

自動炊飯器による炊飯について

深瀬 亀 美

Studies on the Rice Cooking with Automatic Cooking Pots.

Kimi FUKASE

(昭和43年1月13日受理)

I 緒 言

米は日本人の熱量の最大給源であり全熱量の55%が供給されている。最近パン食が多くなってきたが米飯の食事に占める割合は何といってもまだ大きい。それに日本の気候風土が米の栽培に適しており多量の収穫があり、パン食にくらべると安価でおいしい。この米飯を炊くのに自動炊飯器の出現によって炊飯時間が開放され、また焦げつきはしないか等の気苦労もなくなった。しかし味の点では電気釜の飯はおいしくない。炊込飯などおちになりやすい等の批判は一般に多く聞かされる。薪や炭を燃料とするご飯はおいしい。土釜の飯はおいしい。これらの共通点は出来上りがふっくらとしている。芯まで熱が通って芯がない。粒に光沢があり、水っぽくなく適度な硬さや柔らかさを持っていること等である。

飯¹⁾をおいしく炊くのはいろいろと検討されているが、今回は時間と労力の節約出来る自動炊飯器によりおいしいご飯を炊く方法を見出したいと考え、本実験を試みたのでその結果を報告する。

II 実 験

(その1) 内釜の水量・浸漬時間・炊飯器が白飯成品に及ぼす影響

(1) 実験計画および実験方法

i 実験計画は三元配置法²⁾による。

第1の1表 白飯の実験計画表

(数字は実験の順序を示す)

C ₁	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄	C ₂	B ₁	B ₂	B ₃	B ₄
A ₁	1	3	2	4	A ₁	4	3	2	1
A ₂	2	1	4	3	A ₂	2	4	1	3
A ₃	4	2	3	1	A ₃	3	1	4	2

A = 内釜の水

A₁: 規定量160cc

A₂: 1割増160cc+30cc=190cc

A₃: 2割増160cc+60cc=220cc

B = 浸漬時間

B₁: 0

B₂: 1時間

B₃: 2時間

B₄: 3時間

C = 炊飯器

C₁: 電気釜 (東芝ホット70, 6合炊)

C₂: ガス釜 (パロマガス炊飯器)

ii 実験方法

・米は市内米穀店より白米普通品を一括購入し、1回の使用量は140g (180cc)

・内釜は予備テスト (米量が少ないので容量700ccの小ボール, 容量500ccピーカー, 備付け内釜を比較) の結果備付けのものを使用。

。内釜に入れる水の規定量とは指定線まで米と水を入れる時の水量。1割増の水量の算出法は、1単位増すのに300ccが計測されたので30ccを加えた。規定量の1割である16ccを採用するより釜の目盛で1割又は2割増と読むのが実用向と考えたからである。

。外釜の水量は予備テストの結果規定量では98°C以上の持続時間が1升炊—12.3, 12.3, 17.3分で、ホット70—18, 16, 18分、5合分で、19.3, 17, 18と25, 26, 27.3分、一升分で、23.3, 24, 22.3と33, 35, 34分であったので5合分を使用した。

。置蒸しは20分とし、官能テストまでの保存法は夏季のせいもあってか予備テストの結果釜の縁と内部をませ合せ温めた丼に移し清潔な布巾をかけて置くのがよかったのでこれによった。

。ガス炊飯器は温度測定の関係上備えつけの蓋を使用しないで、ナショナル電気炊飯器の蓋を使用。

。温度測定は通電または点火後5分間隔に温度を読みとった。ただし電気切れの時やガス止の時は例外として読み、蒸しについてはその時を起点として5分間隔に温度記録した。温度は米飯層内温度である。

。成品の評価は官能テスト³⁾によった。硬度に5点を配点し普通を3点とし硬くても軟かくても1~2点を減点し最優秀を5点とする5段階に評価する。糊化の程度すなわち芯の有無にも5点を配点して普通は3点に5段階に評価する。テスターは吟味された4名により満点はそれぞれの項目20点で合計40点とした。

