールライス100%を10点満点として比較）

Scheffeの対比較		** : 1%有意 * : 5%有意		
水準1	水準2	カイニ乗値	P 値	判 定
電気釜50%1.15倍	電気釜100%1.15倍	29.1364	0.0022	**
電気釜50%1.15倍	ガス釜100%1.15倍	76.0686	0.0000	**
電気釜50%1.15倍	3段釜100%1.15倍	76.0686	0.0000	**
電気釜50%1.2倍	ガス釜100%1.15倍	38.7094	0.0001	**
電気釜50%1.2倍	3段釜100%1.15倍	38.7094	0.0001	**
電気釜100%1.15倍	電気釜100%1.2倍	25.5722	0.0075	**
電気釜100%1.15倍	ガス釜50%1.15倍	29.7530	0.0017	**
電気釜100%1.15倍	ガス釜50%1.2倍	34.5835	0.0003	**
電気釜100%1.15倍	3段釜50%1.15倍	29.7530	0.0017	**
電気釜100%1.15倍	3段釜50%1.2倍	34.5835	0.0003	**
電気釜100%1.2倍	ガス釜100%1.15倍	70.2381	0.0000	**
電気釜100%1.2倍	3段釜100%1.15倍	70.2381	0.0000	**
ガス釜50%1.15倍	ガス釜100%1.15倍	77.0630	0.0000	**
ガス釜50%1.15倍	3段釜100%1.15倍	77.0630	0.0000	**
ガス釜50%1.2倍	ガス釜100%1.15倍	84.7264	0.0000	**
ガス釜50%1.2倍	3段釜100%1.15倍	84.7264	0.0000	**
ガス釜100%1.15倍	ガス釜100%1.2倍	25.0008	0.0091	**
ガス釜100%1.15倍	3段釜50%1.15倍	77.0630	0.0000	**
ガス釜100%1.15倍	3段釜50%1.2倍	84.7264	0.0000	**
ガス釜100%1.15倍	3段釜100%1.2倍	25.0008	0.0091	**
ガス釜100%1.2倍	3段釜100%1.15倍	25.0008	0.0091	**
3段釜50%1.15倍	3段釜100%1.15倍	77.0630	0.0000	**
3段釜50%1.2倍	3段釜100%1.15倍	84.7264	0.0000	**
3段釜100%1.15倍	3段釜100%1.2倍	25.0008	0.0091	**

% は愛知産パールライス中の低たんぱく米の混入割合
倍 は炊飯時における米重量に対する加水量

件は、家庭用のガス釜、または業務用の3段釜で無洗米50%+低たんぱく米50%を米全重量に対して1.2倍の加水量で炊飯した場合であった。

考 察

今回の各食味評価結果は分布が正規分布ではなかったことから、平均値 \pm SDのみの比較ではなく、中央値ならびに最大値、最小値において比較検討を行い、さらに多重比較法であるScheffe法を用いて統計解析を行った。結果から家庭用電気釜よりも、火力の強いガス炊飯条件（家庭用ガス釜または業務用ガス釜）で炊飯するならば、低タンパク米100%であっても味が良く、また炊飯時の水分量は総米重量の1.15倍の条件が最も評価が高いことが分かった。家庭用の炊飯器であってもでんぶん米である低タンパク米を炊飯するためには、ガス釜のほうが良く、食味、香り、見た目の食味評価結果が高かったことから、今後低タンパク米を摂取する必要のある家族を抱える家庭ではおいしい低タンパク米の炊飯のためにガス釜の使用を推奨したい。さらに最適な炊飯条件を設定するための研究を継続して行う必要がある⁴⁾。そのためには食味計による食味評価も必要であると考え⁵⁾。

電気とガスでは火力に違いがあるため、後は消費電力、消費kcalにも着目して、炊飯時における違いについてさらに検討する必要がある。また、炊飯された米自体のアルファ化率についても検討を要すると考える。このことを検討することで被験者による食味評価との比較が可能となり、より良い炊飯条件を決定するための客観的指標になると思う。

炊飯においては洗米の方法や給水時間、さらには使用する炊飯器の機種や使用する水などいろいろな条件が組み合わさって飯の食味が変化する。現在炊飯に対する考え方や、炊飯の基本的な方法が世代によって変わってきてしまっている^{6, 7)}ため、一般家庭に対する簡便な調理方法の指導も必要になると考える。

また、環境に配慮するためにも今回使用したような無洗米の使用を大量調理施設のみではなく、一般家庭でも使用していただけるように推奨したい^{8, 9, 10, 11)}。炊飯に使用する水量も一定にできることから、均一な炊飯が可能となり、より味の良い低たんぱく米の炊飯が容易になり、慢性腎臓病（CKD）患者を抱える家庭の食生活の質（QOL）を高めることができると考える。

