

炊飯に関する基礎的研究(第1報)

温水浸漬の影響

丸山悦子, 坂本 薫*

(奈良女子大学家政学部, * 賢明女子学院短期大学)

平成2年7月30日受理

A Basic Study on Cooking of Rice (Part 1)

The Influence of Rice Soaking by Hot Water

Etsuko MARUYAMA and Kaoru SAKAMOTO*

*Department of Home Economics, Nara Women's University, Nara, 630*** Kenmei Women's Junior College, Himeji, Hyogo 670*

In cooking rice, the soaking temperature, the soaking time and the heating speed have great influence on the quality of the cooked rice. But the relationship between soaking and heating process have not fully been discussed.

We cooked rice under 30 conditions to make clear the relationship between soaking and heating. We examined the texture property of rice and made microscopic observation of the cross section of the cooked rice grain, determined the amount of reducing sugar and the total amount of sugar and finally had the sensory test.

It was shown that the cooked rice soaked at 20°C had a sticky substance on the surface, while the cooked rice soaked at 60°C had almost no sticky substance on the surface. It was also shown that the amount of the reducing sugar became greater as the heating speed increased and the soaking time was longer and the soaking temperature higher.

The sensory test showed that the cooked rice soaked at 40 and 60°C was comparatively favorable.

(Received July 30, 1990)

Keywords: cooking of rice 炊飯, soaking temperature 浸漬温度, soaking time 浸漬時間, heating time 昇温時間, soaking by hot water 温水浸漬.

炊飯における米の浸漬については、松元ら¹⁾により米粒切片の膨潤状態から30~120分間が適当であるとされ、また関ら²⁾は、20°Cで浸漬した場合、30分間以上15時間まで飯の α 化度には浸漬時間による差はみられず、食味上はいずれも同様に好まれたと報告している。

米の浸漬温度や浸漬時間は、炊飯過程における昇温時間と相互に関連しており、昇温時間を長くすることによって浸漬時間の不足をカバーすることができるとされている¹⁾。浸漬における吸水量が多くなると昇温時間は短くてよいと考えられ、浸漬による吸水量を増加させることによって浸漬時間や昇温時間を短縮することが可能と思われるが、浸漬時間や浸漬温度と昇温時間との関連性

については、ほとんど検討されていないのが現状である。

すでに市販の自動炊飯器においては、米の浸漬中の吸水を40°Cで行い、炊飯を迅速に行うために種々の工夫がされているものがあり、日常炊飯においても、米の吸水を急速に進行させるために温水を用いる場合もある。今回は、米の浸漬温度や浸漬時間、昇温時間との関連を明らかにすることを目的として実験を行い、若干の知見を得たので報告する。

1. 実験方法

(1) 試料

試料米は、1986年度新潟産コシヒカリを91%歩留ま

りにとり精したものを使用した。

(2) 炊飯方法

炊飯は、M社電子ジャー炊飯器SR-PO4型(0.36l炊き)を使用して行った。米200gに20℃の脱イオン水1lを加え、30秒間に10回攪はん後換水して合計5回同様に洗米を繰り返したのち、5分間ザルにあげて水切りした。炊飯は、電圧計を接続し、設定条件に応じて電力を調整して行った。なお、加水量は1.5倍とした。

(3) 米の浸漬温度と浸漬時間および昇温時間

浸漬温度20℃では浸漬時間0, 30, 60, 120分、浸漬温度40℃では10, 30, 60分、浸漬温度60℃では10, 20, 30分の10通りの条件で浸漬を行った。また昇温時間は、電力を調整することによりそれぞれ6, 12, 18分の3通りとして、合計30通りの方法で炊飯を行った。なお沸騰時間は今回はすべて8分で一定とし、蒸らし時間は15分とした。

(4) 炊飯後の飯の重量

各条件のもとに炊飯を行い、蒸らし後の飯の重量を10回測定し、生米に対する重量比を求め平均値で示した。

(5) 水分

炊飯直後の飯を、湿度を調整したデシケーターに入れ室温に1時間放置した後、電子水分計MG-30MB(長計器社)を用いて水分を測定した。

(6) 飯粒のテクスチャー

炊飯後の飯粒30gをシャーレに入れ室温としたものについて、飯尾電気製レオロメーターRM1300型を使用し、13mmの円形感圧軸にて感度3V、速度12 cycle/min、クリアランス2mmの条件で測定した。

