

米の炊飯特性に関する研究 (第2報)

酵素添加炊飯米について

豊島 治男・奥田 和子・堀 千恵子

緒 言

前報¹⁾において酵素添加炊飯米が、無添加の炊飯米に比べて、その釜ぶえと消化性において優れていることを報告した。

その後鈴木、堀越²⁾らは、電子レンジによる炊飯に際し、タカジアスターゼを添加した米飯の特性について研究し、また2%のソルビトールを添加することにより老化性を改善することができたと報告している。また松本³⁾らは味付け飯についての研究を行ない、味覚テストと味と水分との関係、粘弾性について報告し、河津、高岡⁴⁾らは米飯の食味と α 化率について研究し、古米は新米に比べ粘性が低下し、 α 化率も低下すると報告。加藤⁵⁾は米飯の食感について研究し、レオロジーの立場から米飯の **Texture** の解析を行った。すでに尾崎⁶⁾は炊飯条件、材料を異にする米飯を、低温貯蔵した場合の老化について、酵素消化法とX線ディフラクトメーターによる実験によってその状態を報告した。著者らは前報に引続いて酵素添加炊飯米についてタカジアスターゼによる人工消化法により、米飯を低温貯蔵(5°C)した場合の老化性について検討したのでその結果を報告する。

実 験 之 部

1 試 料

(1) 原 料 米

内地米を使用した。

(2) 酵 素 剤

Macerozyme および Cellulase “ONOZUKA” (近畿ヤクルト製造株式会社製品)を用いた。前者は糸状菌の一種を培養して得られた、植物組織を強力に崩壊せしめる作用を有する酵素を含有する酵素剤である。後者は糸状菌 (*Trichoderma viride*) を培養して得られる繊維素分解酵素を主体とした酵素剤で、植物性食品の細胞膜を分解する作用を有する。

2 実 験 方 法

(1) 炊 飯 方 法

米200gを秤取、水洗して水切りしたのち、水240mlおよび米重量に対して0.1%の酵素剤(あらかじめ炊飯水に溶かした Macerozyme および Cellulase + Macerozyme)を使用した。また酵素剤無添加のものも同時に行なった。浸漬時間は炊飯水中で、15時間および15分とした。使用した炊飯器はナショナルの直接式電気釜 S R—6 F型、100V、300W、0.6 l炊きで、定電圧装置付を用いて行なった。

蒸らし時間は15分とし、その後軽く混和してこれを広口ガラスびんに移し、5°C冷蔵庫内に貯蔵した。試料は炊飯直後0時間、24時間、48時間、72時間、96時間、120時間経過後に秤取して、消化試験に供した。

(2) 消 化 試 験

試料米飯5gを100ml容三角フラスコに秤取し、水30ml、pH4.8の酢酸・酢酸塩緩衝液20ml、タカジアスターゼ5%溶液5mlを加え、37°C恒温槽中で1分間82回振とうさせながら消化させた。時間はそれぞれ15分、30分、60分、90分とし、消化後は塩酸で酵素作用を止めた。尚、15分浸漬炊飯米については60分および90分の消化試験を行なった。

この消化液について逸見氏改良ペルトラン法により還元糖量をぶどう糖として求め、無水物としての米飯に対する比率を消化率(%)として算出した。

3 結果および考察

貯蔵期間と消化時間の差異による消化率の変化は次の通りである。

(1) 15時間浸漬炊飯米の場合(第1表1~6, 第1図~第4図参照)

第1表 15時間浸漬炊飯米消化率(%)

1-1 炊飯後 0時間

酵素	消化時間(分)	15	30	60	90
無	添加	17.59	26.04	30.57	37.02
	Cellulase + Macerozyme(C+M)	21.50	30.69	34.31	41.34
	Macerozyme(M)	18.90	28.45	32.03	39.16

1-2 炊飯後 24時間

酵素	消化時間(分)	15	30	60	90
無	添加	15.56	20.61	24.53	28.40
	C + M	19.90	24.29	28.95	33.67
	M	16.12	22.08	26.03	30.27