(2) 実験結果

出来上り飯の評価点数、順位、飯の重量の倍率、98°C以上の持続時間を示したものが、第1の2, 第1の3表である。

第1の2表 電気釜の成果

実験 順序	実験方法 の 別	重 量 の 率	硬 度 評 価	芯の有 意 評 価	合 計 (40)	評 価 順 位	通 電 時 間 (分)	98°C 以上 持 続 (分)
1	A1 B1	1.95	11	15	26	10	18	28.5
2	A1 B3	1.93	13	14.5	27.5	9	27	37.0
3	A1 B2	1.97	11.5	12.5	24	12	18	26.2
4	A1 B4	1.96	12	12.5	24.5	11	19	25.5
5	A2 B2	2.09	17	15.5	32.5	6	18	26.6
6	A2 B1	2.14	17	16.5	33.5	5	19	29.5
7	A2 B4	2.19	16	16	32	8	18	28.5
8	A2 B3	2.11	15.5	17	32.5	6	19	29.4
9	A3 B4	2.31	20	19	39	1	20	26.7
10	A3 B2	2.34	16.5	19	35.5	2	19	29.0
11	A3 B3	2.31	16	19	35	3	20	26.2
12	A3 B1	2.35	18.5	16	34.5	4	20	26.7

官能テストでよいものと悪いものをあげてみると電気釜では1位2位3位とも内釜水は2割増で12位が規定量となっている。また1位は浸漬3時間、2位1時間3位2時間であるが、ガス釜では1位は内釜水1割増と2割増、3位が2割増、12位は規定量、1位の浸漬時間は3時間と1時間、12位が浸漬0となっている。

第1の3表 ガス釜の成果

実験順序	実験方法の別	重量の率	硬度の価	芯の有無価	合計(40)	評価の位	点火時間(分)	98°C以上持続(分)
1	A ₁ B ₄	1.73	13	13	26	6	20	19.5
2	A ₁ B ₃	1.69	12	12	24	10	24.5	18.0
3	A ₁ B ₂	1.64	13	13	26	6	14	15.4
4	A ₁ B ₁	1.44	10	11	21	12	10	13.6
5	A ₂ B ₃	1.78	13	12	25	9	15	12.1
6	A ₂ B ₁	1.66	11	12	23	11	15	12.2
7	A ₂ B ₄	1.81	17	18	35	1	15	11.8
8	A ₂ B ₂	1.69	13	13	26	6	10	14.1
9	A ₃ B ₂	2.09	17	18	35	1	16	12.1
10	A ₃ B ₄	2.41	14	15	26	5	15	18.1
11	A ₃ B ₁	1.84	14	16	30	4	19	17.3
12	A ₃ B ₃	1.89	15	16	31	3	16	13.5

以上で傾向を知ることは出来るが分散分析してみると第1の4表のようになる。

第1の4表 内釜の水量, 浸漬時間, 炊飯器が飯成品に及ぼす影響

要因	S. S.	d. f.	m. s.	Fo
A (内釜の水)	308.77	2	154.38	14.08**
B (浸漬時間)	26.86	3	8.95	
C (炊飯器)	86.26	1	86.26	7.87* **
A × B	23.73	6	3.96	
A × C	19.77	2	9.88	
B × C	27.12	3	9.04	
e	65.73	6	10.96	
計	558.24	23		

要因A(内釜の水量)には1%以下の危険率で有意差が認められた。内釜の水2割増の場合は成績が最もよく、平均値の差の検定を試みても規定通りのものより1%以下の危険率で優れ、1割増のものも規定量のものより5%以下の危険率で優れている。

要因Bには有意差は認められず当実験では浸漬時間に有意差は認められなかったが平均値を比較するとB₁: 28, B₂: 29.8, B₃: 29.2, B₄: 30.9で浸漬0より他の3者は少しなりと成績はよく、3時間浸漬したものは0のものより10%よい評価はなされている。

