

原 著

経産ラットの尿中カルシウムの排泄におよぼす 飼料中のたんぱく質の質と量の影響

阿左美章治

平塚静子

Effect of Dietary Protein Quantity and its Quality on Urinary Calcium Excretion in Multiparous Rats

SHOJI AZAMI and SHIZUKO HIRATSUKA

緒 言

摂取たん白質の量および質の違いがカルシウム(以下Caと略す)の利用に影響を与えることは良く知られている。著者らは若齢雌ラットを用い飼料中のたん白質源としてカゼインおよび分離大豆たん白質の量および質の違いがCa等の利用、とくにCaの尿中排泄量にどのように影響するかについて報告¹⁾した。その結果、

- 1) 同種類のたん白質では飼料中たんぱく質が多いほどCaの尿中排泄量は増加する。
- 2) たん白質量が同じ場合には、カゼイン食群が分離大豆たん白質食群よりCa尿中排泄量を高める。
- 3) すべての群で加齢によりCaの尿中排泄量が高まるという結果を得た。

ところでヒトでは特に高齢者の女性において骨粗鬆症が多く発現することが良く知られておりその原因の一つとして栄養素の影響があげられている。骨の主成分であるCaの利用に摂取たん白質が関係あることから、たん白質の質と量とCaの関係、さらには加齢のおよぼす影響について明らかにする必要がある。

そこで今回は妊娠と出産をくり返し経験したラットを用いて摂取たん白質の質および量的違い、また加齢がCaの利用にどのような影響をおよぼすかを研究したので報告する。

実験方法

1. 実験動物および飼育条件

被験動物として生後5ヶ月令、体重210～230gの妊娠出産をくり返し経験したフィッシャー系経産ラット24匹を日本チャールスリバー(株)より購入しAIN-76精製飼料を一部改変した飼料(表1の20%カゼイン食)を与え1週間予備飼育した。その後、体重が平均化するように一群6匹の4群に分け表1に示した20%カゼイン食(C20と略す。以下同じ)、40%カゼイン食(C40)、20%分離大豆たん白質食(S20)および40%分離大豆たん白質食(S40)を与え16週間飼育した。ラットは個飼い6連のステンレス網製カゴを用い1日12時間点灯(午前7時～午後7時)の動物室で飼育した。飼育温度は $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ 、湿度は $65 \pm 5\%$ であった。午前10時～11時の間に給餌、給水(蒸留水)、飼料摂取量および体重測定その他の作業を行った。なお飼料中のCa、リン(以下Pと略す)は表2に示した。

2. 糞尿の採集および試料の処理方法

出納実験は実験飼料給与開始後、1、6、11および16週目にそれぞれ4日間実施した。出

Key words: ① Soy protein ② Urinary Calcium

表.1 飼料組成

(g/100g)

群	20%カゼイン食 (C 20)	40%カゼイン食 (C 40)	20%分離大豆 たんぱく質食 (S 20)	40%分離大豆 たんぱく質食 (S 40)
カゼイン	20.0	40.0	0	0
大豆たんぱく質 ¹⁾	0	0	20.0	40.0
DL-メチオニン	0.3	0.3	0.3	0.3
α -コーンスターチ	65.0	45.0	65.0	45.0
セルロースパウダー	5.0	5.0	5.0	5.0
大豆油	5.0	5.0	5.0	5.0
塩混合物 ²⁾	3.5	3.5	3.5	3.5
ビタミン混合物 ³⁾	1.0	1.0	1.0	1.0
重酒石酸コリン	0.2	0.2	0.2	0.2
	100.0	100.0	100.0	100.0

1) 分離大豆たんぱく質：フジプロ R (不二精油㈱)

2) AIN-76 塩類混合物

3) AIN-76 ビタミン混合物 } J. Nutr. 107, 1340 (1977)

表.2 飼料中の Ca, P 量 (mg/100g)

	C 20	C 40	S 20	S 40
Ca	429.8±2.5*	434.9±2.3	437.9±2.6	449.2±4.7
P	444.7±3.8	586.4±8.5	475.3±6.5	627.0±2.8

* 平均値±標準誤差

納実験期間中は代謝カゴにて糞尿を分離採集した。尿は 5N HCl 10ml を予め添加したビーカー中に採集したものを一定量に定容としたのち分析に供した。糞は 60°C で乾燥後粉末としたものをサンプルとして分析に供した。