1-3 炊飯後 48時間

酵素	消化時間(分)	15	30	60	90
無	添加	11.84	15.90	22.92	27.31
	C + M	15.48	18.55	27.97	32.89
	M	12.09	17.16	23.69	28.81

1-4 炊飯後 72時間

酵素	消化時間(分)	15	30	60	90
無	添加	10.69	14.61	18.96	23.98
	C + M	14.48	18.83	23.94	29.80
	M	11.80	16.62	21.54	27.09

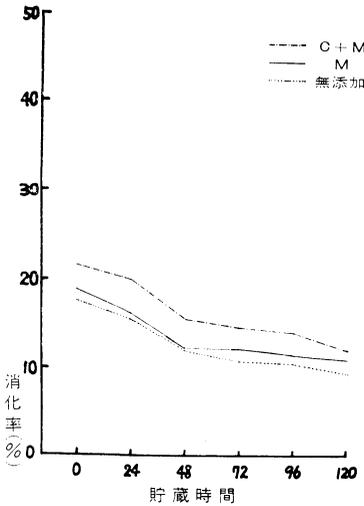
1-5 炊飯後 96時間

酵素		消化時間(分)			
無	添加	15	30	60	90
		10.30	15.42	18.58	22.62
C	+ M	13.88	18.96	22.24	27.92
	M	11.39	17.26	20.08	23.51

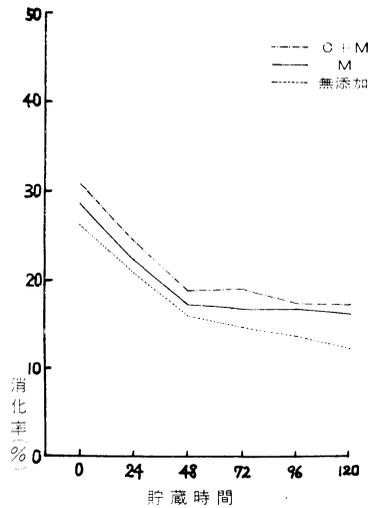
1-6 炊飯後 120時間

酵素		消化時間(分)			
無	添加	15	30	60	90
		9.03	12.25	17.62	22.35
C	+ M	11.85	17.26	20.02	26.11
	M	10.90	16.08	17.94	23.17

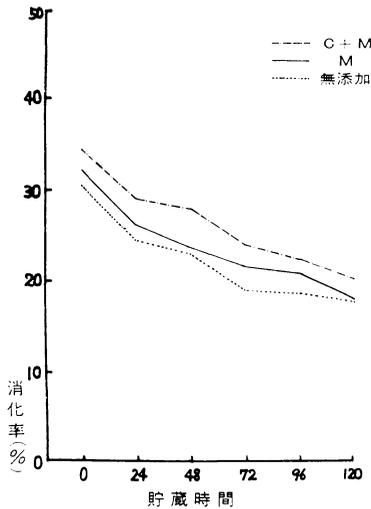
第1図 15時間浸漬炊飯米 (15分消化)



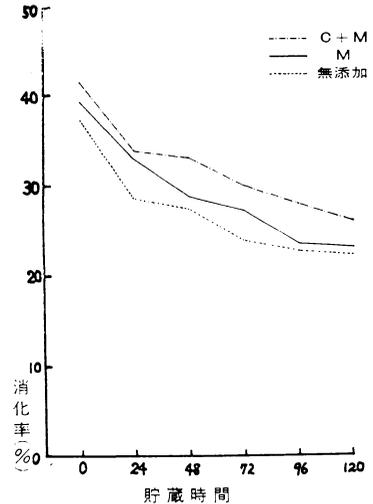
第2図 15時間浸漬炊飯米 (30分消化)



第3図 15時間浸漬炊飯米 (60分消化)



第4図 15時間浸漬炊飯米 (90分消化)



