

米の炊飯特性に関する研究 (第14報)

—— 冷凍米飯について ——

豊 島 治 男
奥 田 和 子

結 言

筆者らはこれまで米飯、かゆ、乾燥米、冷蔵米飯等について、酵素添加時の効果を中心に研究をすすめてきた¹⁾。

澱粉性食品を凍結保存した場合、 α 化澱粉は老化がおこりにくく、凍結速度が早いほどその傾向がより顕著であることがすでに知られている²⁾。渋川らは、最近澱粉ゲルを用いて、ゲル凍結貯蔵時の破断強度、硬度について検討し、それらの値が常温貯蔵時のものに比較して大きくなり物理的な変化がおこることを報告している³⁾。

冷凍米飯はすでに商品化される段階であるが、解凍方法により米飯の復元性に差異のあることが指摘されている⁴⁾。

本報告は、家庭用電気フリーザーにて米飯を短期間凍結貯蔵し、その消化性、官能検査を中心に検討したので報告する。

実 験 之 部

1 試 料

(1) 原料米

昭和47年産歩留90%内地米 (近畿33号) を用いた。

(2) 酵素剤

酵素剤は Cellulase “ONOUKA” (近畿ヤクルト株式会社製品)を用いた。これは糸状菌の一種である *Trichoderma viride* を培養して得られる酵素剤で、繊維素分解素である Cellulase を主体とした酵素であり、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) 冷凍米飯の消化試験

試料米 5 g を 100ml 容三角フラスコに秤取し、米重量にたいして 120% 加水した。15 分間浸漬後、電気釜にて釜水量を 200ml として 30 分炊飯し、15 分間蒸らした。電気釜は、直接式ナショナル S R—18 T 型、100 V、600 W、1.8 l 炊きを使用した。なお、酵素剤を添加した炊飯米は、米重量にたいして 0.1 % 濃度になるようにあらかじめ調整した酵素液中に試料米を浸漬した。

得られた炊飯米をただちに冷凍庫内 (-20°C) に凍結した。使用した冷凍庫はナショナル冷凍冷蔵庫, NR, 8200 A F である。所定の凍結貯蔵期間を経過した試料について、そのつど無解凍のまま消化試験に供した。あわせて蒸器上段にて 7 分間蒸した解凍後の米飯について消化試験をおこなった。

消化試験は、もどし後の三角フラスコ中の試料に水 30ml, pH4.8 の酢酸・酢酸塩緩衝液 20ml, 5% タカジェスターゼ溶液 5ml を加え、 37°C の恒温槽中で 1 分間 82 回振とうさせながら、60 分間消化させた。

消化後は、塩酸で酵素作用を止め、これらの消化液について逸見氏改良ベルトラン法により還元糖量をブドウ糖として求め、無水物としての乾燥米にたいする比率を消化率 (%) として算出した。

(2) 官能検査

1) 試供米飯の調整

官能検査に供した米飯の調整方法は以下の通りである。試料米 200 g に米重量にたいして 120% 加水し、15 分間浸漬した。その後電気釜にて 16 分間炊飯し、15 分間蒸らした。電気釜は直接式ナショナル S R—6 F 型、100 V、

300 W, 0.8 l 炊きを使用した。なお、酵素添加炊飯米は米重量にたいして 0.1%の Cellulase を添加した。炊飯後の重量増加率は250%である。米飯をビニール布上に広げ室温にて40°Cに放冷した後、18cm×10cm×3cm(厚さ)の形状に密閉し、冷凍庫にて凍結した。その後無解凍のままただちに蒸器上段(85°C)にて10分間蒸し、ただちに官能検査に供した。なお、炊飯直後の米飯試料を同一条件で炊飯し、同時に官能検査に供した。

2) 官能検査

官能検査は吉川氏の評点法⁵⁾によった。

パネルは本学女子学生29名である。

試食容器は無地白色洋皿で、4部分にA, B, C, Dの印を付し、Aに対照試料(炊飯米, 酵素無添加処理)を配置し、小型ゼリーカップに一杯分の一定量(約20g)を分配し、各自の供試料とした。

検査場所、時間は12時～1時の食事前を選び、試食室にて行った。試食順位はラテン方格に従い、全員基準試料を最初に試食し、その他の試料は各パネルに指定した試食順位に従い試食を行い、順位誤差を少なくした。

3 結果および考察

(1) 冷凍米飯の消化試験

冷凍米飯の凍結期間中における消化率は次の通りである。(第1表)

第1表 冷凍米飯(無解凍)の消化率(%)

冷凍日数	炊飯直後	1	3	5	10	15	20	25
無添加処理	21.08	22.50	21.97	21.08	21.07	21.25	21.69	20.08
Cellulase 添加処理	21.20	22.00	22.06	21.24	21.27	21.27	21.89	21.01

第2表 冷凍米飯(解凍後)の消化率(%)

冷凍日数	炊飯直後	1	3	5	10	15	20	25
無添加処理	20.60	22.42	21.20	22.00	22.73	22.61	23.99	21.21
Cellulase 添加処理	22.27	23.47	21.43	22.34	22.33	23.24	24.53	21.25