3. 分析方法

飼料、糞および尿については一定量を混酸 (HNO₃ 24 容 : PCA 24 容 : H₂SO₄ 1 容) にて湿式分解し、230°C で乾固後 0.5N HCl で一定量に定容としたものを分析に供した。Ca の測定は原子吸光分析法⁹⁾、P は GOMORI 法⁴⁾ を

用いて定量した。

4. Ca 尿中排泄率

本文中の Ca 尿中の排泄率は尿中 Ca 排泄量/摂取 Ca 量×100 で求め、いわゆるみかけの尿中排泄率を示している。

5. 結果の統計処理

結果の比較は統計学的手法によった。すなわち、比較すべき数値の等分散性を検定の後、t 検定によって有意差を判定した。また、等分散性を示さなかったものについてはウェルチの t 検定によって有意差を判定した。なお危険率は 5% とした。

実験結果

1. 体重および飼料総摂取量

体重および飼料総摂取量を表 3 に示した。

体重は 1, 6, 11 および 16 週目とも群間に有意差は認められなかった。飼料総摂取量に

表.3 体重・飼料総摂取量

	1 週目体重	6 週目体重	11 週目体重	16 週目体重	飼料総摂取量
C 20	229.7±6.5 g*	235.2±4.6 g	239.0±5.2 g	244.3±3.0 g	1061.8±9.8 g
C 40	229.0±3.3	233.2±2.8	239.2±2.9	242.8±2.4	1049.8±15.4
S 20	242.8±4.9	243.3±4.5	248.5±3.8	246.7±4.7	1098.4±14.3
S 40	235.8±5.0	238.3±6.9	244.0±6.7	250.2±5.5	1071.5±24.6

* 平均値±標準誤差

においては C20, C40, S20 および S40 の群間に有意差は認められなかった。

2. Ca および P の摂取量

各群の出納期間中の Ca, P 摂取量を表 4 に示した。Ca の平均摂取量は S20 が 1 週目で高値を示した以外、差を認めなかった。P の平均摂取量は各群間で C20 が全期間を通して有意に低かった。また C40 は 1 週目に対し 16 週目が有意に高かった。

3. Ca の尿中排泄量および排泄率

Ca の尿中排泄量および排泄率を表 4, 図 1 に示した。

1) C40 はすべての期間で他に比べ有意に高値を示したが、他の群では差は認められなかった。

2) カゼイン食群では C40 が C20 に対し有意に高値を示した。分離大豆たん白質食群では差は認められなかった。

3) 加齢の影響についてみるとすべての群で 6 週目の排泄量が高値を示した。しかし他の週では差を認めなかった。

4. P の尿中排泄量および排泄率

P の尿中排泄量および排泄率を表 4, 図 1

に示した。

1) 20% たん白質食群ではいずれの週においても差は認められなかった。40% たん白質食群ではカゼイン食群が分離大豆たん白質食群に対していずれの週においても有意に高値を示した。

2) S20, C20 とともに S40, C40 にくらべいずれの週においても有意に低値を示した。

3) 加齢による P 排泄量は一定の傾向を示さなかった。

考 察

今回の実験では C40 における Ca の尿中排泄は出納実験期間中のいずれの週においても常に最高値を示し、若齢ラットを用いた前回の報告や北野⁶⁾, CALVO³⁾ らの報告と一致する。

ところで ZEMEL¹⁰⁾ らはヒトに含硫アミノ酸を添加した、低たん白質食を与えた時 Ca の尿中排泄量が増加したと報告している。しかし飼料にメチオニンを添加した今回と前回の実験においても S40 の Ca 排泄が増加しなかったことは Ca の尿中排泄に含硫アミノ酸