これらの結果より考察すると、酵素添加炊飯米は無添加炊飯米より貯蔵期間が経過しても常にその消化性は良く、Cellulase+Macerozyme, Macerozyme, 無添加の順となった。(以下 Cellulase + Macerozyme は C+M, Macerozyme はMと記す) 今、貯蔵期間の経過にともなう消化率を、無添加炊飯米を基準として C+M および M の消化率を見ると、全体を平均して C+M は4.1%, M は1.6%良好な結果を示した。(第2表1~6, 第5図参照)

第2表 酵素添加した場合の消化性の向上率 (%)

2-1 炊飯後 0時間

酵素	消化時間(分)				平均
	15	30	60	90	
無添加	0	0	0	0	0
C + M	3.49	4.63	3.74	4.35	4.05
M	1.31	2.44	1.46	2.14	1.84

2-2 炊飯後 24時間

酵素	消化時間(分)	15	30	60	90	平均
無	添加	0	0	0	0	0
C	+ M	4.34	3.68	4.38	5.27	4.17
	M	0.56	1.47	1.50	1.87	1.35

2-3 炊飯後 48時間

酵素	消化時間(分)	15	30	60	90	平均
無	添加	0	0	0	0	0
C	+ M	3.64	2.65	5.05	6.20	4.39
	M	0.23	1.26	0.77	1.50	0.94

2-4 炊飯後 72時間

酵素	消化時間(分)	15	30	60	90	平均
無	添加	0	0	0	0	0
C	+ M	3.79	4.22	4.98	5.82	4.70
	M	1.11	2.20	2.58	2.91	2.20

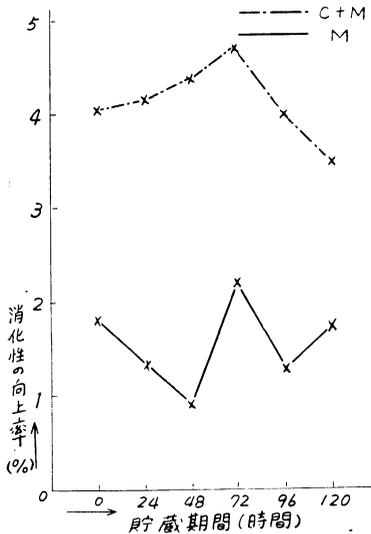
2-5 炊飯後 96時間

酵素	消化時間(分)	15	30	60	90	平均
無	添加	0	0	0	0	0
C	+ M	3.58	3.42	3.66	5.30	3.99
	M	1.09	1.70	1.50	0.89	1.27

2-6 炊飯後 120時間

酵素	消化時間(分)	15	30	60	90	平均
無	添加	0	0	0	0	0
C	+ M	2.82	5.01	2.40	3.76	3.49
	M	1.87	3.83	0.34	0.82	1.72

第5図 酵素添加による消化率の変化(%)



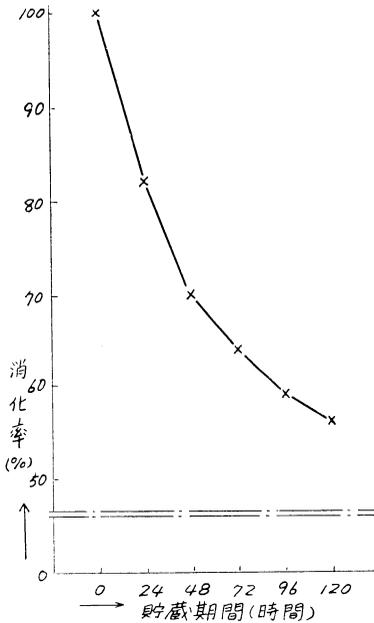
また炊飯直後0時間を基準とすると、炊飯後24時間後は約82%、48時間後は約70%、72時間後約64%、96時間後は約59%、120時間後は約56%の消化率を示した。

(第3表、第6図参照)

