

## 食物繊維とミネラルの吸収

小石 秀夫<sup>1)</sup> 奥田 豊子<sup>1)</sup> 三好 弘子<sup>1)</sup> 奥田 清<sup>2)</sup>

(<sup>1)</sup>大阪市立大学生活科学部食物学科栄養生理学\*,  
<sup>2)</sup>大阪市立大学医学部臨床検査医学\*\*)

### Dietary Fibre and Mineral Metabolism

Hideo KOISHI,<sup>1)</sup> Toyoko OKUDA,<sup>1)</sup> Hiroko MIYOSHI<sup>1)</sup>  
and Kiyoshi OKUDA<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>*Faculty of the Science of Living,* <sup>2)</sup>*Medical School,*  
*Osaka City University*

The study was carried out on 5 adult males (19–23 yr.) who were given 600 g of well-milled rice or 550 g of brown rice every day for 2 weeks. Those experimental diets contained 1.2 g per kg of protein and 46 kcal per kg per day of energy.

The results obtained were as follows:

The wet and dry weight of feces was about 2 times in brown rice period compared with in well-milled rice period.

The balances of nitrogen, Na, K, P, Ca and Mg showed almost similar values between both period of experimental diets.

As K, P, Ca and Mg which intake increased in order to take brown rice decreased their absorption rate, but on the volume of absorption, K, P, Ca and Mg were similar. Na, K, Cl, P, Ca and Mg concentrations in the plasma were normal in both experimental periods.

---

\* 所在地：大阪市住吉区杉本 3-3-138 (〒558)

\*\* 所在地：大阪市阿倍野区旭町 1-4-54 (〒545)

食物繊維は成人病との関連などで近年注目をあびている。しかしその生理的作用については不明の点が多い。

筆者らは各種食品の含有する栄養素の消化吸収率に検討を加えて来た。精白米や胚芽精米についても検討した<sup>1)</sup>が、食物繊維に注目した。そこで玄米の栄養素の吸収率と精白米のそれとを比較し玄米の含む食物繊維の作用を検討したが、今回は主としてミネラルについて考察した。

## 実 験 方 法

健康な成人男子5名を被検者とした。年齢は $20.2 \pm 1.6$ 歳、身長 $168.8 \pm 6.9$ cm、体重は実験開始時 $55.8 \pm 8.3$ kg、終了時 $55.4 \pm 9.4$ kgであった。被検者には実験の主旨、方法を説明し了解を求めた。実験開始前に尿の一般臨床検査を実施し、被検者の健康を確認した。被検者は代謝室に居住させ、日常生活は正常に維持させた。体重は感度50gの台秤により毎日早朝空腹時に測定した。

実験は初め5日間調整食を与えた後、14日間玄米550gを含んだ玄米食、つづいて精白米600gを含んだ精白米食を14日間与えた。摂取タンパク質のレベルは他のタンパク性食品を加えて1.2g/kgとし、エネルギーは46kcal/kg、脂肪は総エネルギーの17%とした。食事の組成を表1に示した。

全実験期間を通じ24時間尿を採取した。ふんも全期間採取したが、炭末をマーカーとし、調整食期は全5日間を1期とし、実験食期はいずれも、5日、5日および4日の3期に分けた。成績は最後の4日の値で検討した。ふんは乾燥、粉碎後よく混合し、その一部を試料とした。

採血は調整食の初日、各実験食の初日と最終日の計5回行った。ヘパリン処理全血でヘマトクリット(毛細管遠心沈澱法)およびヘモグロビン(シアンメトヘモグロビン法)を測定した。ヘパリン処理全血より得た血漿で総タンパク質(ビウレット法)、アルブミン(BCG法)尿素(ウレアーゼインドフェノール法)等の濃度を測定し、さらに総コレステロール(酵素法によるcholesterol C-Test, Wako), HDL-コレステロール(ヘパリンマンガン結合沈澱法によるHDL-cholesterol-Test, Wako)の濃度を測定した。尿、ふんおよび食品中の総窒素はセミマイクロキールダール法で、尿中尿素はウレアーゼインドフェノール法で測定した。食品、ふんおよび尿中エネルギーは島津一燃研式自動ポンプ熱量計CA-3で測定した。食品およびふん中の脂質はホルチ抽出重量法で測定した。

