

研 究 報 文

米の易消化処理による品質改善について

足 立 晃 太 郎*

On the Improvement of Quality of Rice by easy digestible Process.

Kôtarô Adachi

I. 緒 言

米はその精白度によって玄米, 3分搗米, 5分搗米, 7分搗米, 白米に分けられている。その内, 栄養成分の含有量の上からは, 玄米が最もすぐれているが, 消化吸収率や嗜好等の性質が搗精米に劣るため, 通常, 白米が食用に供されている。

著者は, 米に食糧としての価値, 即ち栄養的ならびに嗜好的価値を可及的高く付与するために如何に処理すればこの目的に適するか, 換言すれば米粒の形態を保持し, 消化率が高く, 栄養成分の損失少なく, しかも食味良好なるものとなし得るかについて実験を試みた。

即ち精白度の低い生米に種々の処理を加えてデキストリン系物質の増加を促進し, 食味良好な米粒とし, その食糧価値を高め最も合理的に利用する処理法の研究を本実験の目的とした。処理操作においては米粒本来の形態の保持と, 食用に適すること, 経済的であること等を考慮した。

処理法としては, ジアスターゼ処理, 塩酸処理の二法を試みた。製品については, 還元糖 (ジアスターゼ処理のものはグルコースとして定量する), 又, 処理浸出液については, 還元糖, 総デキストリン, 蛋白質の溶出量などを検討した。

炊飯したものについても同様成分の定量を行ない, 官能試験, 澱粉の人工消化試験法も併せて行なった。なお処理前後の澱粉粒の形態変化を鏡検した。

II. 実 験

II. I 試料: 5分搗米

(産地) 1962年 山形県産

(品種) 豊年早稲

II. I 試料の前処理

試料を水洗後, 通風乾燥器にて乾燥させ, 米粒内容成分の溶出を小とする目的で, 表面のみを糊化するため2分間蒸煮した米を供試料とする。(表1)

表1 生米と表面糊化米の溶出成分量の比較

試 料	溶出成分	還元糖 (g)	デキストリン (g)	粗蛋白質 (g)
生 米 100g		0.109	0.041	0.417
表面糊化米 100g		0.121	0.041	0.292

II. II 処理方法

A ジアスターゼ処理

試料 30g に局方ジアスターゼ 1% 溶液を 30 ml と pH 5 のマツキルペインの燐酸ナトリウム, クエン酸緩衝液 15 ml を加え, 37°C の恒温器中で各々 30分間, 60分間, 90分間浸出処理し, 処理液 (a) と, 処理米 (b) とに分ける。

B 塩酸処理

試料 30g に各々 2%, 2.5%, 3%, 3.5% 塩酸 30 ml を加え, 室温にて各々 30分間, 60分間, 90分間浸出処理し処理液と処理米 (b') に分け, 処理米は水洗後, 炭酸カルシウム飽和溶液にて中和し, 洗液, 中和液ともに先の処理液に合して (a') とする。

C 水浸処理

対照物を得る目的で A と同様の処理方法で処理し, 浸出液 (a'') と処理米 (b'') とに分ける。

II. IV 実験方法

A 処理浸出液の還元糖, デキストリン, 蛋白質溶出量の定量

A, B, C で得た処理浸出液 (a), (a') を還元糖

* 本学教授

はベルトラン法により、デキストリンは塩酸加水分解後、ベルトラン法で、粗蛋白質（以下単に蛋白質と記す）はケルダール法により定量する。

B 処理米の還元糖の定量

A, B, Cで得た処理米 (b), (b') は通風乾燥させ, (b') は通風乾燥後, 真空乾燥し塩酸を完全除去する。(b), (b'), (b') とともに粉碎器にて粉末とし, その1gに蒸留水50mlを加え, 時々攪拌しながら1時間放置し, 濾過して濾液 (C) と残渣 (d) に分ける。(C) の10mlをとり, ベルトラン法で定量する。

C 処理米のデキストリンの定量 (図1)

(C) 40mlを試料とし, エタノールの濃度を変えることにより, デキストリン系をさらにアミロデキストリン, エリスロデキストリン, アクロデキストリンに分別し, 各々塩酸で加水分解後, ベルトラン法で定量する。