第3表 炊飯後0時間を基準とした場合の貯蔵期間経過における消化率の低下
15時間浸漬炊飯米の場合

消化時間 (分)	貯蔵期間 (時間)		24	48	72	96	120
	酵素	添加					
15	無	添加	88.46	67.31	60.77	56.91	51.34
	C	+ M	92.56	72.00	67.35	62.98	55.12
	M		85.29	63.97	62.43	60.16	57.67
30	無	添加	79.15	61.06	56.10	51.65	47.04
	C	+ M	79.15	60.93	61.36	56.41	56.24
	M		77.61	60.39	58.42	58.60	56.52
60	無	添加	80.24	74.98	62.02	50.19	55.01
	C	+ M	84.38	81.52	69.78	64.82	58.35
	M		81.27	73.96	67.25	62.69	56.01
90	無	添加	76.72	73.78	64.78	61.10	60.37
	C	+ M	81.45	79.56	72.09	67.54	63.16
	M		77.30	73.70	69.18	60.04	59.17
平均			81.97	70.26	64.29	59.42	56.33

第6図 貯蔵期間と消化率(%)



このことより、炊飯直後から48時間後の消化率低下が最も大きな値を示し、その後は緩慢な消化率の低下が見られるようである。

この結果は尾崎の報告と同じ傾向を示した。つぎに消化時間の差異による影響についてみると、いずれの消化時間においても酵素添加の効果が見られた。また消化時間が15分よりも30分、60分、90分と長い消化試験において、貯蔵初期における消化率の低下が顕著にあらわれた。

(2) 15分浸漬炊飯米の場合(第4表1~6, 第7図~第8図参照)

第4表 15分浸漬炊飯米消化率(%)

4-1 炊飯後 0時間

酵素	消化時間(分)	
	60	90
無添加	29.43	37.35
C + M	30.77	40.25
M	30.65	39.63

4-2 炊飯後 24時間

酵素	消化時間(分)	
	60	90
無添加	23.84	30.68
C + M	25.71	34.21
M	24.93	32.15

4-3 炊飯後 48時間

酵素	消化時間(分)	
	60	90
無添加	17.54	24.26
C + M	19.90	25.93
M	18.30	25.94

4-4 炊飯後 72時間

酵素	消化時間(分)	
	60	90
無添加	15.88	21.33
C + M	18.21	22.70
M	17.96	22.14

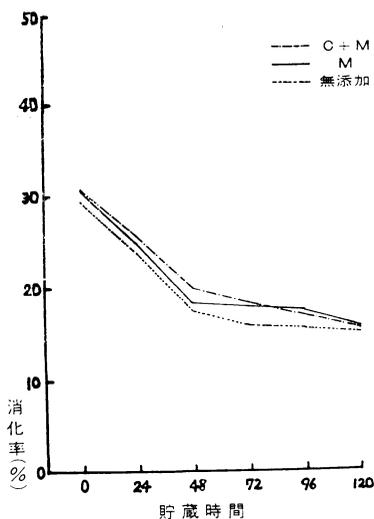
4-5 炊飯後 96時間

酵 素	消化時間 (分)	
	60	90
無 添 加	15.35	21.27
C + M	16.90	22.20
M	17.47	21.25

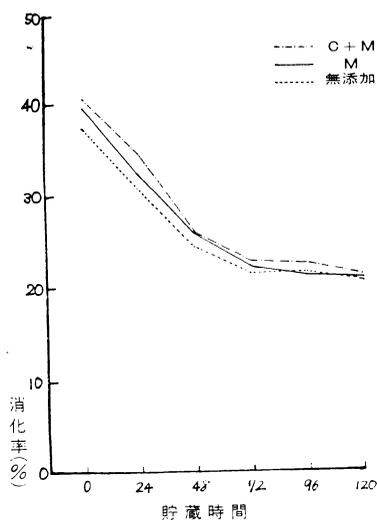
4-6 炊飯後 120時間

酵 素	消化時間 (分)	
	60	90
無 添 加	15.08	20.45
C + M	15.41	21.07
M	15.67	20.53

第7図 15分浸漬炊飯米 (60分消化)



第8図 15分浸漬炊飯米 (90分消化)



