

「米の消費拡大運動」に対する栄養学的検討

南 広子・中村 富貴子

Nutritional Investigation Related to the “Activities to Increase Rice Consumption”

Hiroko MINAMI and Fukiko NAKAMURA

はじめに

一般家庭におけるうるち米の1人当りの年間消費量は昭和37年米穀年度の94.8kgをピークに年々減少し、52年度は約40%減の58.2kgとなった。¹⁾しかしわが国の気象や国土に適した米作は栽培技術の向上と相まって生産高が年々向上し、減反政策にもかかわらず余剰米が増加するため、食糧政策上、数年前から米の消費拡大運動が台頭^{2) 3)}している。しかし栄養学的見地からわが国古来の白米偏重の食事は容認され得ず、さらに過去20年来の日本人の嗜好変遷を省みると昭和30年代のような多量の米消費を再現することは困難に思われる。今回私共は国民の保健ならびに嗜好上、適当な食物として米の消費拡大をはかるにはどのようにすればよいかを検討することを目的として本研究を行った。とくに玄米の搗精法による米の微量成分および消化率の変化をみるとともに、小・中学校の集団給食に米飯導入が推奨されつつある^{4) 5)}おりから、それに適切なものを栄養学的見地から検索した。

実験方法




1. 供試料

試料は主に下記の5種の米および加工品を使用した。成分比較のためアフガニスタン産の精白米をも分析に供した。

玄米：1976年産秋田県産ササニシキ。

精白米：同上の玄米を歩留り92%に精白したもの。

表1 市販胚芽精米の構成内容

胚芽精米の 構成内容	 a	 b	 c
測定事項			
胚芽保有率換算係数	0	0.5	1.0
実測値 (g/49.250g)	8.8212	19.4525	20.9767
含有率 (%)	17.9	39.5	42.6

検体 { 購入先：東京中央食糧市場
購入年月：S.52.6.

胚芽精白米（以下胚芽米と略記する）：玄米を胚芽搗精機で搗製したもので1977年6月東京都中央食糧協同組合より購入した。胚芽精米とは昭和52年7月15日付食糧庁の精米配給実施要領で胚芽保有率80%以上のものと規定されているが、表1に示すように白米①、胚芽1部残存の米②、胚芽部ほぼ完全に残存の米③の3種が混在している。胚芽保有率を求める場合は穀類検定法に基いて、胚芽欠損部の切線以下に胚芽が残存するもの②を0.5、切線部以上に胚芽が残存するもの③を1.0とし、各々の米粒数にこの係数を乗じて胚芽保存率を求めることになっている。今回供試した胚芽米50gについて①、②、③に該当する米粒を計数した結果それらの含有率は各17.9、39.5、42.6%となり②と③の加算値は82.1%であったが②を0.5として穀類検定法に基いて胚芽保有率を求めれば62.3%となった。

アルファ米：上記の精白米を炊飯後熱風乾燥して製造したものの。

アルファ胚芽米：上記の胚芽米を同様に炊飯後熱風乾燥して製造したもので、これら2種のアルファ米は尾西食品K.K大阪工場に依頼して製造したものである。

上記の試料は粉碎し115メッシュの篩を通したものについて成分分析や消化実験を行った。

2. 無機成分の分析

玄米、胚芽米、精白米、アフガニスタン精白米2種について湿式灰化または酸抽出法によって、前処理をした後、炎光分析でナトリウム、カリウム、カルシウムを測定し、原子吸光分析でマグネシウム、鉄、マンガン、亜鉛、銅、ニッケル、鉛、カドミウムを測定した。装置は炎光および原子吸光分析は日立208型原子吸光光度計を使用し、水銀は島津UV-201型微量水銀分析計を使用して酸素気流中燃焼法を採用したが名古屋衛生研究所に依頼した。