D 処理米の澱粉の定量

Bで得た残渣 (d) を試料として, 常法により処理米 (b), (b'), (b') の定量を行なう。

E 処理米の蛋白質の定量

処理米 (b), (b'), (b') の粉末それぞれ1gをとり, ケルダール法によって定量する。

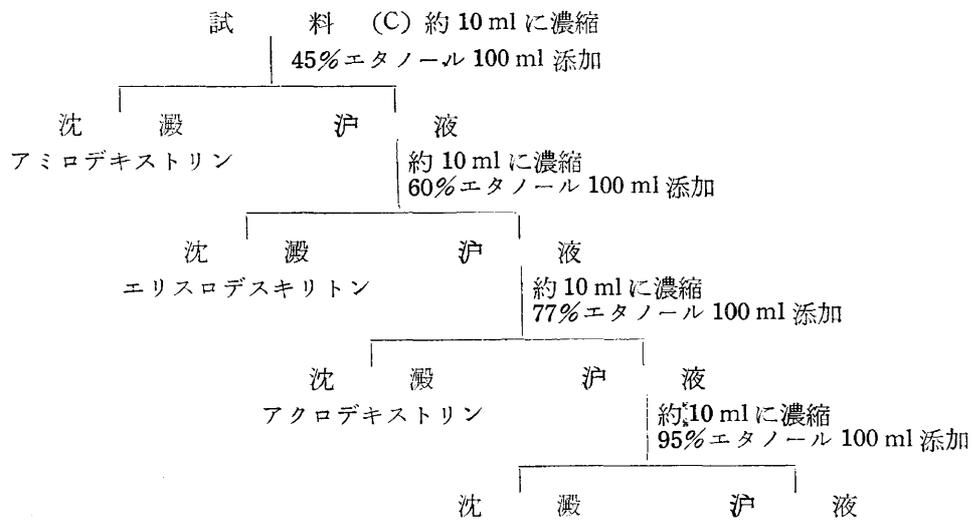


図1. 処理米のデキストリン系の分別操作法

F 炊飯した処理米の還元糖, デキストリン, 澱粉の定量

米飯1gを充分磨砕したものについて各々定量する。定量法はB, C, Dに従う。

G 澱粉の人工消化試験 (木原の方法による)

米0.5gに相当する量の飯を磨砕し, 1%タカジアスターゼ溶液30mlを加えて37°Cの定温に30分間保ち, 生成糖をグルコースとしてベルトラン法で定量する。

H 澱粉粒の観察

処理米の粉末試料を顕微鏡で観察する。

I 官能試験

約20人の成人により常法によって実施する。

Ⅲ. 実験結果及び考察

Ⅲ. I 処理浸出液についての還元糖, デキストリン, 蛋白質の定量値は表2に示す如くである。(但し試料100gからの各成分の溶出量を示す。)

還元糖, デキストリン, 蛋白質ともに処理時間の経

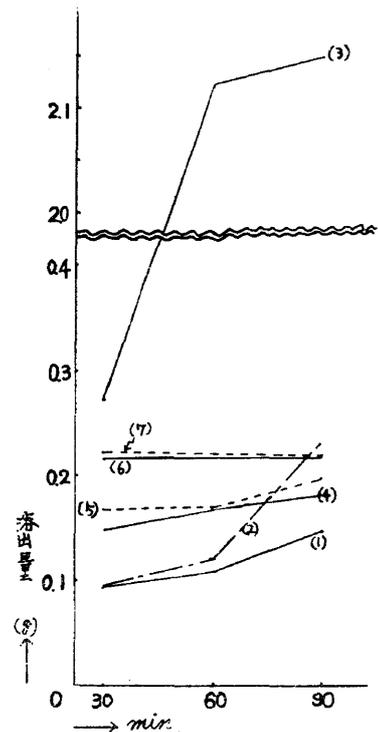


図2. 還元糖溶出量

表2 処理浸出液の還元糖, デキストリン, 蛋白質の定量値

処理条件	溶出成分 (min)	還元糖 (%)	デキス トリン (%)	蛋白質 (%)
生・水	浸 30	0.091	0.031	0.17
〃	〃 60	0.109	0.041	0.42
〃	〃 90	0.148	0.184	0.42
表面糊化・水	浸 30	0.091	0.031	0.17
〃	〃 60	0.121	0.041	0.29
〃	〃 90	0.230	0.184	0.35
〃 ジアスターゼ	30	0.270	0.092	0.20
〃	60	2.122	0.154	0.20
〃	90	2.147	0.177	0.22
〃 2% HCl	30	0.148	0.588	0.23
〃	60	0.169	0.578	0.26
〃	90	0.181	0.592	0.28
〃 2.5% HCl	30	0.169	0.601	0.44
〃	60	0.169	0.592	0.44
〃	90	0.199	0.636	0.45
〃 3% HCl	30	0.216	0.584	0.22
〃	60	0.219	0.771	0.25
〃	90	0.219	0.784	0.24
〃 3.5% HCl	30	0.219	0.901	0.23
〃	60	0.216	0.978	0.25
〃	90	0.219	1.021	0.25