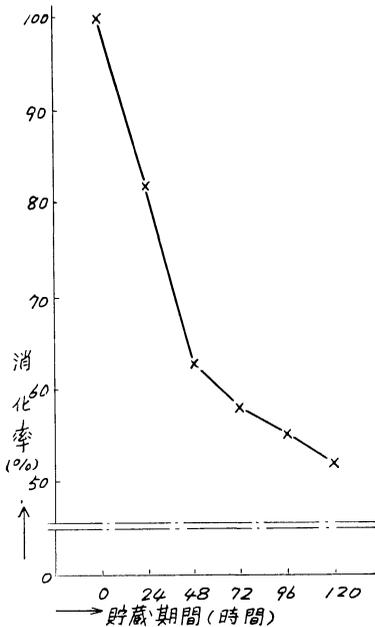
15時間浸漬と同様に、C+M、M、無添加の順に消化性はよかったが、全体的に酵素添加による効果は15時間浸漬の場合程顕著でなく、消化率も低い値を示した。このことは米の浸漬時間が、酵素添加による効果に、或程度影響を与えるものと思われる。

貯蔵時間による消化率の変化は、炊飯直後0時間を基準とすると24時間後は約82%、48時間後は約63%、72時間後は約58%、96時間後は約55%、120時間後は約52%であった。(第5表、第9図参照)

第5表 炊飯後0時間を基準とした場合の貯蔵期間経過における消化率の低下
15分浸漬炊飯米の場合

消化時間 (分)	貯蔵期間 (時間)			24	48	72	96	120
	酵	素						
60	無	添	加	81.01	59.60	54.33	52.16	51.24
	C	+	M	83.56	64.67	59.18	54.92	50.08
	M			81.34	59.71	58.60	57.00	51.13
90	無	添	加	82.14	64.95	69.52	56.95	54.75
	C	+	M	84.99	64.42	53.41	55.12	52.35
	M			81.13	65.45	55.87	53.62	51.80
平	均			82.20	63.13	58.49	54.96	51.89

第9図 貯蔵期間と消化率(%)



炊飯後72時間までの酵素添加の効果は、平均してC+Mが2.0%、Mが1.3%無添加のものよりも高い消化率を示している。しかし、96時間、120時間となると、その差は僅少であった。

要 約

以上の結果を要約すると、米の炊飯に際してC+M、Mの酵素剤を添加した場合その消化率は良好であり、或期間貯蔵したのちも、その消化性は良好であった。

(1) 原料米に対して0.1%の酵素を添加した場合、120時間にわたる貯蔵期間中総括的にその消化性は、無添加炊飯米に比較してC+M、Mの順序で良好であった。

(2) 浸漬時間が15分のものより15時間のものの方が、酵素添加による消化性の向上が顕著にあらわれた。

(3) 消化率の低下は炊飯24時間後ないし48時間後において、急激な変化を示しその後72時間、96時間、120時間貯蔵となるに従って緩慢となった。

以上のことより、酵素添加が米飯の老化防止に何らかの形で役立っていることが推察できる。

また今後の問題として、酵素の米粒組織に与える影響、そして **Farinograph** による **Farinogram** にあらわれる物理化学性についてもその影響を検討中であるが、今後の研究に待つ所が多い。

最後に、本研究に対して、酵素剤を恵与下さった近畿ヤクルト製造株式会社ならびに有益な助言を賜った佐瀬勝氏に感謝致します。

本研究の大要は、昭和42年11月18日甲南女子大学における第29回日本家政学会関西支部研究発表会にて発表した。

文 献

- 1) 奥田和子, 豊島治男: 甲南女子大学研究紀要 **3** 182 (1966)
- 2) 鈴木綾子, 堀越フサエ, 桧作進, 二国二郎: 家政学雑誌 **18** 84 (1967)
- 3) 松本文子, 関千恵子, 津田真由美: 家政学雑誌 **18** 158 (1967)
- 4) 河津園子, 雑賀由利, 高岡研一: 日本家政学会第19回総会にて発表 (1967)
- 5) 加藤寿美子: 日本家政学会第19回総会にて発表 (1967)
- 6) 尾崎直臣: 農化 **34** 1054 (1960)