今後さらに低たんぱく米の研究が進むと考えるが、米自体からたんぱく質の少ない品種を得るための米の品種改良を行うことも可能性のひとつである^{12, 13)}。実際に多くの研究者によって研究が行われているが、育種には時間がかかるため、遺伝子の組み換えに関しても今後の検討がなされる可能性のひとつである^{14, 15)}。遺伝子組み換えによる食の安全安心に関する問題点は今後も十分に検討され则认为るが、全世界に存在する慢性腎臓病（CKD）に悩む患者を救うためにも、また今後の食料生産における効率性を考えると、食の安全安心を踏まえた遺伝子組み換え技術の革新が待たれる。

要 約

長期に渡る腎臓病疾患（CKD）患者の食事のケアにおいて、低たんぱく米の提供は必要不

可欠で、日本においてCKD患者が増加傾向にあるため、今後低たんぱく米の利用が必要とされる。しかし、低たんぱく米はたんぱく質を取り除くためでんぶん粒となり、炊飯時にだまになったり、芯が残ったりしてしまい、食感がいまひとつ良くない。そこで本研究は、低たんぱく米において、家庭用、業務用のガス炊飯器ならびに家庭用の電気炊飯器を用いて、味の良い低たんぱく米の炊飯条件を決定することを目的とした。結果、より火力の強い炊飯条件で大量に炊飯することで、低たんぱく100%であっても味がよくなり、水分量は米重量の1.15倍が好条件であることが分かった。

謝 辞

本研究を行うにあたり、低タンパク米の提供をいただきました株式会社両双様に深く感謝いたします。また、炊飯器の提供をいただきました株式会社東邦ガス様に深く感謝いたします。純水（RO水）を提供いただきました株式会社福島産業様に深く感謝いたします。

引用文献

- 1) 望月隆弘、原茂子：保存期慢性腎不全の食事療法における低たんぱく質米の有用性，日本腎臓病学会誌，**42**・1，24-29（200）
- 2) 宮森康雄：低たんぱく米生産におけるケイ酸の役割とその診断指標，日本土壤肥料学会誌，**67**・6，696-700（1996）
- 3) 岩田美紗子、銭丸明香、西尾有加：糖尿病腎症の家庭で出来る低タンパク米の検討，食物栄養と食文化，**41**-3（2012）
- 4) 大里久美、浜地勇次、川村富輝、松江勇次：良食味水稻品種における食味試験の制度，日本作物学会紀事，**67**・2，170-173（1998）
- 5) 庄治一郎、倉沢文夫：福島県産米の味度メーターによる食味評価ならびに理化学的性質，日本家政学会誌，**3**・3，219-227（1992）
- 6) 日本調理科学会近畿支部炊飯分科会：炊飯知識の習得に関する調査，日本調理科学会誌，**38**・1，77-82（2005）
- 7) 日本調理科学会近畿支部炊飯分科会：大学女子新入生の炊飯実態と米飯に対する嗜好性に関する調査，日本調理科学会誌，**39**・1，66-70（2006）
- 8) 北尾敦子、倉賀野妙子、奥田和子：環境にやさしい食生活：無洗米の調理特性と消費者の意識，日本調理科学会誌，**32**・3，220-226（1998）
- 9) 貝沼やす子、伊藤純子、香西みどり、畑江敬子：無洗米の嗜好的および物理化学的性質の貯蔵に伴う変化，日本調理科学会誌，**36**・1，8-16（2003）
- 10) 柴田恒彦、河野征弘：我が社[佐竹製作所]の無洗米製造設備、その開発と普及—スーパーJフライス設備（特集 米飯産業における最近の話題），ジャパンフードサイエンス，**37**・8，39-43（1998）
- 11) 雑賀慶二：米のとぎ汁公害とBG無洗米の開発（特集 米飯産業における最近の話題），ジャパンフードサイエンス，**37**・8，33-38（1998）
- 12) 齊藤邦行、速水敏史、石部友弘、松江勇次、尾形武文、黒田俊郎：有機栽培を行った米飯の食味と理化学的性質，日本作物学会紀事，**67**・2，169-173（2002）
- 13) 岩渕哲也、尾形武文、浜地勇次：京築地域における水稻良食味品種の食味からみた目標タンパク質含有率，日本作物学会紀事，**67**，4-5（2001）
- 14) 西村実：イネ低グルテリン系統LGC1の育成と腎臓疾患患者の食事療法への適用，農業技術，55，466-469（2000）
- 15) 望月隆弘、原茂子：保存期慢性腎不全の食事療法における低タンパク質米の有用性，日本腎臓病学会誌，**42**・1，24-29（2000）