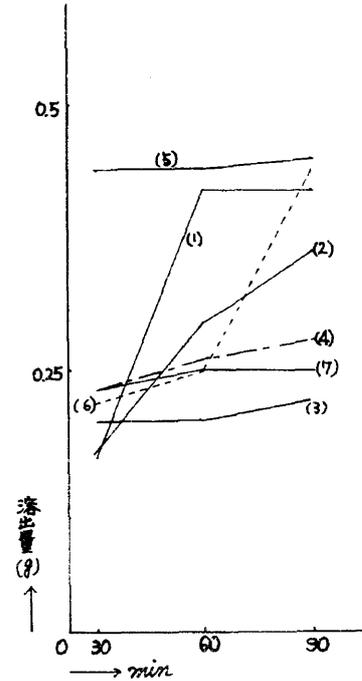


図4. 蛋白質溶出量

過に伴ない、その溶出量は増加していることが認められる。また処理時間90分間のものについては、60分間処理のものに比して溶出量の増加比率がいちじるしく小さく、最大の場合でも1/10程度であることより、浸漬1時間以内で米粒内容成分の溶出はほぼ停止するものと考えられる。ジアスターゼ処理浸漬液の還元糖溶出量は対照のその約20倍、塩酸処理浸漬液のデキストリン溶出量は塩酸濃度の増大とともに増加し、3.5%塩酸の場合で対照の溶出量の約19倍であるが、損失量は全炭水化物量に比し最大2%強であるので、全体的に特に問題とする程の損失とは考えられない。

Ⅲ. Ⅱ 処理米の還元糖

各定量値は表3に示す如くである。

表3 処理米の還元糖定量値

処理条件	処理時間 (%)	30min (%)	60min (%)	90min (%)
生・水	浸	0.75	0.93	0.93
表面糊化・水	浸	0.82	1.19	1.22
〃	ジアスターゼ	1.84	4.54	8.21
〃	2% HCl	1.34	1.38	1.38
〃	2.5% HCl	1.38	1.38	1.38
〃	3% HCl	1.93	1.84	1.84
〃	3.5% HCl	1.84	1.84	1.84