(7) 飯粒断面の顕微鏡観察

浸漬温度の異なる飯粒の中心部横断面、縦断面、および周辺部を凍結マイクロームにて20μmの凍結切片にしてプレパラートを作製、40倍にて検鏡し、写真撮影した。

(8) 飯粒洗浄液中のでんぷん量

炊飯後の飯粒25gに蒸留水100mlを加え、4本の箸で1秒間に4回1分間攪はんすることによって飯粒表面に付着している糊状物質、すなわち「おねば」を飯粒から分離したものを、おのおのフェノール硫酸法³⁾により測定し算出した。

(9) 還元糖量および全糖量の定量

米粒または飯粒を80%メタノールと共にブレンダーにて15,000rpmで8分間磨砕し、遠心分離(10,000rpm, 15分間)した上澄みについて、還元糖はソモギー・ネルソン法⁴⁾で、全糖はフェノール硫酸法³⁾で測定した。

(10) 官能検査

本学調理学教室の女子学生10名をパネルとし、評点法(-3~+3)に基づき、総合、外観(つや、大きさ)、色、香り、硬さ(内部、表面)、ほぐれやすさ、粘り、弾力、味の11項目について食味検査を行い、有意差判定を行った。総合、香り、味については好ましいほうを+とし、その他は程度の大きいほうを+とすることとした。検査には、炊飯直後の釜の中心部の飯を使用し、浸漬温度20℃、浸漬時間60分、昇温時間12分の米飯を基準として、1回につき3種類の飯を基準飯と比較することによって食味検査を行った。

2. 実験結果および考察

(1) 浸漬中における米の吸水

図1に、浸漬温度の違いによる米の吸水率の変化を示した。吸水率からみると、浸漬温度を20℃より高めに設定することにより浸漬時間の短縮を図ることができると考えられる。また、浸漬温度の違いが炊飯後の飯粒に質的な違いをもたらす可能性が考えられる。

(2) 炊飯後の飯の水分、重量、テクスチャー

炊飯条件の違いによる炊飯後の飯の水分、重量、硬さ、付着性および凝集性の平均および標準偏差を表1に示す。生米に対する重量比は、昇温時間が長くなるほど増大しており、重量比と昇温時間には正の相関がみられ、浸漬温度についてもわずかに関連が認められた。しかし、浸漬時間の影響は認められなかった。飯の水分についても、浸漬温度と昇温時間の影響は大きいですが、浸漬時間による差は、浸漬をまったく行わない場合を除いてはほとんどみられなかった。

テクスチャー測定による硬さは、浸漬しない飯と昇温時間6分の飯が硬さが大であった。また、60℃30分間浸漬では軟らかい飯となった。付着性については、炊飯

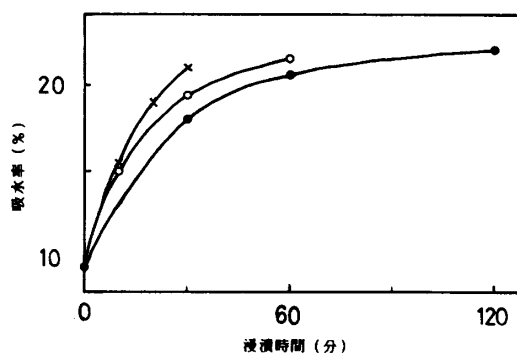


図1. 浸漬中における米の吸水
浸漬温度：● 20℃，○ 40℃，× 60℃

炊飯に関する基礎的研究 (第1報)