3. ビタミン類の分析

ビタミンB₁はジアゾ法⁶⁾、B₂はルミフラビン蛍光法⁶⁾、ビタミンEはエメリー、エンゲル法⁶⁾で測定した。

4. 炊飯米のアルファ化度の測定

上記(2)、(3)の測定によりビタミンB₁、B₂、Eおよびカルシウム、鉄など重要な栄養素が精白米に比し胚芽米にかなり多いことを認めた。一方学校給食において炊飯設備を要しないアルファ米の利用が米飯給食校中18.7%⁵⁾に及んでいるため胚芽米をアルファ化したアルファ胚芽米を前記(1)のように試作しアルファ化度と消化率を測定した。即ち1977年産精白米、胚芽米アルファ米、胚芽アルファ米、玄米および1976年産精白米（古米）の6種を試料とし炊飯直後のアルファ化度を測定した。炊飯に際し精白米、胚芽米は電気炊飯器、玄米は高压釜を使用し、アルファ米およびアルファ胚芽米は試料80gを沸騰水200ml中に入れて3分間加熱し、いずれも炊飯後直ちに5倍量のメタノールに入れて脱水処理し、乳鉢中でよく磨砕したのち濾過、再びメタノールを加えて同操作をくり返し、最後にエーテルで洗浄したのちデシケーター中で乾燥し、粉碎して115メッシュの篩を通したものを供試した。α化度は渋谷、福場の濁度法⁷⁾に基いて測定したが原法のポッターホモゲナイザーで5回上下させる最初の操作を若干変更した。即ち試料30mgを精秤し、水10ml加えて20mlの共栓試験管内で20回転倒混合した後、直ちに上層4mlを駒込ピペットで採取して530nmにおける濁度を測定①、液を元に戻し100分静置した後、再び上層4mlの濁度を同様に測定②、一方同試料30mgに水10ml加え湯煎中100℃、10分加熱し完全糊化したものについて濁度を測定(A)し下記の式からアルファ化度を算出した。

$$a - b = X \quad \alpha \text{ 化度} = \frac{X}{A} \times 100$$

本法は測定液の粒子懸濁状態により吸光度に±0.05内外の誤差を生じたが、同操作を4回く

り返し測定値の平均値をアルファ化度とした。

5. ジアスターゼによる炊飯米の消化実験

上記(4)と同様、炊飯直後の飯をメタノールおよびエーテルで脱水処理し、115メッシュの篩を通過したものを基質とし、局方ジアスターゼによる米デンプンの消化実験を行った。実験は2%濃度の基質2.0ml、pH6.8のM/15リン酸緩衝液1.0ml、1.0%ジアスターゼ2.0mlを共栓試験管に入れ、37℃の恒温槽中、振盪培養を行い、作用2時間および3時間経過した時、2N-HCl 0.5mlで酵素作用をとめ、反応液を10mlに定容した後、遠心分離操作にかけ上清1.0mlを採取してソモギ、ネルソン法⁸⁾で還元糖を呈色させ530nmの吸光度を測定、検量線から麦芽糖量を求め基質の分解率を算出した。

またジアスターゼを作用させた時の組織学的変化について、米飯粒子の崩壊状態とヨウソ反応によるデンプン粒子の変化を顕微鏡下に観察し、試料間の相異を比較した。

6. 貯蔵米含有の脂質過酸化物の定量

米油の脂肪酸はリノール酸、オレイン酸等の不飽和脂肪酸が60%以上を占める^{9) 10)}ため、脂肪含量の多い玄米、胚芽米はとくに貯蔵中に脂質が変敗して品質が劣化するといわれる¹¹⁾ので、玄米、胚芽米、アルファ胚芽米、精白米について常法により粗脂肪を測定すると共にTurnerの方法⁶⁾に基いてTBA価を測定した。