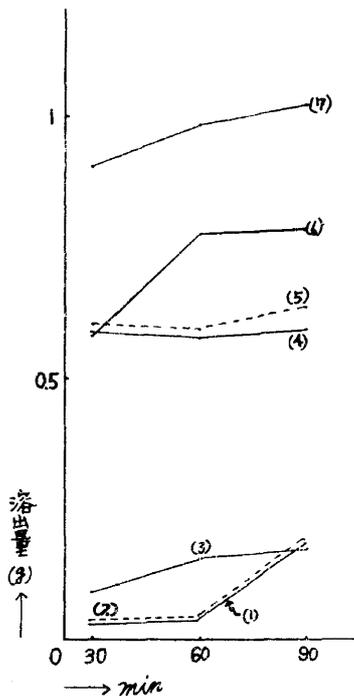


図3. デキストリン溶出量

各処理による還元糖溶出量の増減にほぼ対応する結果を示すことにより、処理によって得られた生成糖量

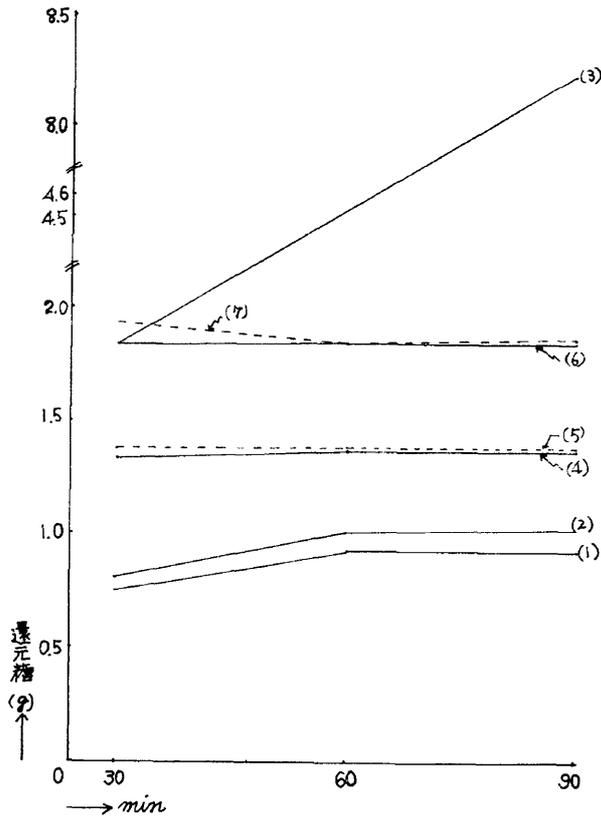


図5. 還元糖

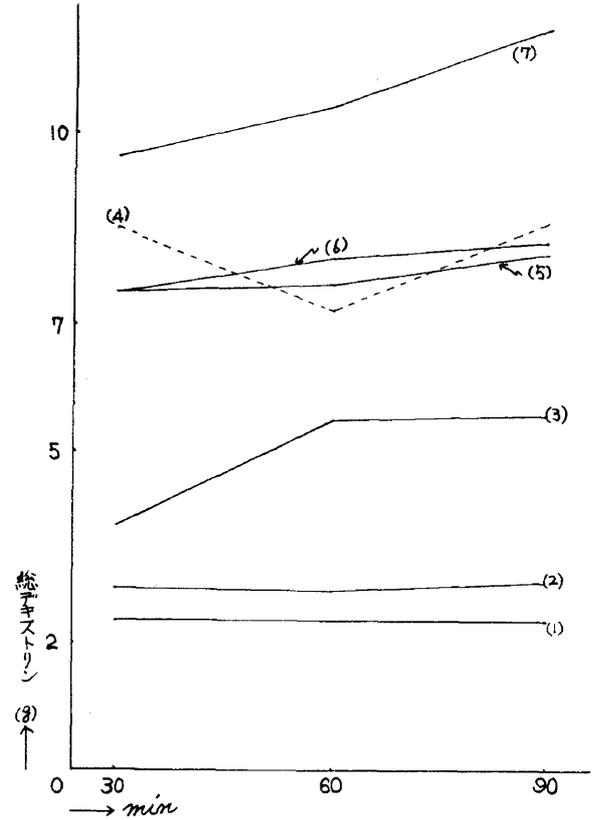


図6. 総デキストリン

表4 処理米のデキストリン定量値

処理条件	デキストリンの区分		アミロン	エリスロン	アクロン	総デキストリン
	(min)	(%)	(%)	(%)	(%)	
生・水 浸	30	0.845	1.045	0.467	2.357	
〃 〃	60	0.845	1.045	0.467	2.357	
〃 〃	90	0.845	1.045	0.467	2.357	
表面糊化・水浸	30	1.045	1.333	0.467	2.845	
〃 〃	60	1.045	1.333	0.467	2.845	
〃 〃	90	1.045	1.415	0.467	2.927	
〃 ジアスターゼ	30	1.245	1.733	0.781	3.849	
〃 〃	60	1.789	2.452	1.268	5.509	
〃 〃	90	1.789	2.452	1.322	5.563	
〃 2% HCl	30	3.537	2.302	2.652	8.491	
〃 〃	60	3.034	2.189	2.033	7.256	
〃 〃	90	3.902	2.602	2.114	8.618	
〃 2.5% HCl	30	2.621	2.265	2.621	7.507	
〃 〃	60	2.844	2.330	2.452	7.626	
〃 〃	90	3.034	2.527	2.568	8.129	
〃 3% HCl	30	2.678	2.265	2.621	7.564	
〃 〃	60	2.844	2.653	2.602	8.099	
〃 〃	90	3.034	2.813	2.535	8.382	
〃 3.5% HCl	30	2.265	2.733	4.615	9.613	
〃 〃	60	3.015	3.015	4.415	10.445	
〃 〃	90	3.015	4.415	4.189	11.619	

(図4)と溶出量との間にほぼ平行的関係が成立するものと考えられる。

Ⅲ. Ⅲ 処理米のデキストリン

各定量値は表4に示す如くである。

図6より3.5%塩酸で処理したものがデキストリン含有量最も大で、対照の約5倍、ジャスターゼ処理米の約2倍量のデキストリンを含有し相当のデキストリン生成を認めた。また塩酸濃度の大きいものほど、生成デキストリン量の増加がみられた。一方、各デキストリン区分については分別定量を行ない、その生成量は図7に示す如くである。デキストリンの平均重合度の増減は、各デキストリン区分のそれが数値的に明ら