表.4 Ca, P の摂取量および尿中排泄量

週	群	Ca		P	
		摂取量 (mg)	尿中排泄量 (mg)	摂取量 (mg)	尿中排泄量 (mg)
1	C 20	42.36 ± 6.44 *	1.17 ± 0.26	43.84 ± 6.67	20.05 ± 2.77
	C 40	45.68 ± 3.62	2.63 ± 0.61	61.75 ± 4.90	37.27 ± 3.43
	S 20	66.60 ± 2.78	2.18 ± 0.21	72.23 ± 3.01	25.79 ± 1.14
	S 40	46.29 ± 7.57	1.25 ± 0.37	64.69 ± 10.58	27.08 ± 4.71
6	C 20	54.37 ± 3.41	3.17 ± 0.39	56.27 ± 3.53	24.33 ± 2.16
	C 40	55.41 ± 1.69	5.51 ± 0.43	74.90 ± 2.29	45.99 ± 1.72
	S 20	62.71 ± 2.79	3.16 ± 0.18	68.08 ± 3.04	25.79 ± 1.22
	S 40	59.56 ± 7.06	3.07 ± 0.44	79.43 ± 8.91	38.14 ± 4.10
11	C 20	56.34 ± 3.85	2.83 ± 0.50	58.31 ± 3.98	23.85 ± 2.09
	C 40	55.79 ± 2.25	4.87 ± 0.66	73.25 ± 3.28	42.68 ± 3.53
	S 20	60.02 ± 1.78	2.35 ± 0.10	65.10 ± 1.93	23.87 ± 0.69
	S 40	57.81 ± 2.96	2.62 ± 0.54	82.03 ± 4.60	37.18 ± 2.95
16	C 20	54.15 ± 4.35	2.13 ± 0.39	57.36 ± 3.91	22.29 ± 1.95
	C 40	58.45 ± 2.20	4.93 ± 0.54	78.43 ± 2.49	43.06 ± 2.54
	S 20	61.23 ± 4.96	2.43 ± 0.26	66.41 ± 5.38	23.76 ± 1.46
	S 40	62.78 ± 2.72	2.82 ± 0.25	87.75 ± 3.81	37.74 ± 1.90