また各試料による過酸化脂質の生成能をみるため、米粉末試料0.2gにpH7.4のトリス緩衝液5.0ml加え、37℃の恒温槽で2時間振盪培養を行った後、40%三塩化酢酸0.5ml、5N-塩酸0.5ml、1%TBA試薬1.0ml加え、100℃で45分間加熱後同様に吸光度を測定した。さらにin vitroの実験ではFe²⁺が過酸化脂質の生成を促進する^{12) 13)}といわれているため反応液中Fe²⁺濃度が1mMになるよう塩化第二鉄溶液を添加し、各試料間の促進効果の相異をしらべた。実験には搗精直後の精白米、貯蔵8カ月の精白米、胚芽米、アルファ胚芽米および玄米を使用。また比較のため貯蔵74カ年(明治37年産)の玄米および貯蔵6カ年の玄米等計7種を使用し、測定値は試料1.0gの吸光度に換算して表示した。

実験結果ならびに考察

1) ミネラルの分析結果は表2に示すとおりであり、鉛、水銀、カドミウムなどの有害成分は玄米にとくに多いが胚芽米における含有量は精白米と大差なく、これらのミネラルは主に果皮、種皮に多く搗精時に糠層とともに除去されるものと考えられた。またカルシウム、鉄をはじめナトリウム、カリウム、マグネシウム、ニッケル、銅、亜鉛、マンガン等も玄米に多く、

表2 米のミネラル含有量 (mg/100g)

供試料	ミネラル (mg/100g)												
	K	Mg	Ca	Mn	Na	Zn	Fe	Cu	Pb	Ni	Cd	Hg (ppm)	
玄米 (秋田産)	275	128.8	6.06	2.94	2.08	1.86	0.52	0.38	0.11	0.05	0.012	0.006	
胚芽米 (同上)	115	98.8	3.86	1.06	1.61	1.12	0.29	0.33	0.07	0.02	0.003	0.005	
精白米 (同上)	92	36.1	3.70	0.91	1.28	1.00	0.19	0.24	0.05	0.01	0.002	0.005	
精白長米(アフガニスタン産)	183	73.6	6.34	0.77	1.16	1.50	1.07	0.49	0.07	0.01	0.001	0.021	
精白短米 (同上)	183	73.6	5.62	1.06	2.08	5.26	1.06	0.49	0.07	0.01	0.001	0.011	
アフガニスタン米平均値	183	73.6	5.98	0.92	1.62	3.38	1.065	0.49	0.07	0.01	0.001	0.02	

測定条件：アセチレン圧0.5kg/cm²、アセチレン流量3ℓ/min、空気圧1.8kg/cm²、空気流量14ℓ/min、ランプ電流10~15mA。

胚芽米、精白米の順に減少した。胚芽は植物体にとっても発根、発芽の現象に最も重要な部分であるため生命現象に必要なすべての栄養成分が含まれるものと思われる。またアフガニスタン産精白米は秋田産のものに比べカルシウム、鉄、カリウム、銅、亜鉛の含有率が有意に高く、水銀は低値であったがこれらの相異は米の品種、土壌成分、農薬、肥料等の影響と推察されるが、いずれの因子に由るのか今回の実験では断定できない。

2) 供試米のビタミンB₁、B₂、Eの含有量は第3表に示すとおりであり、玄米の含有量を100とすれば胚芽米のB₁は82%、精白米は55%、B₂は各80%、60%、Eは各41%、8%となり脂溶性のビタミンEはとくに胚芽および糠層の除去により顕著に減少した。さらに精白米は淘洗および炊飯操作によりB₁損失52~75% (強洗時)、29~48% (軽洗時) に達するといわれる¹⁴⁾が、胚芽米は搗精時に風圧による物理的作用で糠層や異物がほとんど除去される¹⁵⁾ため、水洗の必要なくこのための損失がない。また胚芽部には葉酸、ビオチン、パントテン酸、ニコチン、B₆等のビタミン類が局在して¹⁶⁾いることを考えると、B₁、B₂のみを含む強化米を精白米に添加するより胚芽米を使用する方が、栄養学的見地からも合理的であると思われる。

表3 米類のビタミン含有量

試料	B ₁		B ₂		E	
	mg/100g	含有比率	mg/100g	含有比率	mg/100g	含有比率
玄米 (秋田産)	0.33	100	0.05	100	5.21	100
胚芽米 (同上)	0.27	82	0.04	80	2.11	41
精白米 (同上)	0.18	55	0.03	60	0.40	8