食品、ふんおよび尿中のミネラルとして、Na, K, P, CaおよびMgを選び、Na, Kはイオン選択銀電極法、PはFiske-Subbarow法、CaはOCPC法、Mgは原子吸光法で測定した。血漿では別にClを銀電極法で測定した。

**Table 1.** Experimental diet  
(g per 60 kg body weight)

	Pre test diet White	Brown
Well milled rice	600	
Brown rice		550
Cucumber	80	80
Tomatoes	50	50
Head lettuce	30	30
Cabbage	50	50
Onion	100	100
Sweet pepper	10	10
Cheese	10	10
Egg	90	90
Chicken (sasami)	50	50
Skim milk	5	5
Soy sauce	5	5
Salt	5	5
Corn oil	20	20
Rice oil	9	
Sugar	9	20
Powdered starch syrup		64
Energy (kcal)	2761	2758
Protein	71	71
Lipid	50	50
DF (NDF)	10.3	35.3

White: Well milled rice diet

Brown: Brown rice diet

DF: Dietary fiber

食物繊維は NDF として測定した。

成績は student の t テストで差の有意性を検討し、平均値と共に標準偏差を示した。

## 結 果

図 1 にふん湿重量および乾重量を示した。表 1 に示す通り玄米食では精白米食に比べ約 3.5 倍の NDF が含まれていた。そのため精白米食では約 125 g/day であった湿重量は、玄米食で約 2 倍の 238 g/day にまで増加した。乾重量も、玄米食では精白米食の 27.8 g/day に対し、53.5 g/day と約 2 倍になった。

NDF の消化管内での分解量を図 2 に示した。食事中的 NDF 量は精白米食で 10 g/day であったがそのほとんどはふん中に排泄され、腸内で分解されたのは約 5% であった。一方玄米食では、NDF は食事中に 35 g/day 含まれていたが、ふん中には 19 g/day が排泄されたにすぎず、42% は消化管内で分解されていた。

血液性状は表 2 に示した。Ht, および Hb, 血漿タンパク質, アルブミン, 尿素濃度は,

平均値では玄米食でいずれもやゝ低値を示したが、精白米食と比べ推計学的には差を認めなかった。総コレステロールおよびHDL-コレステロール濃度にも同様の傾向がみられた。

表3に示す通り、窒素出納では玄米食でふん中窒素量は有意に高くなったが、吸収窒素量および尿中窒素量は有意に低くなり、その結果窒素出納量は精白米食で $-8 \text{ mg N/kg/day}$ に比べ玄米食では $-4 \text{ mg N/kg/day}$ とほとんど等しくいずれもゼロに近く、差を認めなかった。

血漿中のミネラル濃度は表4のように、Na, K, Cl, P, CaおよびMgのいずれも正常値を示し、両実験食で有意な差を認めなかった。

各栄養素の吸収率を図3に示した。エネルギー、窒素および脂質の吸収率はいずれも玄米食で有意に低値を示した。各ミネラルの吸収率にも同様の傾向がみられたが、とくにKとPでは玄米食で有意に低下した。

ミネラルの出納を窒素出納と共に表5にまとめた。玄米は一般に精白米に比べてミネラルの含量が多く、摂取量は玄米食では精白米食に比べ、Pで約2倍、Mgでは約3.5倍となった。Kは約1.35倍、Caは1.1倍である。しかしNaと窒素の摂取量には両実験食でほとんど差を認めない。一方吸収量はNa, Kともに差を認めなかった。PやMgは、摂取量に大きな差があったが、吸収量を見ると、その差は非常に小さくなっている。Caの吸収量は玄米食でかえって少くなる傾向を示した。これらのミネラルの出納値は、いずれも標準偏差が大きく、両実験食の間に有意な差を認めなかった。