表 1. 米飯の水分・重量・テクスチャー

浸漬温度 (°C)	浸漬時間 (分)	昇温時間 (分)	水分 (%)	重量 (倍)	テクスチャー (R. U.)			
					硬さ	付着性 (×1/100)	凝集性 (×1/100)	
—	0	6	60.0±0.3	2.23±1.00	1.81±1.2	20.8±5.2	41.7±2.8	
		10	59.8±0.8	2.30±1.08	16.9±1.2	22.5±6.0	40.5±2.6	
		15	62.7±0.3	2.32±1.04	16.9±2.0	21.3±4.4	40.4±3.3	
20	30	6	61.1±2.3	2.28±1.14	16.7±2.0	20.5±6.6	39.3±2.8	
		10	61.6±2.2	2.31±1.15	15.0±1.7	21.9±8.0	41.7±2.8	
		15	62.7±1.2	2.33±1.13	14.2±1.0	20.8±7.1	40.4±2.6	
	60	6	59.8±1.6	2.30±1.08	16.8±1.8	29.8±4.7	41.1±2.7	
		10	60.8±1.4	2.31±0.53	16.3±1.3	24.1±4.4	42.4±3.0	
		15	61.3±2.5	2.33±1.10	15.6±1.6	29.4±6.3	44.2±2.7	
	120	6	59.2±0.8	2.29±1.08	16.1±2.1	28.5±9.8	43.2±3.2	
		10	61.8±1.9	2.32±1.09	15.1±1.9	30.0±8.4	42.3±3.5	
		15	62.2±1.2	2.34±1.17	14.9±1.8	29.9±9.0	43.5±3.0	
	40	10	6	59.6±3.2	2.27±1.02	16.1±1.2	20.7±8.3	41.2±4.6
			10	62.4±2.8	2.32±1.09	16.1±2.1	20.0±6.0	39.0±1.7
			15	63.6±0.5	2.35±1.05	15.2±1.5	24.4±3.7	42.7±3.5
30		6	61.8±2.1	2.28±0.52	15.5±1.3	19.8±7.3	40.3±2.8	
		10	62.7±2.0	2.32±0.73	14.5±1.2	21.0±8.1	41.1±4.1	
		15	63.1±1.8	2.34±0.87	14.4±1.6	24.2±7.3	41.2±3.9	
60		6	60.8±0.6	2.28±1.11	16.5±1.4	25.2±2.5	43.7±2.1	
		10	62.3±2.8	2.32±1.15	14.8±1.1	29.6±8.0	40.0±3.4	
		15	63.3±2.7	2.34±1.16	15.1±1.7	31.3±6.5	43.5±2.9	
60		10	6	61.4±1.2	2.30±1.12	17.2±1.6	21.7±8.9	42.0±4.4
			10	62.3±1.6	2.31±1.13	15.8±1.4	26.3±8.2	41.6±2.0
			15	63.9±1.6	2.36±1.17	15.1±1.3	27.7±6.9	42.1±3.1
	20	6	62.3±1.6	2.30±1.09	16.4±0.8	21.7±5.8	40.8±2.8	
		10	62.5±1.3	2.32±1.15	16.3±2.3	23.4±8.0	43.5±2.1	
		15	62.3±0.8	2.35±1.17	16.0±2.5	25.8±9.7	41.5±3.7	
	30	6	63.5±1.7	2.30±1.14	14.3±1.7	18.2±3.8	40.6±3.5	
		10	63.8±1.8	2.32±1.13	13.8±1.5	18.8±5.5	42.1±4.9	
		15	63.6±1.2	2.35±1.14	13.6±2.0	20.2±4.2	40.3±2.6	

初期に糊状物質が溶出されて粘りが増大するがさらに加熱すると脱水により付着性が低下するという報告⁵⁾があるが、本実験では、20°C、40°C では浸漬時間が長くなるにつれて付着性が増加する傾向がみられ、60°C 浸漬では付着性が小さく、飯粒表面が粘りのないやや乾燥した状態であった。

(3) 飯粒断面の顕微鏡観察

飯粒切片を顕微鏡で観察した結果を図2に示した。中

心部横断面は、浸漬温度 20°C の飯は 40°C の飯に比べ膨潤の程度がやや小さいが、縦断面では両者の差はほとんど認められないのに対し、60°C 浸漬の飯では中心部まで細胞の崩壊が進んでいる。周辺部では、20°C 浸漬の飯は表層部の細胞膜が明確に残っているが、その周辺部には粘りのある溶出成分がみられる。40°C に浸漬したものでは表層部がやや崩れ、さらに 60°C に浸漬したものでは表層部組織の変化は顕著であるが、周辺部の付着物