要因C(炊飯器)は1%以下の危険率において有意差が認められ、東芝ホット70は他より1%以下の危険率において優れている。

以上を考察してみると内釜の2割増の水が飯の出来上りによい結果を示しているのは内釜に水を

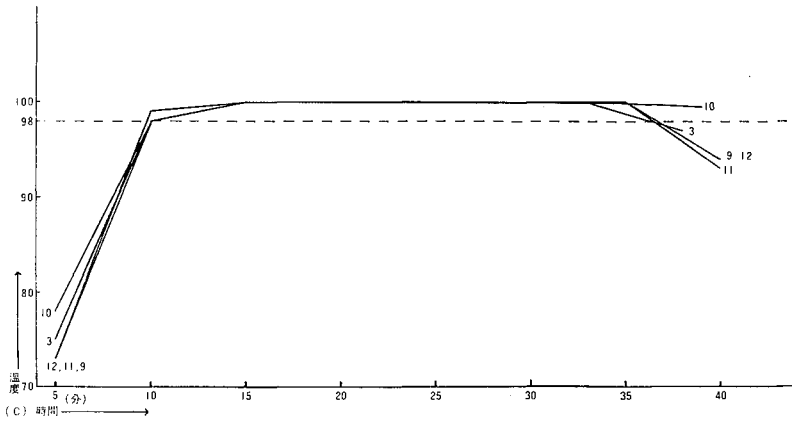
多く入れることによって通電時間を長くし、したがって98°C以上の持続時間を長くしそのためにでん粉の糊化⁴⁾条件をよくし、かつ組織への含水量を増加して飯の硬さを適当にし出来上り重量を重くするためではないかと考えられる。

2割増の水を入れたものは概して飯の出来上り量は重く、電気炊飯器の場合はすべて2.3倍となっており評価の点から観察しても硬さ、芯の有無状態何れもよい成績を示している。

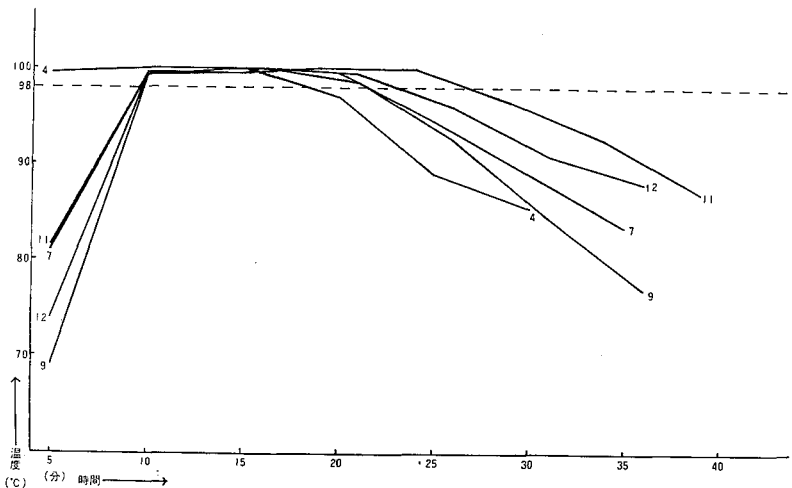
次に電気炊飯器ホット70がパロマガス炊飯器よりすぐれているのは第1図に見るように98°C以上の持続時間が長く、12回を平均して28.2分であるが、第2図のガス炊飯器では12回を平均して14.8分である。C₁ではでん粉糊化が完全に行なわれたがガス炊飯器の場合は98°C 20分の標準よりはるかに短くて糊化条件が悪く、また組織内への水分含量も少なく出来上り重量も小であるため良い結果が得られなかったと考えられる。C₁の平均は2.14倍、C₂の平均は1.81倍となった。

なお参考までに、炭火で炊いたご飯はおいしいが、予備実験で測定した温度記録によると(5分間隔) -98.5°-99.0°-99.0°-99.0°-98°C以上が20分つづいてその後に火蒸をしている。電気炊飯器ホット70は炭火型に近い。

第1図 東芝ホット70による炊飯中の温度推移



第2図 パロマガス炊飯器による炊飯中の温度推移



(そのII) 油で炒めて炊く場合、内釜の水量・外釜の水量・炊飯器が成品に及ぼす影響

(1) 実験計画および実験方法

i 実験計画は三元配置法による。

第2の1表 油で炒めて炊く実験計画表

(数字は実験の順序を示す)