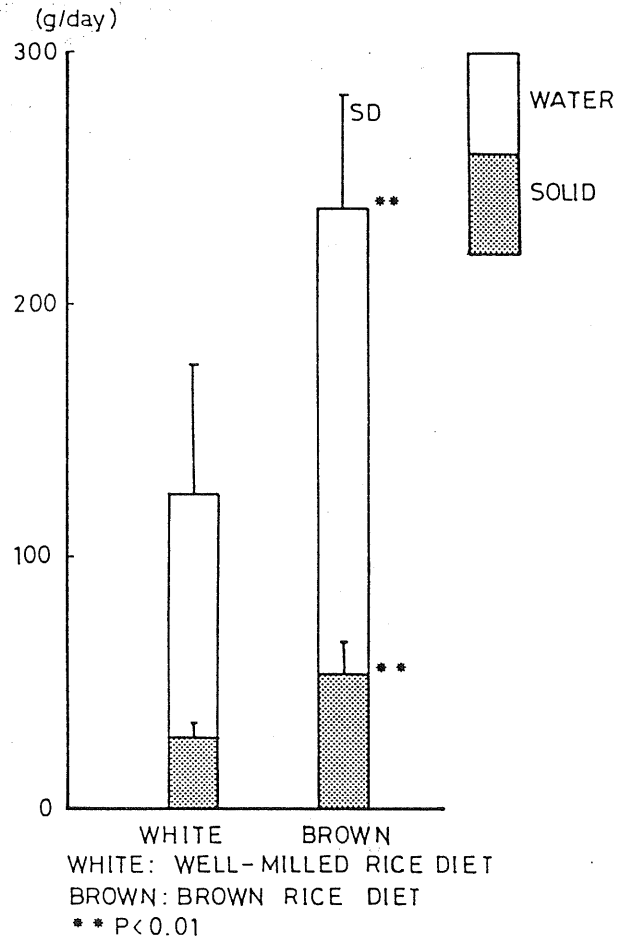


Fig. 1. Fecal weight

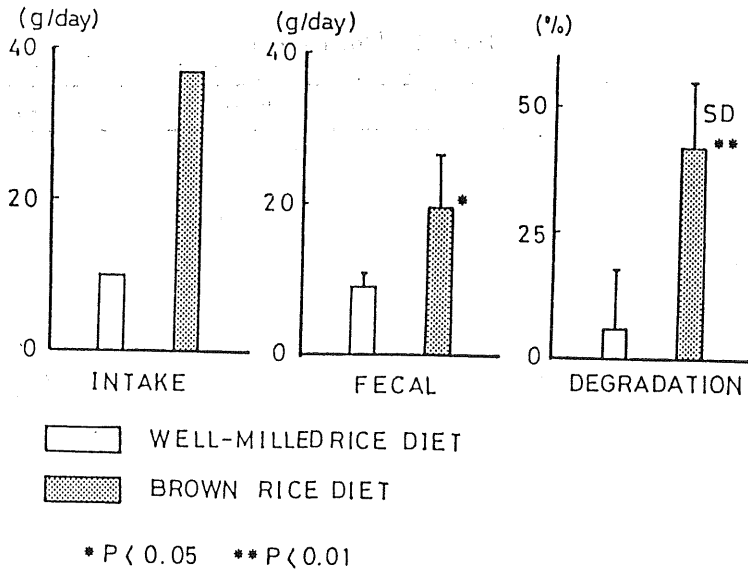


Fig. 2. Intake, fecal excretion and intestinal degradation of NDF

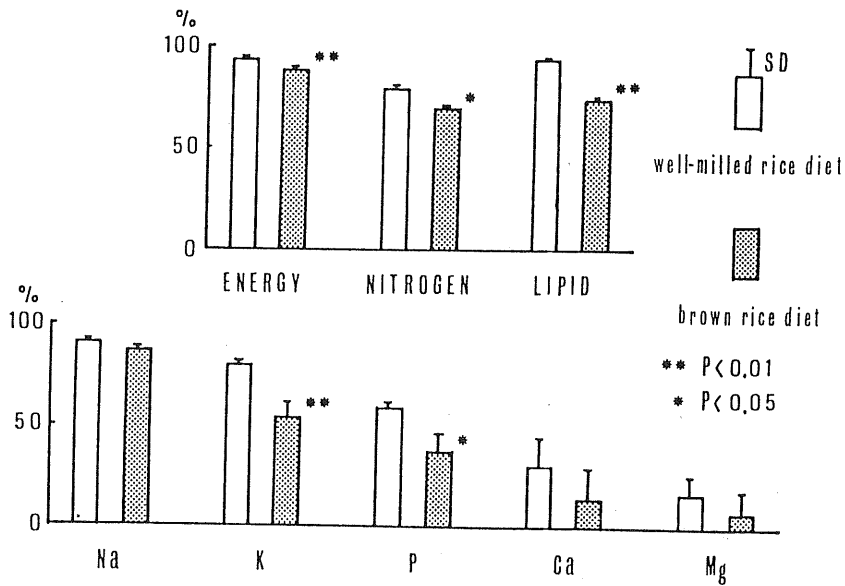


Fig. 3. Intestinal absorption rate

Table 2. Blood status

		White	Brown
Ht	%	44.4 ± 2.8	42.1 ± 2.5
Hb	g/dl	14.9 ± 1.0	14.5 ± 1.1
Protein	g/dl	6.63 ± 0.40	6.50 ± 0.15
Albumin	g/dl	4.68 ± 0.15	4.56 ± 0.10
Urea	mgN/dl	12.3 ± 1.8	11.5 ± 1.4
Total cholesterol	mg/dl	136 ± 39	126 ± 30
HDL-cholesterol	mg/dl	34.5 ± 3.2	31.8 ± 4.9

White: Well-milled rice diet

Brown: Brown rice diet

Table 3. Nitrogen balance  
(mgN/kg/day)

	White	Brown
N intake	177	166
Fecal N	36 ± 2	46 ± 3 **
Absorbed N	141 ± 2	120 ± 3 **
Urinary N	150 ± 7	124 ± 10**
N-balance	-8 ± 6	-4 ± 8

White: Well-milled rice diet

Brown: Brown rice diet

\*\* p < 0.01

Table 4. Concentration of minerals in plasma

