

大量炊飯が飯の品質に及ぼす影響

中津川 かおり, 菅田 仁美, 河村 フジ子

(平成 13 年 10 月 4 日受理)

Effects of the Quality of Cooked Rice on the Large-scale Cooking Rice

Kaori NAKATSUGAWA, Hitomi SUGATA and Fujiko KAWAMURA

(Received on October 4, 2001)

キーワード: 大量炊飯, 吸水, 付着水, 糊化, 破断荷重, 破断歪み率

Key words: large-scale cooking rice, water absorption, adhesive water, gelatinization, rupture load, rupture strain

緒 言

日本人の主食である米は、我が国において唯一自給できる食品のひとつである。しかし、我が国の米の消費量は、年々減少傾向にある。国民栄養調査の結果によると、摂取エネルギーの食品群別摂取構成に占める米の割合は、1975年は39.2%、1980年は37.6%、1985年は36.6%、1990年は34.5%、そして1995年には30%を割って、28.9%、1996年は29.2%、1997年には28.9%¹⁾と確実に減少傾向をたどっている。このことからわかるように、近年、日本人の米離れが叫ばれている。これは、国民所得の向上に伴う食事内容の高級化、産業の発達に伴った食事の簡便化、マスメディアの発達により、国際的な情報への関心が高まったことで、食の欧米化が進んだためと考えられる。また、洗米後に炊飯を必要とする手間のかかる米よりも、そのまま食すことが可能であるパンの手軽さが、現代の日本人のライフスタイルにとけ込み、広く定着したためであるとも考えられる。しかし、その一方では、主食には米飯、主菜に魚、副菜に野菜を配した日本型の食事(粗食)が、栄養学的に好ましいとされ、米食が見直されてきている。米、特有である「炊飯」といわれるこの調理過程は、喫食できない米をおいしい飯にするために、重要な調理操作である。また、飯は、米の中心部まで糊化して芯がなく、表面の水分が程よく取れ、特有の弾力と適度な粘り気があって、はじめておいしい飯

といわれる。

また、おいしい飯は、日本人の嗜好においても、栄養的な面からも高く支持され、結果として米の消費拡大へとつながる。しかし、飯は、米の新古や品種、品質はもちろん、炊飯条件によっても食味が大きく左右される。よって、米飯に関する研究は、数多く報告^{2)~12)}されている。しかし、まだ不明瞭な点も多く、特に大量炊飯に関する研究報告は少ない。よって、本実験では文化鍋で炊飯を行い、基本的な側面から、家庭における大量炊飯が飯の品質に及ぼす影響について検討を行った。

実験方法

1. 実験材料

米は、平成 12 年新潟産水稲うるち米(こしひかり)で、搗精後 1 ヶ月以内の精白米を使用した。

2. 炊飯器具

容量 5.5L、底厚 3mm、アルミニウム製の文化鍋を使用した。

3. 試料調製(炊飯方法)

米 300 g を対照に、4 倍量にあたる 1200 g を計量して、それぞれに水を加えて 20 回攪拌後換水し、これを 3 回繰り返した。続いて換水だけを 3 回行った後、ザルに上げ、水切りを 5 分間行った。以上のように洗米した米を文化鍋に移し、付着水を含めて米重量の 1.5 倍量となるように加水量を調整して 60 分間浸漬を行った後、点火した。

加水温度は、22℃の一定温度に調製し、加熱条件は図1に示すとおりで、沸騰までと沸騰後1分間は強火（ガス流量＝4L/min）、その後4分間の中火（2L/min）、10分間の弱火（1L/min）に設定し、その後消火し、蒸らし（五徳上に放置）を5～10分間行ったものを測定用の試料とした。