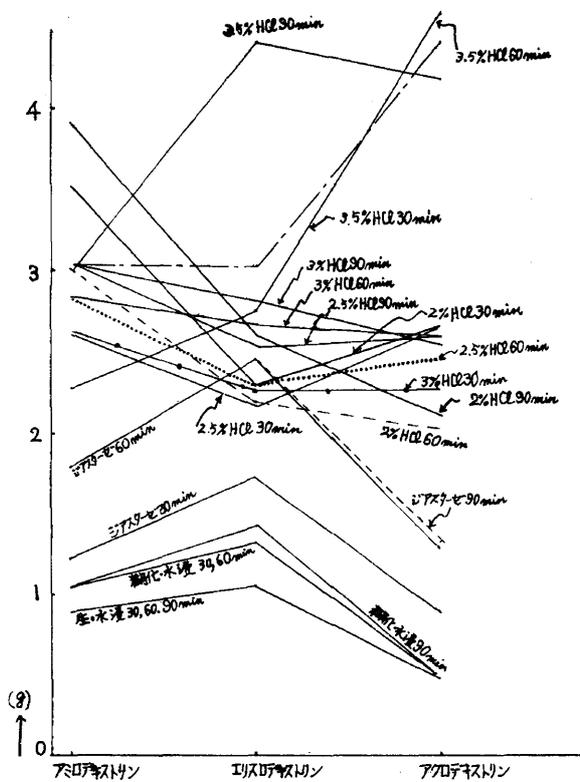


図7. デキストリン系分別

表5 総デキストリンの平均重合度の変化 (注)

処理条件	処理時間	30min	60min	90min
生・水	浸	88.8	88.2	88.8
表面糊化・水	浸	86.7	86.7	90.0
〃	ジャスターゼ	104.6	103.9	105.5
〃	2% HCl	70.0	68.9	60.4
〃	2.5% HCl	93.2	84.7	83.9
〃	3% HCl	91.2	92.4	88.9
〃	3.5% HCl	162.2	123.2	142.7

註) 前文参照

かでないため明確性を欠くが、著者はかりにエリスロデキストリンとアクロデキストリン生成平均量を求め、そのアミロデキストリン量に対する割合を算出し、この両者を比較することにより平均重合度の変化を検討してみた。(表5)

対照米と比較して総デキストリンの平均重合度の減少が認められるものに、ジャスターゼ、3%、3.5%塩酸処理によるものと、2.5%塩酸30分間処理のものがあり、逆にその増加が認められるものに2%塩酸処理のものと、2.5%塩酸60分間処理及び90分間処理の二つがある。

Ⅲ. Ⅳ 処理米の澱粉

各定量値は表6に示す如くである。

各処理による総デキストリン量の変化と対称的に近いグラフを示していることにより、次式を満足させると考えられる。「総デキストリン量+澱粉量=Const.」

表6 処理米の澱粉定量値

処理条件	処理時間	30min (%)	60min (%)	90min (%)
生・水	浸	66.17	66.17	66.17
表面糊化・水	浸	66.17	66.12	65.94
〃	ジャスターゼ	64.49	62.01	61.83
〃	2% HCl	58.41	58.41	57.92
〃	2.5% HCl	58.01	57.83	57.23
〃	3% HCl	57.42	57.23	56.74
〃	3.5% HCl	55.13	54.41	52.84

Ⅲ. Ⅴ 処理米の蛋白質

各定量値は表7に示す如くである。

本表にみる如く蛋白質量の変化はほとんどみられない。これは米の蛋白質はオリザニンを中心とする非水溶性蛋白質が大部分を占めており、前記のような処理によっては変化しないものと考えられることから容易に推察し得るところである。

表7 処理米の蛋白質定量値

処理条件	処理時間	30min (%)	60min (%)	90min (%)
生・水	浸	7.23	6.83	6.80
表面糊化・水	浸	7.23	7.11	7.05
〃	ジャスターゼ	7.20	7.20	7.18
〃	2% HCl	7.17	7.15	7.10
〃	2.5% HCl	6.95	6.95	6.94
〃	3% HCl	7.18	7.15	6.96
〃	3.5% HCl	7.12	7.12	7.12