C ₁	B ₁	B ₂	B ₃	C ₂	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	1	2	3	A ₁	2	1	3
A ₂	3	1	2	A ₂	1	3	2
A ₃	2	3	1	A ₃	3	2	1

A = 内釜の水 B = 外釜の水 C = 炊飯器
 A₁: 規定量 B₁: 規定量 C₁: 東芝炊飯器ホット70, 6合炊
 A₂: 1割増 B₂: 3合分 C₂: 東芝炊飯器1升炊
 A₃: 2割増 B₃: 5合分

ii 実験方法

- 米140g洗い, ざるにあげておく (約20分間)
- サラダオイル5ccで焦げないように弱火で3分間炒めて後炊飯
- その他は前回に準ずる

(2) 実験結果及び考察

結果は第2の2表と第2の3表のようになった。

第2の2表 C₁ (東芝ホット70) の成果

実験順序	実験方法別の	重量の率	硬度評価	芯の有無評価	合計 (40)	評価順位	通電時間 (分)	98°C 以上持続 (分)
1	A ₁ B ₁	1.96	8	10	18	9	10	11
2	A ₁ B ₂	2.00	10	11	21	8	15	13.5
3	A ₁ B ₃	1.99	10.5	11	21.5	7	18	18.5
4	A ₂ B ₂	2.17	14	13	27	6	17	16.5
5	A ₂ B ₃	2.21	16.5	16.5	33	4	20	16.5
6	A ₂ B ₁	2.17	15.5	14.5	30	5	12	13
7	A ₃ B ₃	2.41	18	18.5	36.5	2	20	17
8	A ₃ B ₁	2.43	18	18	36	3	12	11
9	A ₃ B ₂	2.41	19.5	19	38.5	1	15	13

第2の3表 C₂ (東芝1升炊) の成果

実験順序	実験方法別の	重量の率	硬度評価	芯の有無評価	合計 (40)	評価順位	通電時間 (分)	98°C 以上持続 (分)
1	A ₁ B ₂	1.85	8.5	9.5	18	9	12	6
2	A ₁ B ₁	1.91	9.5	9.5	19	7	9	6
3	A ₁ B ₃	1.91	9	10	19	7	14	9

4	A ₂ B ₁	2.12	12	13.5	25.5	5	9	6
5	A ₂ B ₃	2.20	12.5	12.5	25	6	16	8.5
6	A ₂ B ₂	2.20	14.5	14	28.5	4	12	7
7	A ₃ B ₃	2.31	17.5	16	33.5	1	16	8
8	A ₃ B ₂	2.28	18	14	32	2	12	9.5
9	A ₃ B ₁	2.34	16.5	15	31.5	3	10	7

官能テストで成績のよいものと悪いものをあげると、C₁ (東芝ホット70) で 1 位, 2 位, 3 位とも内釜水は 2 割増, 最下位は規定量, 外釜の水は 1 位 3 合, 2 位 5 合, 3 位規定量, 最下位も規定量となる。C₂ (東芝 1 升炊) でも 1 位, 2 位, 3 位は内釜水は 2 割増, 最下位は規定量で同じく外釜の水は 1 位 5 合, 2 位 3 合, 3 位規定量, 最下位 3 合で分散分析するまでもなく特色はでている事であるが念のため分散分析してみると第 2 の 4 表の通り明瞭に示された。

第 2 の 4 表 油で炒めて炊く場合の内釜の水量・外釜の水量・炊飯器が成品に及ぼす影響

要 因	S. S.	d. f.	m. s.	Fo
A (内釜の水)	702.76	2	351.38	51.00**
B (外釜の水)	6.09	2	3.04	
C (炊飯器)	48.35	1	48.35	7.02 (14.3)**
A × B	1.66	4	0.42	
A × C	7.85	2	3.92	
B × C	3.36	2	1.68	
e	27.56	4	6.89	
計	797.63	17		