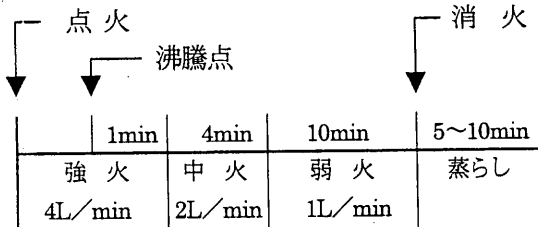


図1 炊飯における加熱条件

4. 測定項目および方法

(1) 温度変化の測定

300g炊飯は、鍋底から1cm上層の中央部－①（以後、下層・中央部とする）と鍋肌より1cm内側の端部－②（以後、下層・端部とする）の計2ヶ所、1200g炊飯は、①、②に加えて、表層より1cm下層の中央部－③（以後、上層・中央部とする）と鍋肌より1cm内側の端部－④（以後、上層・端部とする）の計4ヶ所を測定部位に設定し、温度計測システム（飯尾株式会社製）を用いて測定した。このときの室温は、空調により26℃に設定した。（一連の測定において室温と測定部位は一定に設定した。）

(2) 付着水量の測定

炊飯過程の米飯を経時的に茶こしに採取し、1分間静置の後、濾紙に付着水を吸着させ、濾紙重量の増加量を測定して付着水量とし、全重量に対する割合から付着水量を求めた。

(3) 吸水量の測定

炊飯過程の米飯を経時的に採取し、かたく搾ったさらに、採取した米飯の上下を覆い、付着水の除去と余分な蒸発を防ぎながら、30分間静置して室温に安定させたものを試料とした。この試料を80℃・48時間の乾燥法で吸水量の測定を行った。

(4) 破断特性の測定

レオナー（株式会社山電製 RE20-33005）を用いて測定を行った。

1) 一粒法

(3)と同様に調製した試料を以下の条件で測定を行った。ロードセル：2kg、圧縮率：100%、圧縮速度：1mm/sec、プランジャー：W型

2) 集合法

炊き上がった飯を(3)と同様に調製して室温にした試料を内径50mm×高さ15mmのステンレスシャーレに15gずつ軽く詰めた後、直径40mmのプランジャーを用いて、一定荷重で予備荷重を与え、密集度が均質である試料を調製した。測定は、シャーレから取り出して行い、測定には、直径16mmのプランジャーを用い、以下の条件は一粒法と同条件で測定を行った。

(5) 糊化度の測定

貝沼ら¹³⁾のBAP法で測定を行った。

結果および考察

(1) 炊飯による温度変化

300g炊飯、1200g炊飯で得られた、炊飯による各部位の温度変化の測定結果を図2に示した。300g炊飯で

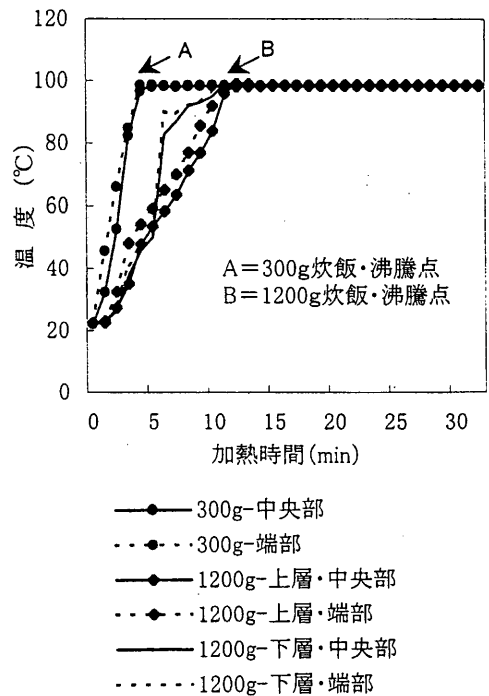


図2 炊飯過程の温度変化

は、加熱開始後約4分で中央部、端部共に98℃に達し、その上昇過程はわずかに端部の方が高値を示した。また、1200g炊飯では上層部の温度変化は下層部に比べ、緩慢

な上昇の曲線を示したが、熱源に近い下層部は加熱開始から約5分後に急激な温度上昇を示し、上層部よりも早く高温域に達していた。また、上層部、下層部共に中央部よりも端部の方が常に高い温度を示した。これは、アルミニウム製の鍋が熱媒体となり、熱の伝導率を高めたためであることが示唆される。しかし、この温度差も300g炊飯では約4分、1200g炊飯では約11分をそれぞれ経過した後に各部位共、98℃をほぼ同時に示し、その後、平衡状態となった。図2に示すA、Bの点は、それぞれ、鍋蓋がカタカタと音を発し、オネバを吹き上げながら沸騰し始める時間であった。このことから、本実験における炊飯条件下では、沸騰は炊飯過程で各部位が98℃以上で一定になったときに起こることが明らかとなった。