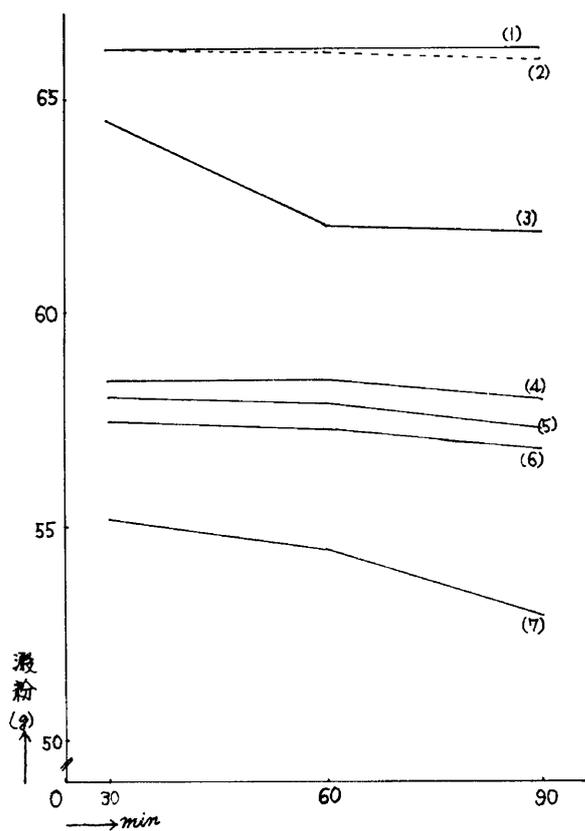


図8. 澱粉

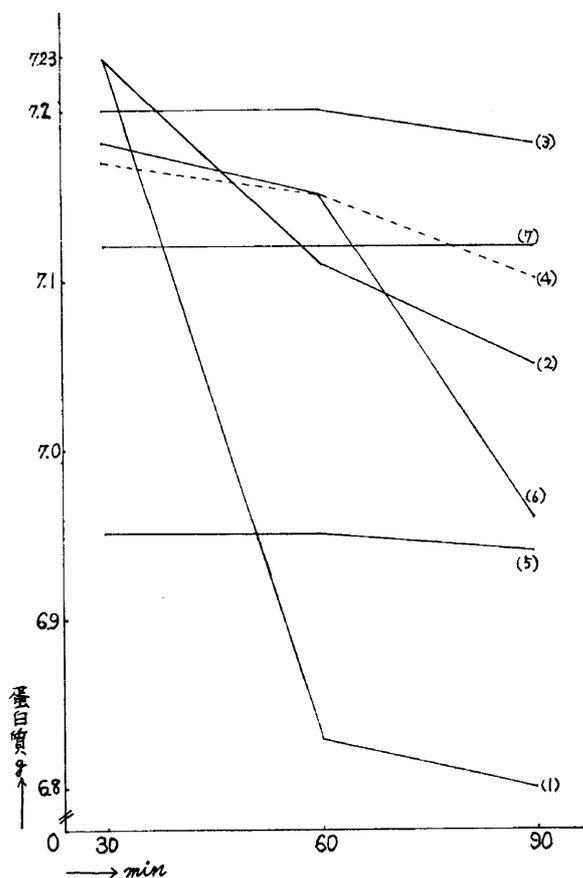


図9. 蛋白質

Ⅲ. VI 炊飯試料の還元糖, デキストリン, 澱粉
生米 100 g に相当する炊飯試料の各定量値は表 8 ~ 10 に示す。

ジアスターゼ処理によるものが対照の約 2.5 倍で最も多い。

表 8 炊飯試料の還元糖定量値

処理条件	処理時間	30min	60min	90min
		(%)	(%)	(%)
生・水	浸	1.78	1.78	1.78
表面糊化・水	浸	1.78	1.78	1.78
◇	ジアスターゼ	3.09	4.00	4.44
◇	2% HCl	2.76	2.76	2.84
◇	2.5% HCl	2.35	2.68	2.76
◇	3% HCl	2.84	2.88	3.07
◇	3.5% HCl	2.44	2.76	3.68

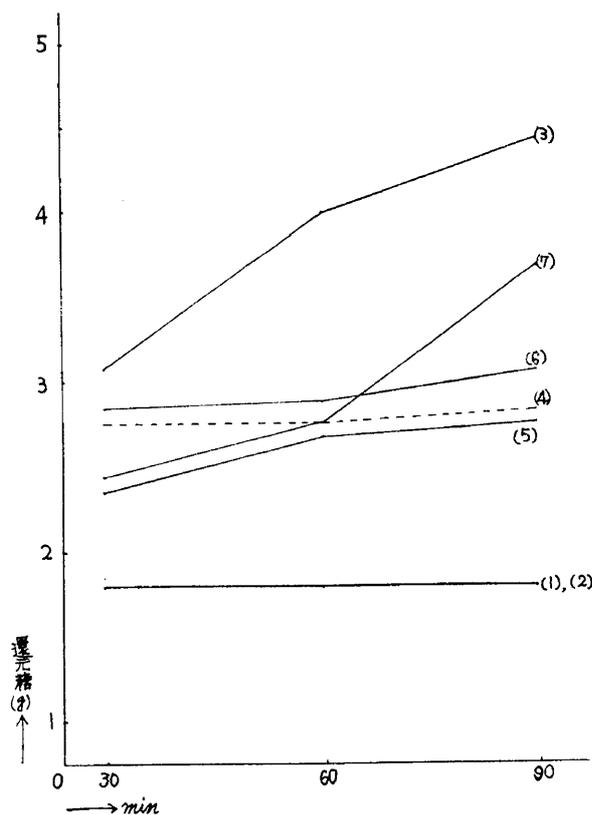


図10. 炊飯米の還元糖

処理米のデキストリン生成量に比較すれば平均約 4 倍の増加となっており、この事実は各処理により澱粉よりのデキストリンの生成が起っていることを明らかに示している。

デキストリンとは逆に、処理米の澱粉量より減少している。即ち各処理により澱粉のデキストリン化及び

表9 炊飯試料のデキストリン定量値

処理条件	処理時間	30min (%)	60min (%)	90min (%)
生・水	浸	4.51	4.51	4.61
表面糊化・水	浸	4.61	4.61	8.98
〃	ジアスターゼ	17.96	21.38	23.29
〃	2% HCl	40.06	42.68	43.88
〃	2.5% HCl	41.57	41.50	45.34
〃	3% HCl	41.06	42.32	46.54
〃	3.5% HCl	40.96	43.16	57.59