要因 A (内釜の水量) は 1% 以下の危険率で有意差が認められ, 要因 B (外釜の水量) には有意差は認められず, 要因 C (炊飯器) では 1% 以下の危険率で有意差が認められた。内釜の水量は白飯に示した結果を再現しており, しかも前回よりいっそう鮮明になり, 2 割増のものが 1, 2, 3 位を占め 1 割増のものが 4, 5, 6 位を規定量は下位を占めた。飯の出来上り重量をみても 2 割増のものは平均 2.36 倍, 1 割増のもの 2.18 倍, 規定量 1.94 倍で従来よく炊けた飯は重量で 2.4 倍になるといわれてきたが内釜水 2 割増グループはその重量を保持している。外釜の水量の影響はあるとは出なかったが規定量より 3 合がよく, これよりは 5 合の方が少しづつよい成績で, $26.7 < 27.5 < 28.1$ を示し有意差は認められないまでも傾向を知ることが出来た。

炊飯器の別ではホット 70 が 1% 以下の危険率で有意差を示している理由を考えると 98°C 以上の持続時間が C₁ では平均して 14.4 分, C₂ が 7.4 分でこの差が糊化の進行程度に差を生じたものと考えられる。しかし白飯炊飯時の 28.2 分と比較するとはるかに短く評価点もホット 70 について比較しても 29.1: 31.4 で差はあるものの時間差程の差はなくかなりの評価が得られたのは, さきに米を炒めた際の加熱実積が加算されたためであらう。

(そのⅢ) 内釜の水量・外釜の水量・炊飯器が炊きこみ飯の成品に及ぼす影響

(1) 実験計画および実験方法

i 実験計画は3元配置法による。

第3の1表 炊きこみ飯の実験計画表

(数字は実験の順序を示す)

C ₁	B ₁	B ₂	B ₃	C ₂	B ₁	B ₂	B ₃
A ₁	3	1	2	A ₁	2	1	3
A ₂	2	3	1	A ₂	3	2	1
A ₃	1	2	3	A ₃	1	3	2

A = 内釜の水量

B = 外釜の水量

C = 炊飯器

A₁: 規定量

B₁: 規定量

C₁: 東芝ホット70, 6合炊

A₂: 1割増

B₂: 3合分

C₂: 東芝1升炊

A₃: 2割増

B₃: 5合分

ii 実験方法

○ 1回の米の量は140gで予め水洗水切して、サラダオイル4ccで約3分間焦げないように炒める。

○ 具は飯炊上り量の $\frac{1}{2}$ 量とし、内わけはしいたけ2g、にんじん20g、ごぼう23g、鶏肉20gとし、ささがき又は線切としてサラダオイル3.5ccで炒める。

○ 調味は出来上り量に対し0.7%の塩味を目標とし塩1g、しょうゆ8.5cc、化学調味料少々使用。

○ しょうゆの量は内釜の水量に読みこむ。

○ 炒めた米・具・調味料は水と共に最初から入れておく。

○ その他は以上の実験に準ず。

(2) 実験の結果

結果は第3の2表、第3の3表のとおりとなったが、官能テスト評価のよいものをあげると、ホット70では1位、2位は内釜水の2割増のもの下位は規定量のものであった。1升炊の方も内釜水では1位が2割増2位と3位に1割増があり最下位は規定量であった。

第3の2表 C₁(東芝ホット70)の成果

実験順序	実験方法の別	硬度評価	芯の有無評価	合計(40)	評価順位	通電時間(分)	98°C以上持続(分)
1	A ₁ B ₂	11	10	21	8	16	13.5
2	A ₁ B ₃	12	13	25	7	20	17.5
3	A ₁ B ₁	12	9	21	8	10.5	13
4	A ₂ B ₃	18	19	37	2	21	20
5	A ₂ B ₁	15	16	31	6	12	16
6	A ₂ B ₂	17	18	35	5	16.5	15
7	A ₃ B ₁	18	19	37	2	11.5	6
8	A ₃ B ₂	19	20	39	1	15	13.5
9	A ₃ B ₃	17	19	36	4	20.5	14