(2) 米飯の付着水および吸水量の測定

300g炊飯における吸水量の割合を図3に示した。吸

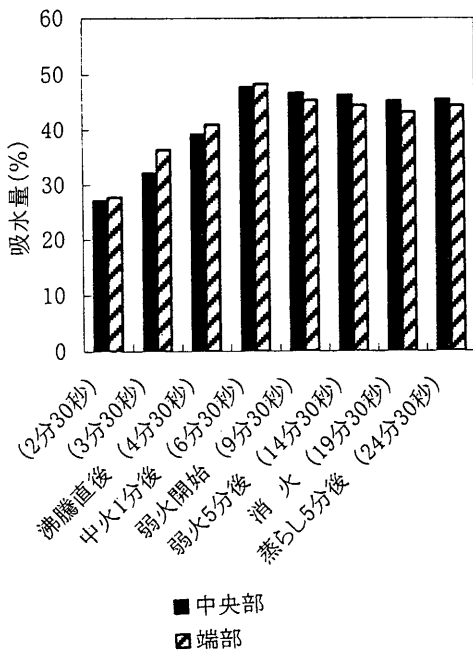


図3 炊飯による吸水量の変化(300g炊飯)

水量は中央部、端部共に沸騰を迎えた後の6分半までは、増加傾向を示し、その程度は端部の方が高値を示していた。それ以降、蒸らし終了までの吸水量の変化は些少であったが、わずかに減少傾向を示した。また、その傾向は端部の方が顕著で、加熱6分半を境にして、中央部と端部の吸水量の高低が入れ替わることがわかった。これ

は、6分半までの加熱では熱伝導が良い端部の米の吸水が促進されるが、吸水が飽和になり、ピークを過ぎると高温に達した鍋肌に接した状態が長く続き、米飯表面の付着水と共に、一度、米飯中に取り込まれた水も蒸発し始めることで、乾燥した状態の米飯になったと考えられる。実際、本実験の300g炊飯で得られた飯の炊き上がり重量は、米重量の約2.0倍で、鍋底部にはおこげがみられ、硬い口当たりの飯になっていた。この結果から、300g炊飯において、本実験で用いた鍋の大きさや加熱条件は不適當であり、条件設定を検討する必要があることがわかった。しかし、炊飯する米の重量を変えた場合には、炊き上がりの飯の状態に違いが生じることが示唆される。

よって、次に1200g炊飯について検討を行った。1200gの米は、約8cup(約15人分)に相当するため、家庭で一度に炊飯する量から考えると、1200gは大量であるといえる。図4には、1200g炊飯における付着水量の測

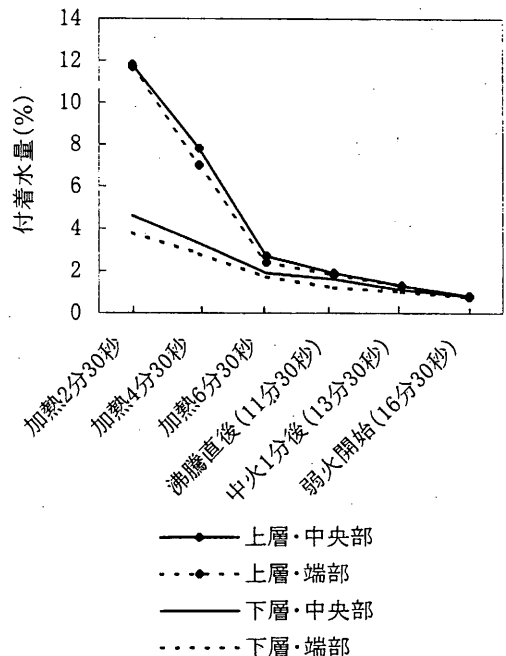


図4 炊飯による米の付着水量の変化(1200g炊飯)