	Na (mEq/l)	K (mEq/l)	Cl (mEq/l)	P (mg/dl)	Ca (mEq/l)	Mg (mEq/l)
White	141	4.44	104	3.62	4.08	1.69
Brown	141	4.60	104	3.68	4.04	1.68

White: Well-milled rice diet

Brown: Brown rice diet

Table 5. Mineral and nitrogen balance  
(per day)

		Intake	Absorption	Urine	Balance
Na (mEq)	W	107 ± 17	97 ± 13	109 ± 16	-12 ± 11
	B	107 ± 16	92 ± 12	96 ± 14	-4 ± 8
K (mEq)	W	50.4 ± 5.1**	40.4 ± 3.1	25.6 ± 3.5	+14.8 ± 4.2
	B	68.4 ± 7.6	40.8 ± 5.4	31.7 ± 4.9	+9.2 ± 4.9
P (mg)	W	1066 ± 153**	625 ± 86	687 ± 82	-61 ± 22
	B	1913 ± 274	705 ± 170	756 ± 49	-50 ± 140
Ca (mEq)	W	26.8 ± 1.7	8.1 ± 8.5	5.1 ± 0.5**	+3.0 ± 3.5
	B	29.4 ± 2.0	4.1 ± 4.4	3.3 ± 0.5	+0.8 ± 4.8
Mg (mEq)	W	17.1 ± 2.3**	2.9 ± 1.5	6.9 ± 1.0	-4.0 ± 0.9
	B	49.2 ± 7.1	3.6 ± 5.8	6.5 ± 1.2	-2.9 ± 4.9
Nitrogen (gN)	W	9.91 ± 1.61	7.88 ± 1.25	8.34 ± 1.09*	-0.38 ± 0.19
	B	9.27 ± 1.42	6.74 ± 1.00	6.89 ± 0.70	-0.02 ± 0.27