* 平均値 ± 標準誤差

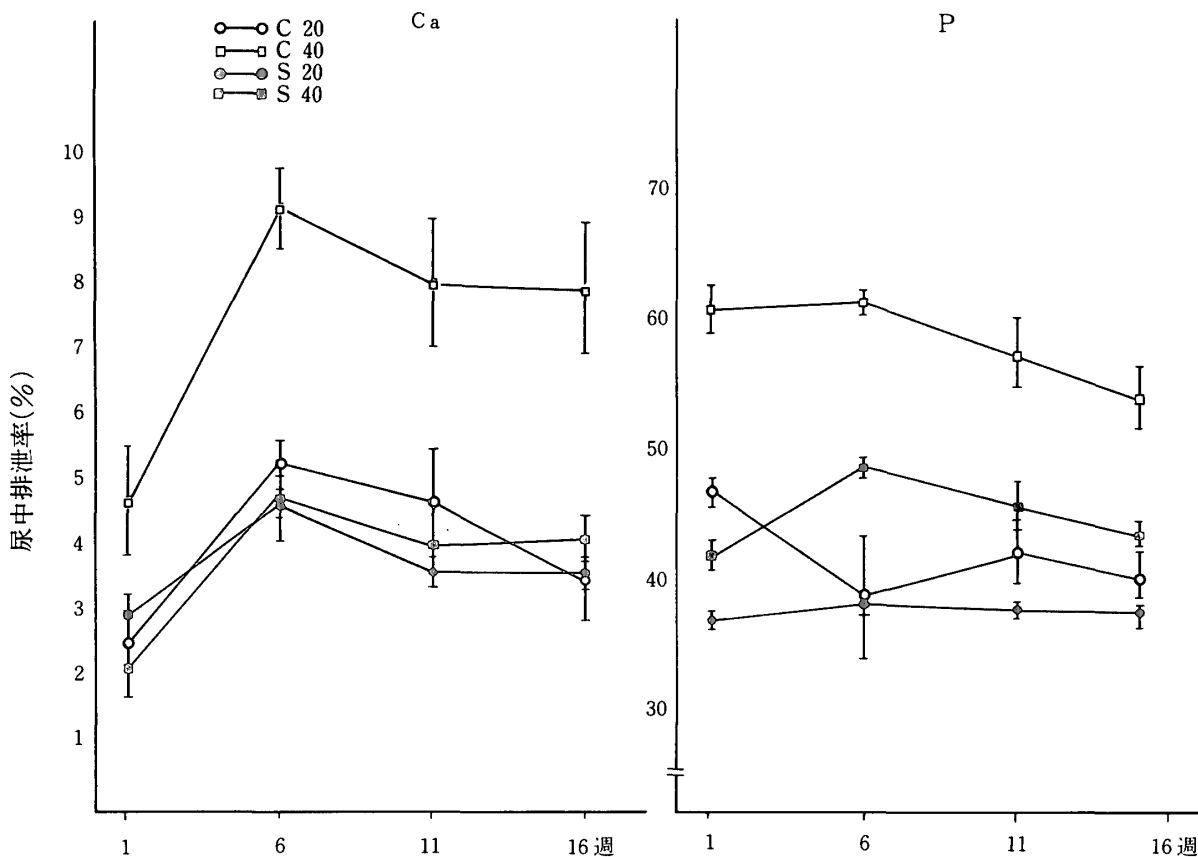


図1 Ca, Pの尿排泄率

含有量が大きく作用するだけでなくカゼインたん白質が何らかの影響を与えていることを示唆している。

すなわち高カゼイン飼料によるCaの尿中排泄増加の原因がメチオニン含有量だけでは説明しえないことを意味している。このことはSCHUETTE⁹⁾らのメチオニンだけではヒトの尿中Ca量を高められなかったという報告と一致する。

また、加齢についても高たん白質食を長期間に渡って摂取すると尿中Ca量は増加し、ついで減少をきたさず平衡状態に移行するというJOHNSON⁹⁾の報告とも一致する。

高たん白質食摂取による尿中Ca量の増加を示したLINKSWILER⁷⁾の結果はヒトを対象としたものであり、ラットの場合尿中Ca量は増加しないというBELL²⁾らの報告もあることからこれらの関係をさらに追求することが今後の高たん白質食と高Ca尿の関係を明らかにする手段として有効であると考えられる。

要 約

生後5ヶ月令のフィッシャー系経産ラットに20%および40%のたん白質含有飼料(たん白質源としてはカゼイン、分離大豆たん白質の2種類)をそれぞれ給与して1, 6, 11, 16週目のCa等の尿中排泄を観察した結果、次のことが明らかとなった。

1. C40は出納実験を実施したいずれの週においても最高の尿中Ca量、排泄率値を示した。これは若齢ラットの場合と同じであった。
2. 分離大豆たん白質食群では若齢ラットの場合と異なりたん白質含有量の違いによるCa尿中排泄量に有意差は認められなかった。
3. 加齢に伴うCa排泄率は若齢ラットと異なり増加傾向は認められなかった。

以上のことは閉経後の女性を対象にした実験によってさらに研究をつづける価値のあることを示している。

終りに本研究を行なうにあたり御指導を賜

りました国立栄養研究所江指隆年博士，および御助言くださった北野隆雄修士に深く謝意を表します。

文 献

- 1) 阿左美章治, 平塚静子: 聖徳栄養短期大学紀要, **13**, 21 ~ 25 (1982).
- 2) BELL, R. R. et al: J. Nutr., **107**, 42 (1977)
- 3) CALVO, M. S., BELL, R. R., and FORBES, R. M.: J. Nutr., **112**, 1401 ~ 1413 (1982)
- 4) GOMORI, G.: J. Lab. Clin. Med., **27**, 955 (1942)
- 5) JOHNSON, N. E., ALCANTARA, E. N., and LINKSWILER, H. M.: J. Nutr., **100**, 1425 (1970)
- 6) 北野隆雄他: 第37回日本栄養食糧学会講演要旨集, **45** (1982)
- 7) LINKSWILER, H. M.: J. Nutr., **104**, 695 (1974)
- 8) SCHUETTE, S. S. et al: J. Nutr., **111**, 2106 (1981)
- 9) 武内次夫, 鈴木正己: 原子吸光分光分析, 改稿第一版, (南江堂), 101 (1978)
- 10) ZEMEL, M. B. et al: J. Nutr., **111**, 545 (1981)