3) 炊飯米のアフファ化度は表4に、ジアスターゼによる消化実験は表5に表示した。すなわちアルファ化度は1977年産精白新米、1976年産精白古米、胚芽米、アルファ胚芽米、アルフ

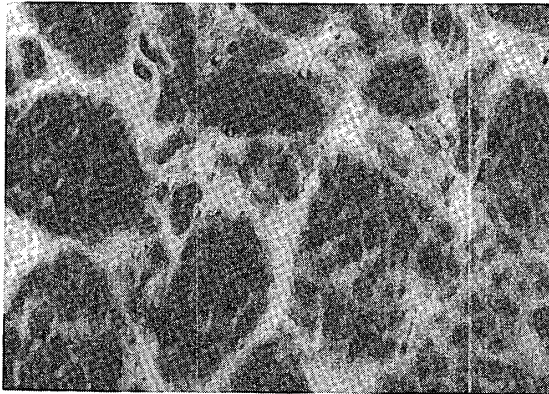
表4 炊飯米のα化度

炊飯米試料	1977年産 精白米	1976年産 精白米	1977年産 胚芽米	α-胚芽米	α-米	1977年産 玄米
X	0.43	0.50	0.43	0.47	0.50	0.496
A	0.46	0.54	0.47	0.52	0.56	0.773
α化度	93.5	92.6	91.5	90.4	89.3	64.2

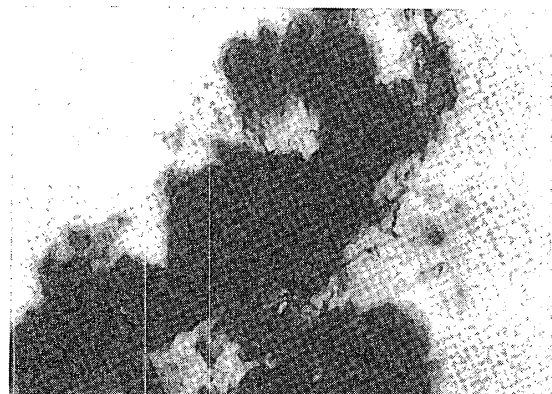
表5 炊飯米のDiastaseによる消化

作用時間	測定事項	供試料	1977年産 玄米	1977年産 精白米	1976年産 精白米	1977年産 胚芽米	α-胚芽米	α-米
		2時間	生成麦芽糖量(mg/基質1g)	3.35	8.83	8.20	8.30	8.45
	基質分解率(%)	11.17	29.43	27.33	27.67	28.17	30.0	
3時間	生成麦芽糖量(mg/基質1g)	3.90	9.03	8.52	8.59	8.65	9.15	
	基質分解率(%)	13.00	30.10	28.40	28.63	28.83	30.50	
平均値	生成麦芽糖量(mg/基質1g)	3.63	8.93	8.36	8.45	8.55	9.08	
	基質分解率(%)	12.10	29.77	27.87	28.17	28.50	30.27	
順位			6	2	5	4	3	1

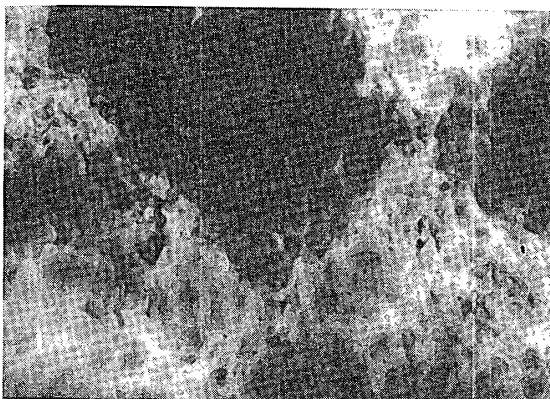
ァ米の順にわずかに減少したが有意差を認めず、玄米のみ有意に低値でアルファ化度は精白米の68.7%にすぎなかった。ジアスターゼによる消化実験はアルファ米、精白新米、アルファ胚芽米、胚芽米、精白古米、玄米の順に減少し、ジアスターゼ2時間、3時間作用の平均基質分解率は玄米12.1%に対し他の試料は28~30%となり有意に高く、外皮を付着する玄米は炊飯後も酵素作用を受け難く、製造工程中に炊飯や熱風乾燥処理を施されたアルファ米は、ジアスタ