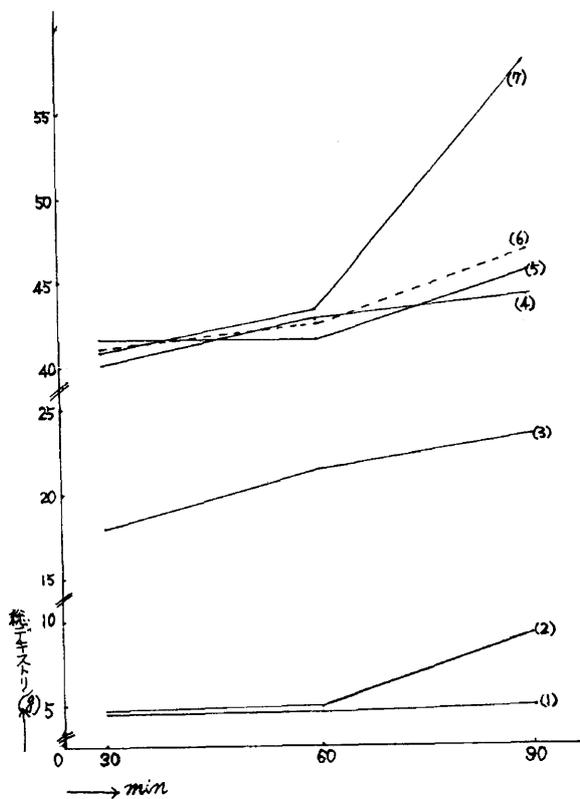


図11. 生米 100 g に相当する炊飯米の総デキストリン量

表10 炊飯試料の澱粉定量値

処理条件	処理時間	30min (%)	60min (%)	90min (%)
生・水	浸	49.85	49.85	49.85
表面糊化・水	浸	49.85	49.85	43.45
〃	ジアスターゼ	38.99	34.12	33.01
〃	2% HCl	11.09	10.91	10.21
〃	2.5% HCl	10.21	10.00	9.79
〃	3% HCl	9.83	9.65	9.37
〃	3.5% HCl	9.65	9.13	8.52

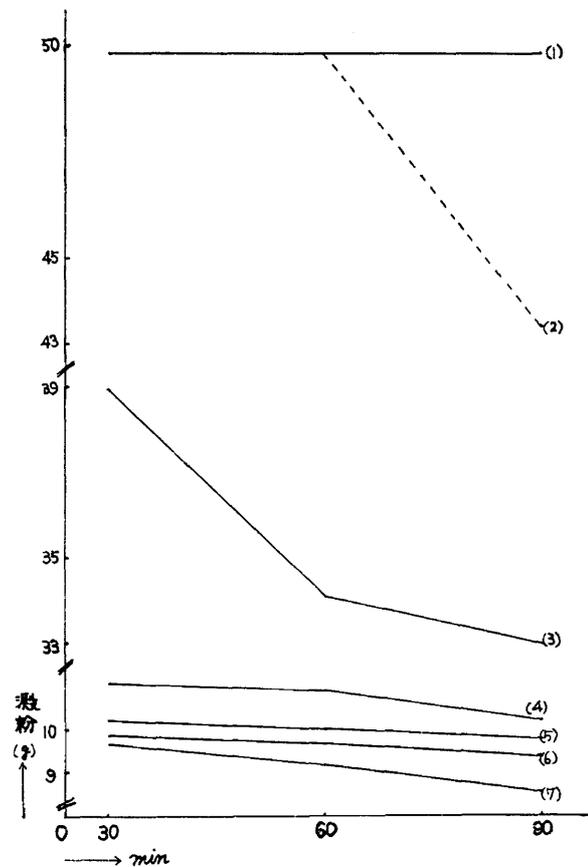


図12. 生米 100 g に相当する炊飯米の米粉

さらに進んで還元糖化が起っていることが推定される。

Ⅲ. VII 澱粉の人工消化試験

前記の実験方法で次の如き実験結果を得た。

表11 澱粉の人工消化試験値

処理条件	処理時間	30min (%)	60min (%)	90min (%)
生・水	浸	21.49	21.49	22.11
表面糊化・水	浸	21.95	22.18	23.77
〃	ジアスターゼ	25.50	29.35	32.13
〃	2% HCl	48.71	48.71	51.09
〃	2.5% HCl	47.23	52.69	56.82
〃	3% HCl	48.71	53.47	62.23
〃	3.5% HCl	54.65	62.23	68.47