25間の凍結貯蔵中における消化率は、ほとんど差異が認められない。酵素処理米と無添加処理米との間にはこれまでの報告¹⁾にみられるような差は認められない。これは冷凍米飯が解凍時にひび割れが生じ、そのため消化率が高まることが考えられる。

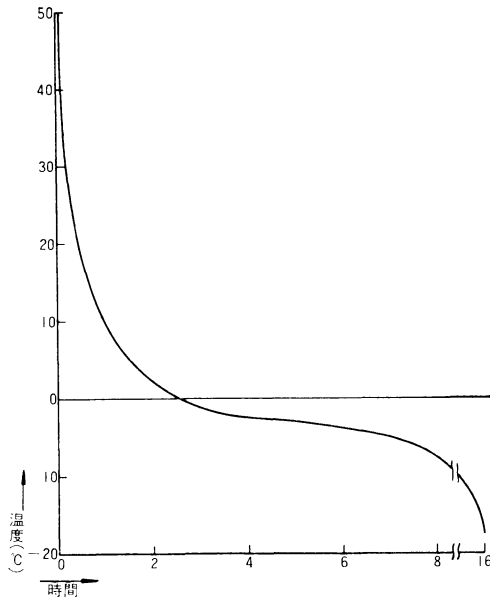
つぎに、冷凍米飯をただちに蒸して急速解凍したものの消化率は次の通りである。(第2表)同様にいずれの貯蔵日数においても消化率に差異は認められなかった。炊飯直後米の消化率との比較においても差異は認められないが、20日後の酵素処理米ではやや高い消化率を示した。

(2) 官能検査

試料とした冷凍米飯の凍結曲線は次の通りである。温度計を米飯の外層部、中層部、内層部の三部位にセットし、平均値で示した。(第1図)

試料とした解凍前後の米飯の水分は次の通りである。

第1図 冷凍米飯の凍結曲線

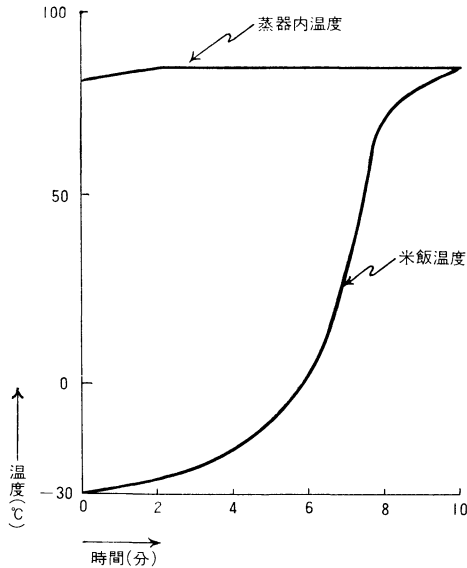


第3表 冷凍米飯の水分(%)

		炊飯直後米	5日	14日	21日
米飯	無添加	56.40	61.37	61.38	61.12
	Cellulase 添加	59.07	62.27	62.30	62.05

冷凍米飯解凍時の蒸器内の温度上昇および食品の温度上昇は次の通りである。(第2図)

第2図



炊飯直後の米飯を対照試料として、3日、14日、21日凍結貯蔵した冷凍米飯の官能検査の結果は次の通りである。(第4～9表)

いずれの貯蔵期間中においても、評価項目のうち外観、香り、うま味については95%有意水準で有意差は認められなかった。

しかし、粘り、硬さの物理的二要因では有意差が認められ、冷凍米飯は対照試料に比較して硬さにおいて硬く、粘りにおいては粘りが大きいという評価が得られた。

総合評価の項目でも同様に有意差が認められた。外観は、冷凍後3日、14日後では各試料間に有意差は認められないが、21日貯蔵において酵素添加米は胴割れが目立ちはじめた。香り、うま味は各試料間では有意差はみられないが、炊飯直後米飯に比較してわずかながら低い評価を示しており、やや不良の傾向を示した。硬さでは、冷凍米飯は酵素添加、無添加ともにかなり硬く、粘りも大きいと評価されている。

第4表 冷凍米飯の官能検査（冷凍貯蔵日数3日）

	炊飯直後米		冷凍米飯		有意性
	無添加処理	酵素処理	無添加処理	酵素処理	
総合評価	0	-0.204~(-0.996)	0.586~(-0.206)	0.486~(-0.306)	*
外観	0	-0.006~(-0.854)	0.394~(-0.454)	0.404~(-0.444)	N. S.
香り	0	0.184~(-0.604)	0.254~(-0.534)	-0.056~(-0.844)	N. S.
うま味	0	-0.025~(-1.075)	0.435~(-0.615)	0.195~(-0.855)	N. S.
粘り	0	0.076~(-0.756)	0.726~(-0.106)	1.006~(0.174)	*
硬さ	0	-1.032~(-0.208)	1.242~(0.418)	1.204~(0.378)	*