定結果を示した。加熱21分半以降は、飯特有の「粘り」が出てくるために測定は不可能であった。したがって付着水量の測定は、加熱条件を中火から弱火に切り替えた16分半までに設定した。図4より、加熱2分半の時点での付着水量は、上層部では約12%と高く、下層部では

約4%と低い結果を示した。加熱時間の経過に伴い、付着水量は減少し、加熱6分半までは差が認められたが、その差は些少であった。加熱13分半以降は、有意な差は認められなかった。部分差が些少となった加熱6分半とは、図2に示した温度変化の測定結果から考察すると、各部位共に、米澱粉の糊化温度付近である 60°C ¹⁴⁾~ 16°C を超え始めた時間であったことから、付着水量は糊化が関与すると同時に、加熱初期に認められた部分差が、吸水量にも影響を及ぼすのではないかと考え、次に、吸水量の測定を行った。

吸水量の測定結果を図5に示した。吸水量においても

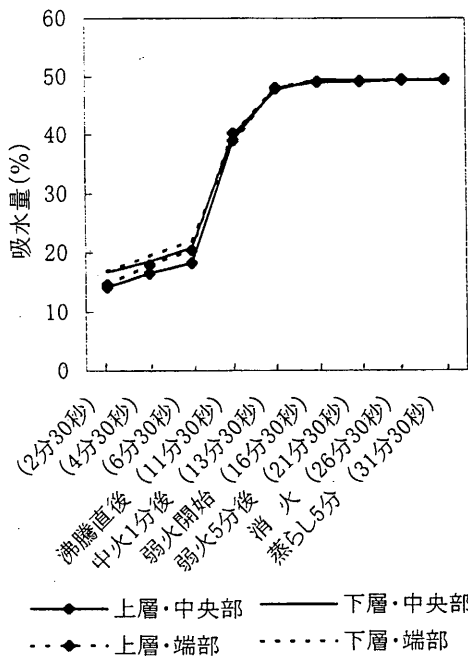


図5 炊飯による米の吸水量の変化(1200g炊飯)

付着水の測定結果と同様に、加熱6分半までは部分差が認められ、その増加傾向は上層部よりも下層部の方が、中央部よりも端部の方がわずかに高値を示した。しかし、沸騰以降は部位による有意差はなく、すべての部位が、顕著に高値を示した。また、300g炊飯で加熱後期にみられた減少傾向は認められず、加熱13分半以降は平衡状態となった。これは炊き上がった飯の重量が、米重量の約2.3倍であり、おいしい飯の条件¹⁷⁾を満たしていたためだと考えられる。付着水・吸水量の「測定の結果」、部分差が認められたため、次に、米飯の物性についての検討を行った。

(3) 米飯の破断特性の測定

炊飯時間の異なる米飯の破断特性を一粒法で測定し、得られた破断曲線を図6に示した。加熱4分半では破断

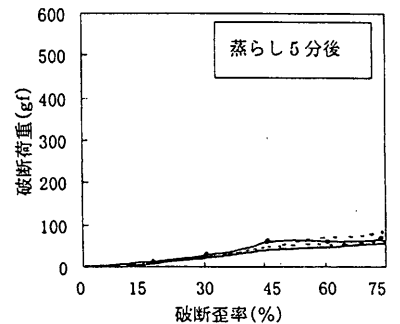
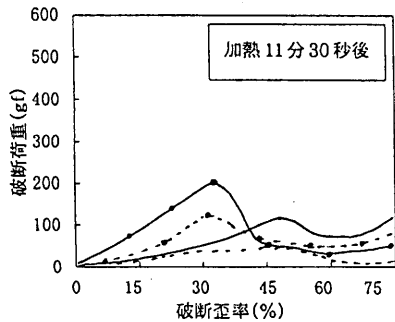
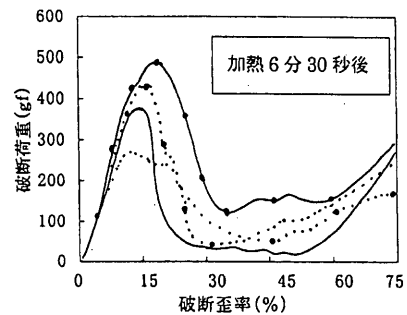
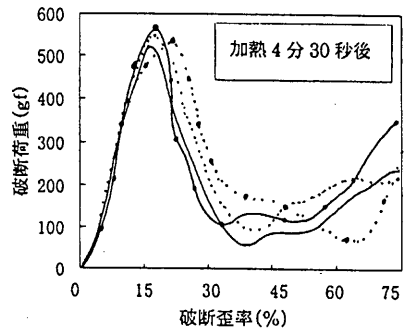