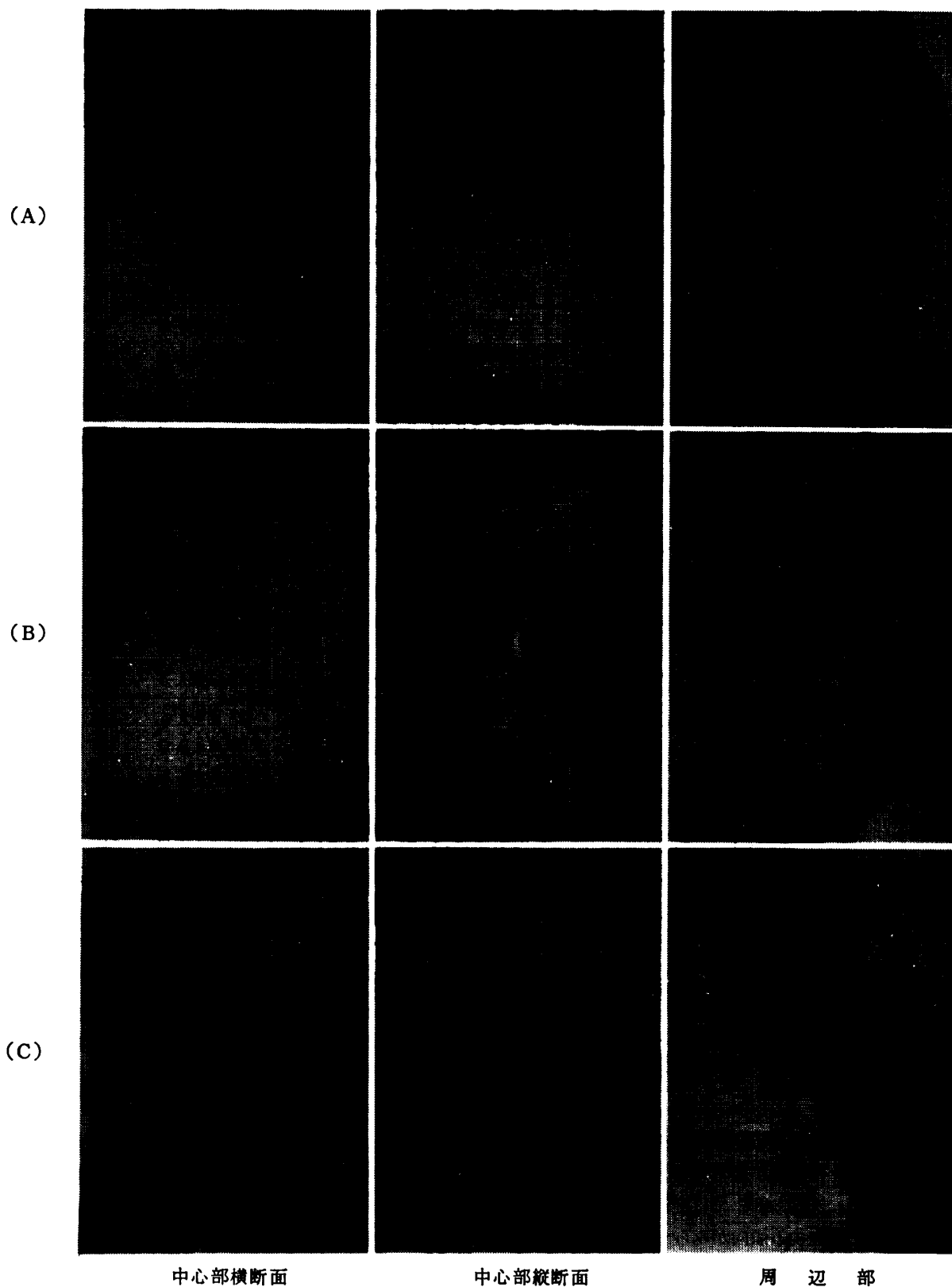


図 2. 浸漬温度の違いによる飯粒断面の顕微鏡写真 (40 倍)

(A) 浸漬温度 20°C : 浸漬時間 60 分, 昇温時間 10 分, (B) 浸漬温度 40°C : 浸漬時間 30 分, 昇温時間 10 分, (C) 浸漬温度 60°C : 浸漬時間 20 分, 昇温時間 10 分

炊飯に関する基礎的研究(第1報)