処理時間と生成グルコース量はほぼ平行的関係を示している。塩酸処理の場合、デキストリン及び還元糖生成量が最も大であった条件、即ち濃度大で、長時間処理のものが人工消化率も大である。

Ⅲ. VIII 鏡検観察

各処理米のうち代表的なもの 3 種を選び鏡検観察し

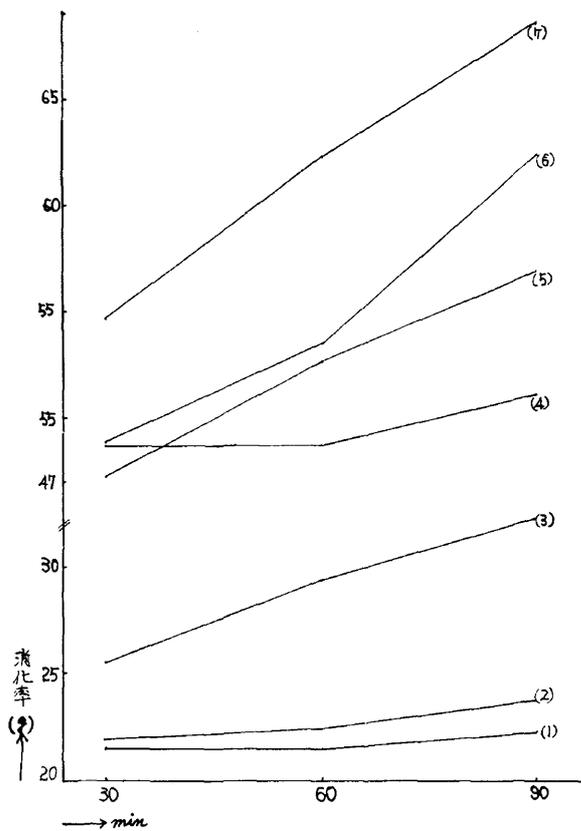


図13. 生米 100 g に相当する炊飯米の人工消化率グルコース生成量で表わす

た結果は、おおむね塩酸濃度大で処理時間の長いものほど、澱粉粒の崩壊度が増加することが認められた。

Ⅲ. IX 官能試験

各処理米の食味官能試験の結果は良好なもの順に示すと下記の如くであった。

- ① 5分搗ジアスターゼ処理米
- ② 白米無処理
- ③ 5分搗2%, 2.5%, 3%塩酸各処理米
- ④ 5分搗3.5%塩酸処理米
- ⑤ 5分搗無処理米

なおジアスターゼ処理米は処理時間の長いほど、塩酸処理米は処理時間の短いものほど甘味度が大であ

り、咀嚼感も良好であった。また塩酸の長時間処理によるものほど米粒に亀裂を多く生じ、粘度の低下を認めた。

IV. 総括

1. 米粒の塩酸及びジアスターゼによる米粒成分の溶出量については、デキストリン、還元糖ともに処理したものの方が多く、最高値はデキストリンでは3.5%塩酸90分処理であり、対照の約20倍、処理時の損失は対照と比較すれば、かなり大であるかのようなのであるが、全炭水化物量の約2%前後にすぎないため、処理による損失は特に問題とすべき程度ではないと考えられる。

2. 処理米の澱粉、デキストリン、還元糖の各含有量は対照に比して澱粉含量はいずれも減少しており、逆に還元糖は2~3倍、デキストリンは2.5~6.0倍の如く増加している。

3. 本処理による炊飯米の澱粉、デキストリン、還元糖は対照に比し澱粉含有量の減少(-0.2~-0.7倍)、還元糖(1.8~2.5倍)、デキストリン(4.0~10.0倍)の増加が認められた。この事実は炊飯米においても栄養成分の損失がきわめて小であり、還元糖及びデキストリンの含有量が対照に比し相当に大きいことを示している。

4. 人工消化試験においては、処理米中、デキストリン量の多いものほど消化率が大きくなる傾向が認められる。したがって対照に比し、各処理米の消化率も相当に大きいといえる。

5. 食味官能試験の結果は、食味良好なるもの順に挙げると、ジアスターゼによる処理米が最もよく、次いで無処理白米、2~3%塩酸処理米、5分搗無処理米(対照)の順であった。

参考文献

- 1) 木原：農林省食糧研究所報告 1,85~98 (1949)