(1)



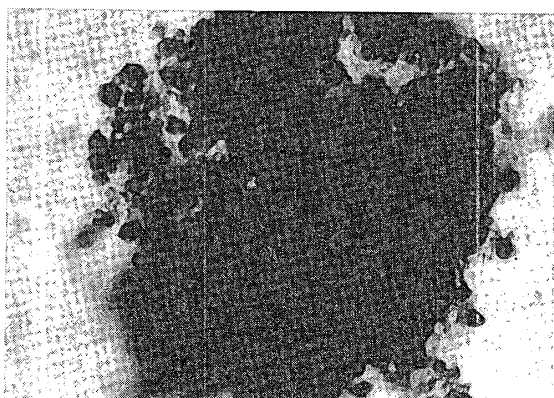
(2)



(3)



(4)



(5)

- (1): 炊飯した精白米(倍率10×15)
- (2): (1)にジアスターゼを2時間作用させたもの(10×40)
- (3): アルファ胚芽米(10×40)
- (4): (3)にジアスターゼを2時間作用させたもの(10×40)
- (5): 炊飯した玄米にジアスターゼを3時間作用させたもの(10×40)

ーゼの分解もうけ易いことを認めた。またジアスターゼで消化した米飯粒子をヨウ素呈色後顕微鏡写真によって示したものが図版(1)~(5)である。(1)は精白米の炊飯直後のもので米飯粒子の細胞中にヨウ素反応陽性のデンプン粒子が充満しているが、これにジアスターゼを2時間作用させた場合、細胞は(2)のように崩壊しデンプン粒も一部分解した。(3)は水を入れ、3分間加熱処理したアルファ胚芽米であるが既に細胞の形をとどめず、これにジアスターゼを2時間作用させると(4)のようにデンプンのヨウ素反応もほとんど消失して褐色になった。しかし高压釜で炊飯した玄米はジアスターゼを3時間作用させた後(5)も細胞は残存し、デンプンのヨウ素反応も顕著に認められた。これらの組織崩壊度は上記の生成糖量より求めた基質分解率の測定結果とほぼ同様な傾向を示した。

4) 試料中の粗脂肪含有率は表6に示したように玄米を100とすれば胚芽米、アルファ胚芽米、精白米は各43%、28%、22%となった。平山¹⁷⁾らの米の全脂質の80%は糠層に20%は胚乳部にあるとの報告とほぼ一致したが、アルファ胚芽米は製造工程中に若干の脂肪が損失するものと思われる。また貯蔵米における過酸化脂質含有量とin vitroにおけるその生成能を表7に示した。TBA価は貯蔵期間の長い玄米、胚芽米が高値で脂肪含有量の少ない精白米が低値であ

表6 米の脂肪含有量

供 試 料	玄米 (秋田産)	胚芽米 (秋田産)	α-胚芽米	精白米 (秋田産)
粗 脂 肪 (%)	2.23	0.96	0.63	0.48
含 有 比 率	100	43	28	22

表7 貯蔵米の過酸化脂質

供 試 料	1904年産 (M.37) 玄 米	1971年産 貯蔵6年 玄 米	1977年産 貯蔵8ヶ月 玄 米	同 貯蔵8ヶ月 胚 芽 米	同 貯蔵8ヶ月 L-胚芽米	同 貯蔵8ヶ月 精 白 米	搗製直後 の精白米	
T B A 価	0.254	0.214	0.208	0.214	0.208	0.048	0.040	
37℃, 2hr. 作 用の過酸化脂 質生成量 (TBA価)	FeCl ₃ 添 加	0.750	0.545	0.450	0.440	0.490	0.33	0.240
	同無添加	0.465	0.400	0.325	0.285	0.300	0.20	0.180