は堅固になって、表面が滑らかな状態となっていることが観察される。これらの差異は、貝沼ら⁵⁾の昇温時間の違いによる溶出固形分の付着状態の相違に非常に類似しており、この付着物は飯粒表面の硬さと関係していると考えられる。

(4) 飯粒洗浄液中のでんぷん量

炊飯後の飯粒の状態を観察すると、60℃ 浸漬の飯粒は20℃のものより縦方向の膨潤度が小さく、表面が滑らかであった。飯粒表面の状態には炊飯過程での溶出物が直接影響すると考えられるので、飯粒の表面に溶出付着している物質を洗浄して集め、そのでんぷん量を測定した結果を図3に示したが、でんぷん量に大きな相違は認められなかった。顕微鏡観察により60℃ 浸漬の飯は表面が乾固した状態であったので、この条件の飯の洗浄では20℃ 浸漬の飯よりでんぷんが溶出しにくく、差が小さくなっている可能性も考えられる。しかし、テクスチャーの測定では、浸漬時間および浸漬温度が米粒の付着性に影響しており、これらの浸漬条件の違いが飯粒表面のでんぷんに質的違いをもたらし、米粒の粘りなどに影響している可能性などが示唆された。

(5) 還元糖量および全糖量

図4は、還元糖量および全糖量を浸漬後、100℃ 昇温時、炊飯後の3時点で測定した結果である。還元糖量、全糖量ともに浸漬温度が高く、浸漬時間が長く、昇温時間が長いほうが糖量が多くなり、昇温中に生成する糖量が多い。昇温中の生成還元糖量については、昇温時間の影響は貝沼らの結果⁵⁾とほぼ一致しており、アミラーゼなどの酵素の作用域の違いが原因と考えられる。また浸漬温度の影響も大きく受け、温度が高いほうが還元糖量が多くなっている。さらに沸騰および蒸らし中についても、浸漬温度が高いほうが還元糖量が多い傾向が認められる。全糖量については、沸騰および蒸らし中における変化が大きく、浸漬温度が高くなるほど糖量も増える結

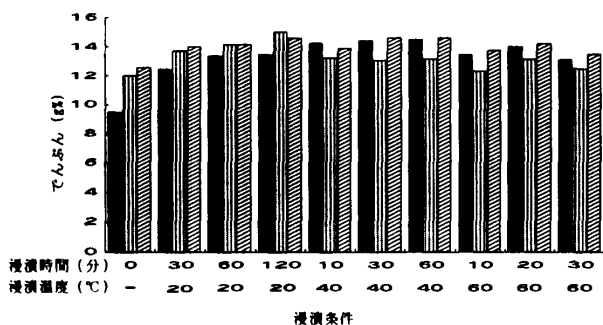


図3. 飯粒洗浄液中のでんぷん量
昇温時間：■ 6分，▨ 12分，▩ 18分

果となった。

(6) 官能検査

20℃ 60分間浸漬、昇温時間12分の飯を対象として官能検査を行った結果を表2に示した。浸漬を行わない飯は、飯粒の内部も表面も硬く、粘りや弾力がなく、味の良い飯となり、総合評価においても最も低い値となった。全般的に40℃、60℃ 浸漬の飯は飯粒内部が軟らかいと評価されたが、内部の軟らかさに比べると表面は乾いた状態で軟らかくはなかった。本間ら⁶⁾のガラスビーズモデル実験では、おねばの濃度が高くなるにつれて硬くなったとしているが、浸漬温度が高い場合は浸漬の段階から溶出物が多く、そのため表面が内部の軟らかさに比べて硬い状態となったと考えられる。また、テクスチャー測定の硬さは、官能検査における硬さに対応していた。さらに粘り、弾力については食味の評価要素とかなり高い相関があるといわれている⁷⁾が、40℃ および60℃ 浸漬の飯は粘りや弾力があると評価され味も良いという結果となり、総合評価においても高い評価を得た。

以上の結果より、常温浸漬よりやや高い温度で米の浸漬を行うことにより、糖量も多く、飯粒周辺部の組織が堅固なものとなり、食味の総合評価、とくに弾力性や味において良好な米飯が得られることが明らかとなった。