図6 米飯粒の破断特性(一粒法)

荷重、破断歪率共に各部位間での差は認められなかったが、炊飯時間の経過に伴って、有意に差が認められた。加熱6分半では、破断歪率はすべての部位が約15～20%で破断点を示し、有意な差はみられなかったが、破断荷重は、上層・中央部が最も高く、次いで上層・端部、下層・中央部、下層・端部の順に低い結果となった。その後もこの順位で破断荷重は低下し、それに伴った破断歪率の増加が認められた。しかし、蒸らし5分後は、有意な差はなく、蒸らしの重要性が示唆された。しかし、米飯は一般に、一粒ずつではなく、数十粒ずつをまとめて食す。したがって、次に、破断特性の測定を集合法で行い、結果を図7に示した。図7より、一粒法での測定結果と同様に、蒸らし後の米飯には、各部位間での差は認められず、破断歪率が60%前後の時、破断曲線が横ば

いになる降伏点が認められた。このことから、本実験で設定した加熱条件で1200g炊飯を行った場合、炊き上がりの飯にムラがなく、外国米にはない日本米特有の粘りと弾力が生じることがわかった。

しかし、炊飯過程においては、各部位の米飯粒の物性に有意な差が認められたことから、これは、米澱粉の糊化にも影響すると考え、次に糊化度の測定を行った。

(4) 米飯の糊化度の測定

糊化度の測定結果を表1に示した。加熱2分半、4分半までは上層でも端部と下層部の米飯の糊化度は、上層・中央部よりも顕著に高値を示した。しかし、加熱6分半では、各部位共に急激な糊化度の上昇が認められた。先にも示したとおり、加熱6分半とは、各部位共に米澱粉の糊化温度に達する時間、または既に通過し、それ以上になった時間であることが要因だと考えられる。また、沸騰直後も上層・中央部の糊化度は低く、わずかではあるが常に、他の部位よりも低値を示していた。しかし、蒸らしを5～10分間行った場合、部分差は認められなかった。このことより、蒸らしの重要性が確認できた。

要 約

- (1) 炊飯中の温度変化において、温度の上昇は上層部よりも下層部の方が、また、中央部よりも端部の方が早かった。しかし、温度差は300g炊飯では約4分半で、1200g炊飯では11分半でなくなり、各部位が同時に98℃を示した。この時間は沸騰開始時間と一致した。
- (2) 1200g炊飯の炊飯過程で、米飯の付着水量、吸水量に部分差が認められたが、各部位共、加熱6分半での付着水量と吸水量が急激な増減を示し、それ以降は部分差が些少であるか、有意な差はなくなった。

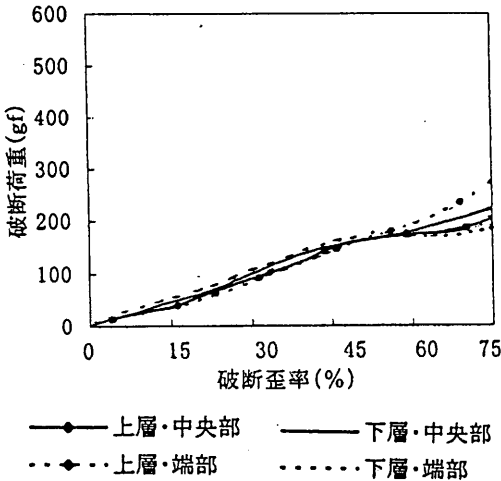


図7 米飯粒の破断特性(集合法)