ったが、常法⁸⁾によって検量線を作成し、マロンアルデヒド量に換算すれば米の過酸化脂質は5~42nmol/gとなり無視できる程度である。また粉碎試料を37℃で振盪培養するとTBA価は上昇し、反応液に塩化第二鉄を添加するとTBA価は若干上昇した。古米の風味劣化の一因は脂質によるとの報告が多く、貯蔵によって遊離脂肪酸が増加し、デンプンの糊化性や匂いを悪くさせるといわれているが¹⁹⁾、過酸化脂質はいずれの試料も僅少であった。これらの結果精白米は脂肪が少なく、玄米および胚芽米は酸化抑制作用のあるビタミンEが共存するためと推察した。

5) 以上の実験結果より米の栄養価は微量栄養素を多種類しかもバランスよく含有し、かつ比較的消化率のよい胚芽米がよく、集団給食や非常食にアルファ米を使用する場合も栄養学上アルファ胚芽米が適当であることを認めた。最近欧米諸国においても「白パン無益論」が台頭し、胚芽小麦を原料としたシュタインメンツパンが普及している。わが国においても余剰米対策として米の消費拡大運動が展開されているが従来の白米偏重に陥らないよう留意すべきである。また米加工品として米デンプンの発酵食品である酒、みりん、酢のほか米飯加工品として

各種レトルト米飯，インスタント食品をはじめ米粉を原料とした麺類，和菓子の新しい加工食品が多種類製造され，アルファ化したデンプンの粘性を利用すれば，小麦グルテンによらなくとも整形可能なことが認められている．従来の小麦粉に代る米粉として調理材料や麺類，菓子類の原料として広く利用されることが望ましいが，これらの原料にも玄米，胚芽米の粉末を使用し，粉食化によって現代人への嗜好性を高めるとともに栄養学的見地からもよりよい食品として，米の消費が増大することを期待したい．

要 約

玄米，精白米，胚芽精米のビタミンやミネラル成分を測定するとともに，これらの炊飯米のアルファ化度，ジアスターゼによる消化率，貯蔵中における脂質過酸化物を測定し，食糧政策上米の消費を拡大する場合は胚芽精米を普及させることが望しいこと，またアルファ米の原料その他米の粉食加工品にも胚芽精米が栄養学的見地から適当であることを考察した．

終りにのぞみ，本研究に際し終始ご懇篤なるご指導を賜わり，また実験の一部を担当いただいた名古屋女子大学青木みか教授に深く感謝の意を表します．

文 献

- 1) 愛知県農業水産部経済流通課編：米消費拡大関係資料 (1978)
- 2) 西丸震哉：自然 No. 10. 60 (1969)
- 3) 山本辰芳：臨床栄養51, (9) 220 (1977)
- 4) 文部広報：1978, 9. 18.
- 5) 教育学術新聞：1977. 9. 14.
- 6) 小原哲二郎他編：食品分析ハンドブック.
- 7) 渡川祥子，福場博保：家政学雑誌24, 46. (1973)
- 8) 小原哲二郎：食品栄養化学実験書 p. 135
- 9) 坂田澄雄他：栄養と食糧 26, (1) 75 (1973)
- 10) 安松克治：食品工業 11, (18) 26 (1968)
- 11) 渋谷直人：澱粉科学 24, (3), 67 (1977)
- 12) 吉岡保，関場香：脂質生化学研究 19, 297 (1977)
- 13) F. Edmund Hunteretal：J.B.C. 238, 828 (1963)
- 14) 村田希久：ビタミン 51. 542 (1977)
- 15) 香川綾：胚芽米健康法 p. 144 (1978)
- 16) 岩井和夫：栄養と食糧 20, 495 (1968)
- 17) 平山修，松田英幸：農化 47. (6) 371 (1973)
- 18) 日本生化学会編：脂質の化学 p. 538 (1974)
- 20) 森高真太郎，安松克治：栄養と食糧 25, 16, 42 (1972)