3. 要 約

炊飯過程における米の浸漬温度や浸漬時間、昇温時間は重要な加熱要因である。本報では、浸漬と昇温との関連を検討するため、合計30種類の手法で炊飯を行い、米飯のテクスチャー、還元糖量、全糖量の測定、飯粒断面の顕微鏡観察、官能検査等を行った。その結果、60℃で浸漬した米飯は20℃のものに比べ米粒周辺部の付着物が堅固であり、表面が滑らかな状態で、付着性が小さかった。また、還元糖量は全体的に昇温時間、浸漬時間が長く、浸漬温度が高いほど高い値を示すことが明らかになった。テクスチャー測定による硬さは食味評価による米飯の硬さに対応しており、官能検査の結果では、40℃ および60℃で浸漬した米飯が好まれた。

本実験を行うにあたり、松下電器炊飯器事業部に有益なご助言をいただきましたことをお礼申し上げます。

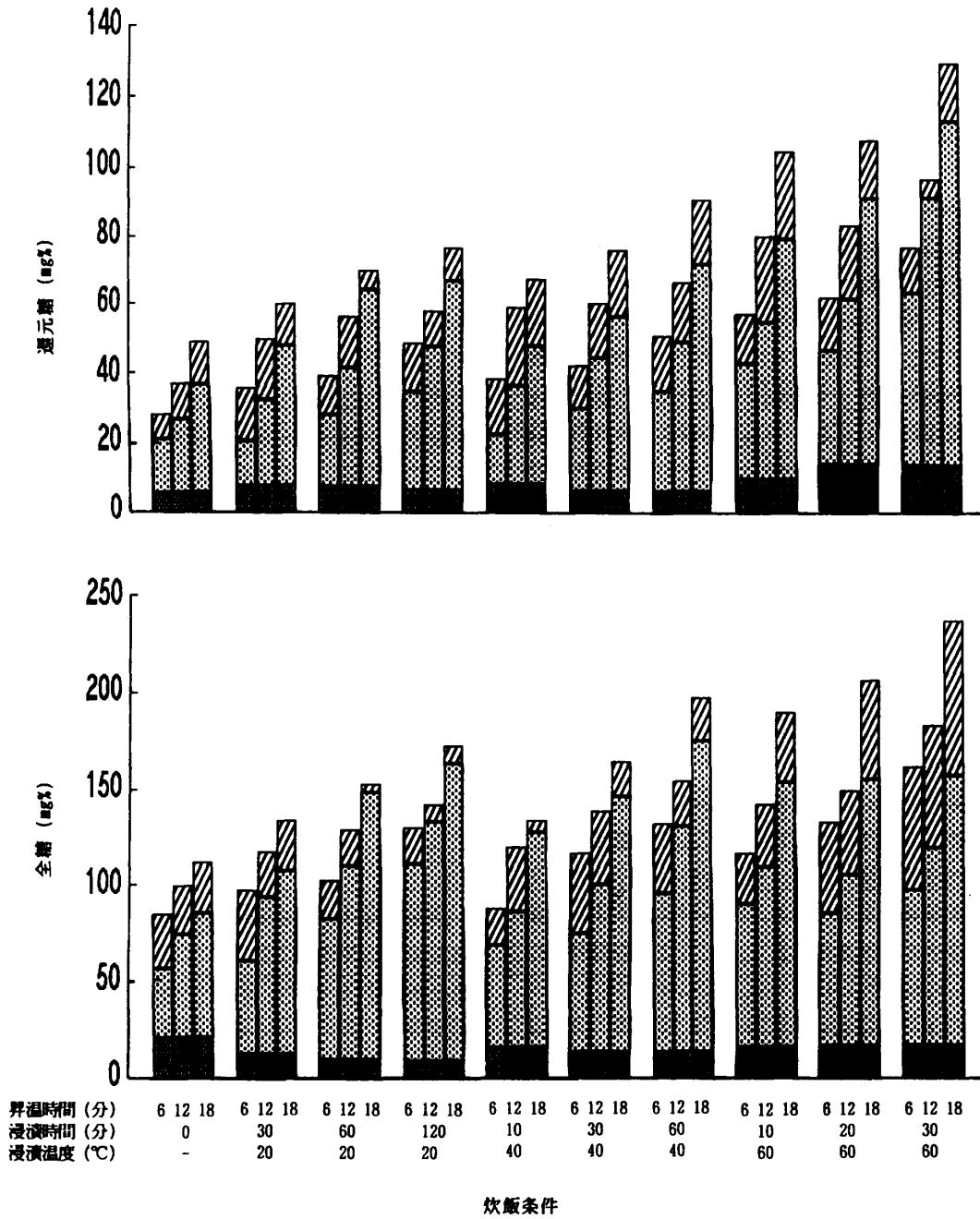


図 4. 還元糖量および全糖量
 ■ 浸漬中, ■ 昇温中, ▨ 沸騰および蒸らし中

炊飯に関する基礎的研究(第1報)

表 2. 官能検査結果

浸漬条件		昇温 時間 (分)	官能検査結果(総点)										
温度 (°C)	時間 (分)		総合	外観 つや	外観 大きさ	香り	色	硬さ		ほぐれ やすさ	粘り	弾力	味
							内部	表面					
—	0	6	-28***	-5	-15*	-7*	-12***	28***	20**	15	-25***	-18**	-20***
		12	-23***	2	-7	-3	-3	23***	13**	12*	-22***	-15**	-20**
		18	-18*	-2	-2	-10	-3	17*	5	8	-15	-8	-15
20	30	6	-15**	-7	-3	-7*	-10**	13*	8**	12**	-13**	-2	-7*
		12	-9	0	-7	0	5	10*	7	-3	-9*	-8*	-6
		18	-12	-7*	-2	-5	3	2	2	2	-8	-12**	-7
	60	6	-12	-8**	0	-2	-8**	12	10*	6	-10	-6	-4
		12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		18	-8	0	-2	0	2	4	0	-2	-8	-8	-6
	120	6	-7**	-1	-4	-3	2	0	3	4	-6	-1	-7*
		12	10	8**	8	2	2	-6	-8	-8	8	4	4