W: Well milled rice diet

B: Brown rice diet

\*\* p &lt; 0.01      \* p &lt; 0.05

## 考 察

精白米や玄米など米の消化吸収の実験は、日本人を被検者とし、すでに半世紀以上前に行われている。<sup>2-4)</sup> また精白米と胚芽精米については近年消化吸収実験が行われた。<sup>1,5)</sup> しかしこれらの実験は主としてエネルギー、タンパク質および脂肪に関して行われ、ミネラルについては触れられていない。その他、玄米食とヒトのコレステロール代謝との関係<sup>6)</sup> ラットのグルコース、脂質代謝との関係<sup>7)</sup> をみた研究などがあるが、ミネラルに対する影響をヒトについて研究したものはほとんどみられない。

今回の実験では、Na、K、P、CaおよびMgのいずれも出納では精白米と玄米とで有意な差を認めず、また血漿中の濃度ではClも、ともに差は認められなかった。Kelsayら<sup>8,9)</sup>は果物と野菜より食物繊維を多く摂取すると、PやFeの出納には影響しないが、CaやMgの出納は負になると述べている。しかしCullumbineら<sup>10)</sup>はヒトが18週間玄米食を続けた場合、CaとMgとが体内に蓄積されたという。一方 van Dokkumら<sup>11)</sup>はパンの食物繊維とミネラル代謝の関係を調べ、ミネラル出納には影響を示さないが、パンの食物繊維を増加させるとこれに伴いミネラルの摂取量が増加し、この時ふん中の排泄が増してミネラルの吸収率に影響を与えると述べ

ている。今回の実験でも P, K および Mg の摂取量は玄米食で大きくなったが、これらの吸収率は玄米食で低く、その結果吸収量は両実験食でほぼ等しくなった。尿中排泄量は吸収量をほぼ反映し、出納にも差を認めなかったものと考えられる。

## 要 約

成人男子 (19~23 歳) 5 名を対象とし、玄米 1 日 550 g と精白米 1 日 600 g を各 2 週間与えた。他の食品を加え、タンパク質レベルを 1 日 1.2 g/kg, エネルギーは 46 kcal/kg とした。その結果、

ふん湿重量および乾重量は玄米食で約 2 倍となった。

エネルギー、タンパク質および脂肪の吸収率は玄米食で低値を示した。

窒素出納値をはじめ Na, K, P, Ca および Mg の出納値には玄米食と精白米食とに差を認めなかった。たゞ、玄米食摂取のために増加した K, P, Ca および Mg では、これらの吸収率は低下し、その結果吸収量は K, P および Mg でほぼ等しくなり、Ca は玄米食でかえって減少傾向を示した。血漿中の Na, K, Cl, P, Ca および Mg の濃度は正常値で、玄米食と精白米食で差を認めなかった。

## 文 献

1. 科学技術庁資源調査所 (1981) 資源調査会資料 第 92 号
2. 杉本好一 (1926) 栄養研究所報告 1, 1.
3. 杉本好一 (1926) 栄養研究所報告 1, 25.
4. 杉本好一, 樋口正規, 百枝 茂, 保田義正, 田中修三 (1926) 栄養研究所報告 1, 152.
5. 小池五郎, 金子佳代子, 小石秀夫, 奥田豊子 (1982) 栄養と食糧, 35, 409.
6. 鈴木雅子 (1982) 栄養と食糧, 35, 155.
7. MADAR, Z. (1983) Am. J. Clin. Nutr. 38, 388
8. KELSAY, J. L., K. M. BEHALL and E. S. PRATHER (1979) Am. J. Clin. Nutr. 32, 1876
9. KELSAY, J. L., R. A. JACOB and E. S. PRATHER (1979) Am. J. Clin. Nutr. 32, 2307
10. CULLUMBINE, H., V. BASNAYAKE, J. LEMOTTEE and T. W. WICKRAMANAYAKE (1950) Br. J. Nutr. 4, 101
11. van DOKKUM, W., A. WESSTRA and F. A. SCHIPPERS (1982) Br. J. Nutr. 47, 451