第3の3表 C₂ (東芝1升炊) の成果

実験順序	実験方法の別	硬度評価	芯の有無評価	合計 (40)	評価順位	通電時間 (分)	98°C 以上持続 (分)
1	A ₁ B ₂	11.5	8	19.5	8	13	6
2	A ₁ B ₁	11	6	17	9	9	5.5
3	A ₁ B ₃	12.5	11	23.5	5	17	9
4	A ₂ B ₃	16.5	16.5	33	2	16.5	9
5	A ₂ B ₂	15.5	15	30.5	3	15	8
6	A ₂ B ₁	13.5	10	23.5	5	10	3.5
7	A ₃ B ₁	11.5	8.5	20	7	10	6.5
8	A ₃ B ₃	16.5	18.5	35	1	16	7
9	A ₃ B ₂	16	13	29	4	15	6

分散分析して第3の4表のようになった。

第3の4表 (炊きこみ飯) 内釜の水量・外釜の水量・炊飯器が成品に及ぼす影響

要因	S. S.	d. f.	m. s.	F ₀
A (内釜の水)	487.00	2	243.50	33.13**
B (外釜の水)	135.58	2	67.79	9.22*
C (炊飯器)	144.50	1	144.50	19.66* **
A × B	12.42	4	3.11	
A × C	37.00	2	18.50	
B × C	40.59	2	20.30	
e	29.41	4	7.35	
計	886.50	17		

要因A (内釜の水量) は1%の危険率で有意差が認められた。これは今までのを再現しており内釜の水量では2割増がよいことが証明された。要因B (外釜の水量) は本実験では5%の危険率で有意差が認められた。外釜の水5合:3合:規定量を平均評価点で示すと31.6:29:24.9であり5合は何れよりもすぐれ規定量はおとる。98°C以上の持続時間の平均をみると12.8分:10.3分:8.4分と差がつきでん粉糊化の進行に差を生じたため評価のひらきをみたものと考えられる。要因C (炊飯器) には5%の危険率で有意差が認められた。さらに誤差項へプールすることにより1%の危険率で有意差が認められた。その理由については前実験の場合と同じことがいえる。

III 総 括

以上の結果を要約すると、

白飯炊飯の場合

(1) 内釜の水は成品に1%以下の危険率で有意差を示し、2割増、1割増、規定量の順であっ

た。

(2) 浸漬時間の影響は3時間のものが他のものよりすぐれてはいたが有意差を認めることはできなかった。

(3) 炊飯器は1%以下の危険率で有意差を示し東芝電気炊飯器ホット70はパロマガス炊飯器よりよい炊飯ができることがわかった。

油いためして炊飯する場合

(1) 内釜の水は1%以下の危険率で有意差が認められ、白飯の場合よりいっそう鮮明に再現され、2割増の水のよいことがわかった。

(2) 外釜の水には有意差は認められなかったが規定量より3合、3合より5合の方がよい傾向が示された。

(3) 炊飯器別では1%以下の危険率で有意差が認められ、東芝ホット70は東芝炊飯器1升のものよりすぐれていた。

炊きこみ飯の場合

(1) 内釜の水は上のおり1%の危険率で有意差が再現され確認された。

(2) 外釜の水にも5%の危険率で有意差が認められ、5合の水、3合の水、規定量の順であった。

(3) 炊飯器別では1%の危険率で有意差が認められホット70が旧式のものよりすぐれていた。

一言申し添えたいのは実験試料が少量であったので分量が多くなった場合は外釜の水量は変ることがあるかも知れない。又この実験に使用した米は7月に購入したものであったので新米などの水分の多い米の場合には内釜の水量も2割増が最上とは言えないと思う。

終りに本実験に熱心に協力下さった藤田ともえ、浜田いつ子、横川深の諸氏に厚く御礼を申しあげる。

文 献

- 1) 熊田ムメ、平野マスミ、和泉公美子：家政学会第14回中・四国支部総会講演（1967）
- 2) 磯部邦夫：実験計画法入門，日刊工業新聞社213～224（1964）
- 3) 東京農工大学農学部食糧化学教室：食品学実験法，朝倉書店168～180（1960）
- 4) 食品工業：Vol. 9 No. 19（1966）
- 5) 芦田 淳：栄養化学概論，養賢堂57（1963）

（高知女子大学 家政学部 調理学研究室）