第5表 冷凍米飯の官能検査（冷凍貯蔵日数14日）

	炊飯直後米		冷凍米飯		有意性
	無添加処理	酵素処理	無添加処理	酵素処理	
総合評価	0	0.07~(-0.89)	0.07~(-0.89)	-0.04~(-1.00)	N. S.
外観	0	0.27~(-0.37)	0.31~(-0.33)	0.03~(-0.61)	N. S.
香り	0	0.05~(-0.85)	0.16~(-0.74)	0.05~(0.85)	N. S.
うま味	0	0.05~(-0.95)	0.17~(-0.83)	-0.02~(-1.21)	N. S.
粘り	0	-0.04~(-0.92)	0.61~(-0.27)	0.85~(-0.03)	*
硬さ	0	-0.06~(-0.84)	1.36~(0.58)	1.46~(0.68)	*

第6表 冷凍米飯の官能検査 (冷凍貯蔵日数21日)

	炊飯直後米		冷凍米飯		有意性
	無添加処理	酵素処理	無添加処理	酵素処理	
総合評価	0	-0.21~(-0.97)	0.33~(-0.43)	0.14~(-0.62)	*
外観	0	0.10~(-0.52)	0.47~(-0.15)	0.09~(-0.53)	N. S.
香り	0	0.05~(-0.47)	0.14~(-0.38)	0.23~(-0.29)	N. S.
うま味	0	-0.01~(-0.71)	0.02~(-0.68)	0.11~(-0.59)	N. S.
粘り	0	0.92~(0.04)	0.85~(-0.03)	0.72~(-0.16)	N. S.
硬さ	0	-0.42~(-1.16)	1.20~(0.46)	1.23~(0.49)	*

第7表 各試料間の有意性 (冷凍貯蔵日数3日)

	炊・炊E	炊・冷	炊・冷E	冷・炊C	炊C・冷C	冷・冷C	$R = (t_{84}^2(0.05)\sqrt{Ve/m})$
総合評価	0.60*	0.19	0.09	0.79*	0.69*	0.10	0.400
外観	0.43*	0.03	0.02	0.40	0.41	0.01	0.424
香り	0.21	0.14	0.45*	0.07	0.24	0.31	0.394
うま味	0.55*	0.09	0.33	0.46	0.22	0.24	0.525
粘り	0.34	0.31	0.59	0.65*	0.93*	0.28	0.416
硬さ	0.62*	0.83*	0.18	1.45*	1.41*	0.04	0.412

第8表 各試料間の有意性 (冷凍貯蔵日数14日)

	炊・炊E	冷・炊	炊・冷E	冷・炊C	炊C・冷C	冷・冷C	$R = (t_{84}^2(0.05)\sqrt{Ve/m})$
総合評価	0.41	0.41	0.52*	0	0.11	0.11	0.480
外観	0.05	0.01	0.29	0.04	0.24	0.28	0.316
香り	0.40	0.29	0.40	0.11	0	0.11	0.448
うま味	0.45	0.33	0.71*	0.12	0.26	0.38	0.498
粘り	0.48*	0.17	0.41	0.65*	0.89*	0.24	0.444
硬さ	0.45*	0.97*	1.07*	1.42*	1.52*	0.10	0.390

第9表 各試料間の有意性 (冷凍貯蔵日数21日)

	炊・炊E	炊・冷	炊・冷E	冷・炊C	炊C・冷C	冷・冷C	$R = \frac{1}{(t^2_{84}(0.05)\sqrt{Ve/m})}$
総合評価	0.59*	0.05	0.24	0.54*	0.35	0.19	0.382
外 観	0.21	0.16	0.22	0.37*	0.01	0.38*	0.308
香 り	0.21	0.12	0.03	0.09	0.19	0.09	0.262
う ま 味	0.36*	0.33	0.24	0.03	0.08	0.09	0.348
粘 り	0.48*	0.41	0.28	0.07	0.20	0.13	0.441
硬 さ	0.79*	0.83*	0.86*	1.62*	1.65*	0.03	0.371

要 約

家庭用電気冷凍庫(庫内温度 -20°C)を用いて、米飯を1日、3日、5日、10日、15日、20日、25日間凍結貯蔵した。その試料について無解凍、蒸気急速解凍の各米飯について、その消化性、官能検査について検討した結果は次の通りである。

- 炊飯直後の米飯を凍結貯蔵中における消化率は、無解凍、蒸気急速解凍のいずれも差異が認められなかった。
- 評点法による官能検査では、冷凍米飯は炊飯直後米飯に比較して外観、香り、うま味では5%危険率で有意差は認められなかった。しかし、硬さ、粘りなどの物理的性状の上で差異が認められ、冷凍米飯は硬く、粘りが大きいという評価をえた。なお、今後冷凍米飯の粘稠性について検討を加える予定である。

なお、実験に協力された本学山本典子助手に感謝する。

文 献

- 豊島治男, 奥田和子: 調理科学 **3** 2 (1970)
- Frances E Volz, P. E. Ramstad: Food Reserch **17**, 81 (1952)
- 渋川祥子 福場博保: 家政学雑誌 **22**, 4 112 (1973)
- 森永太郎: 食品工業 **4** 12 (1971)
- 吉川誠次, 佐藤信: 食品の品質測定 80 光淋書院 (1963)