		18	7	7	8	3	2	-18**	-15**	-15*	13*	-2	8
40	10	6	-5	5	-2	3	-7	2	10**	10**	-8	2	0
		12	-4	1	-3	6	-3	3	5*	6	-4	6*	0
		18	5	7	2	-2	5	-12**	-7*	0	10*	7	3
	30	6	2	4	2	7	-3	-9*	-2	0	5	2	1
		12	8	6	0	1	8*	-14***	5	3	4	4	5
		18	8	8*	8	7	2	-17*	-8	2	8	5	8
	60	6	7	5	5*	10*	-2	-14**	0	6	3	7	3
		12	10*	1	0	11*	-5	-16***	-3	1	14***	6	8*
		18	10	7	5	7	7*	-18*	-7	3	8	-2	8
60	10	6	2	3	-3	3	-3	-12*	0	5	5	12***	5
		12	4	-1	1	-7*	6	-4	0	-4	4	-1	4
		18	-1	8**	6*	0	0	-8	-1	0	-6	9	3
	20	6	7	2	7	0	-2	-10	-3	4	5	8*	8
		12	6	0	6*	-6	-7	-9	-3	-6	6	4	6
		18	11*	5	6**	0	-5	-17***	-5	-4	10**	6	10*
	30	6	3	4	5	-5*	-5	-7*	2	5*	2	6	5
		12	10	4	7	-1	1	-16**	-1	-3	10	4	6
		18	5	1	9	-9*	3	-5	0	-8	5	5	6

* $p < 0.05$, ** $p < 0.01$, *** $p < 0.001$

引用文献

- 1) 松元文子, 鈴木やす子: 家政誌, 22, 29 (1971)
- 2) 関千恵子, 貝沼やす子: 家政誌, 33, 228 (1982)
- 3) Dubois, M., Gilles, K.A., Hamilton, J.K., Rebers, P.A. and Smith, F.: *Anal. Chem.*, 28, 350 (1956)
- 4) Somogyi, M.: *J. Biol. Chem.*, 160, 61 (1945)
- 5) 貝沼やす子, 関千恵子: 家政誌, 34, 690 (1983)
- 6) 本間伸夫, 佐藤恵美子, 渋谷歌子, 石原和夫: 家政誌, 34, 698 (1983)
- 7) 谷 達雄: 栄養と食糧, 41, 431 (1988)