表1 炊飯による米および飯の糊化度(%)の変化

加熱時間	上層・中央部	上層・端部	下層・中央部	下層・端部
2分30秒(強火)	12.3	16.2	18.8	22.1
4分30秒(強火)	24.5	38.0	41.3	46.1
6分30秒(強火)	55.0	80.8	77.8	82.5
11分30秒(沸騰直後)	62.6	82.3	82.6	84.1
13分30秒(中火)	84.1	87.2	86.1	88.9
16分30秒(弱火開始)	88.3	92.4	89.2	92.9
21分30秒(弱火5分)	94.2	94.3	92.1	95.2
26分30秒(消火)	95.8	97.2	96.9	97.1
31分30秒(蒸らし5分)	96.3	98.9	97.4	98.8
36分30秒(蒸らし10分)	98.2	99.6	99.8	100

- (3) 1200 g 炊飯の炊飯過程で、米飯粒の破断特性に部分差が認められたが、蒸らしを行うことで米飯の物性は均質化した。
- (4) 1200 g 炊飯の過程で、部位によって糊化度にも差が認められ、特に上層・中央部の米飯が最も糊化しにくかった。しかし、蒸らしを行うことで、ほぼ完全に糊化した。また、水温が60℃以上になると、急激に糊化が促進した。
- (5) 炊飯する米の量によって、使用する鍋の大きさや加熱条件を設定する必要がある。
- 5) 松元文子, 鈴木やす子: 家政誌, **22**, 29~34 (1971)
- 6) 貝沼やす子, 江間章子: 家政誌, **40**, 897~904 (1989)
- 7) 貝沼やす子: 家政誌, **46**, 539~547 (1995)
- 8) 貝沼やす子: 家政誌, **47**, 1099~1107 (1995)
- 9) 貝沼やす子, 長尾慶子, 畑江敬子, 島田淳子: 調理科学, **23**, 419~423 (1990)
- 10) 殿塚婦美子, 笹島道雄, 松元仲子, 鈴木久乃: 栄養学誌, **41**, 217~225 (1983)
- 11) 岡田玲子: 調理科学, **7**, 187~192 (1974)
- 12) 奥田富子, 中浜信子, 田原都久子: 家政誌, **9**, 86 (1958)

参考文献

- 1) 厚生省保健医療局 地域・保健増進栄養課生活習慣病対策室監修: 国民栄養の現状平成9年度国民栄養調査, 第一出版 (1999)
- 2) 松元文子, 関千恵子, 津田真由美: 家政誌, **18**, 158~162 (1967)
- 3) 関千恵子, 松元文子: 家政誌, **20**, 29~34 (1969)
- 4) 関千恵子, 松元文子: 家政誌, **20**, 494~499 (1969)
- 13) 貝沼圭二, 松永暁子, 板川正秀, 小林昭一: 澱粉科学, **28**, 235, (1981)
- 14) 野口 駿: 調理と水, 学建書院 (1979)
- 15) 松元文子, 福場博保著: 調理と米, 学建書院 (1979)
- 16) 新家龍, 南浦能至, 北畑寿美雄, 大西正建編: 糖質の科学, 朝倉書店 (1996)
- 17) 河村フジ子: 系統的調理学, 家政教育社 (1999)

Abstract

We examined effect of the quality of cooked rice on the large-scale cooking rice. We evaluated the adhesive water, water absorption, gelatinization and rheological properties. During the cooking rice, a raise temperature of the upper layer was slower than the bottom layer.

Until the middle heating period, the rice of the upper layer was more adhesiveness, less quantity of water absorption, lower degree of gelatinization and harder than the other parts. After doing the Murashi, there was no difference between cooked rice of the upper layer and the bottom layer. There was no partial difference on this condition of cooking rice.