

## 幼若期ラットの腎臓に及ぼす飼料中カルシウム量 とリン量の影響

平塚静子、阿左美章治

### Effects of Dietary Calcium and Phosphorus on Kidney in Young Female Rats.

SHIZUKO HIRATSUKA and SHOJI AZAMI

Kidney calcium contents and the calcium balance were studied in young female F344 rats, using a combination of calcium and phosphorus at each levels. Enlargement and pathological findings of the kidney were also observed.

The results were as follows:

- 1) An increase in phosphorus intake alone caused a decrease in urinary calcium excretion.
- 2) A high phosphorus intake caused a significant increase in kidney weight.
- 3) A low calcium or a high phosphorus intake caused a significant increase in kidney weight and calcium content.
- 4) Pathological examination revealed that calcification and degeneration had occurred in the distal parts of renal tubule according to low calcium or high phosphorus intake.

These results indicate that dietary mineral levels may have influence on calcium metabolism of the kidney.

高タンパク質摂取が尿中のカルシウム（以下Caと略）排泄量を増加させることについてはヒト<sup>1)</sup>やラット<sup>2)3)</sup>をもちいた実験によって明らかとなっている。

著者らも発育期の雌ラット<sup>4)</sup>および経産ラット<sup>5)</sup>にカゼインまたは分離大豆タンパク質を与え、飼料のタンパク質レベルやその質的違いがラットの加齢や妊娠および出産を経験するなど生体の状態が異なる時のCa尿中排泄量について検討した。その結果、Caの尿中排泄量は摂取タンパク質の増加、とりわけカゼイン食でその増加が著しく、加齢に伴ってその増加がいっそう上昇することが明らかとなっ

た。また、高タンパク質摂取で腎臓が肥大することも確認した。

ところで、高タンパク質摂取によるCaの尿中への排泄増加を抑制する手段として高リン<sup>6)7)</sup>（以下Pと略）摂取が有効とされており日常の食生活での摂取タンパク質増加に伴うPの摂取増加はCaの利用については問題ないとされている。しかし、平成3年の国民栄養調査<sup>8)</sup>に見られるようにCaの摂取量は依然として不十分であり、さらにタンパク質やPの摂取量の増加が指摘される現在、Caの利用に関してはこれら三者から検討する必要がある。

**Key words** : calcium balance, dietary phosphorus, kidney, calcification.

そこで著者らは高タンパク質摂取時の摂取Ca量とP量を変えた場合のCa出納とCaの尿中排泄に影響を及ぼす腎臓について検討したので報告する。

## 実験方法

### 1. 実験動物

実験動物として生後4週齢、体重約70gのフィッシャー系雌ラット24匹を日本チャールスリバー社(株)より購入し、AIN-76精製飼料を一部改変した20%カゼイン食(C-20と略)にて1週間予備飼育した後、各群の体重がほぼ等しくなるように1群6匹ずつの4群にわけ、14週間の実験をおこなった。

### 2. 実験飼料

実験に用いた飼料4種類の組成を、table 1に示した。飼料はタンパク質源をミルクカゼイン(オリエンタル酵母(株))とし、その含有量を各群とも40%とし、また飼料中のCa量およびP量は次のように調製した。すなわちC-20(Ca 0.52%、P 0.40%)と同量のCa、Pを含む飼料NN(Ca 0.52%、P 0.40%、Ca/P=1.30)、C-20のCa量を1/2量にした飼料LN(Ca 0.26%、P 0.40%、Ca/P=0.65)、C-20のP量を2倍量にした飼料N2N(Ca 0.52%、P 0.80%、Ca/P=0.65)、C-20のCa量を1/2量、P量を2倍量にした飼料L2N(Ca 0.26%、P 0.80%、Ca/P=0.33)の4種類を用意した。

### 3. 飼育条件

ラットは6連の個飼いステンレス網製のカゴを使用し1日12時間明暗(午前7時~午後7時)、飼育温度 $23 \pm 1^\circ\text{C}$ 、湿度 $50 \pm 5\%$ の動物室で飼育した。午前10時~12時の間に給餌、給水(脱イオン水)、飼料摂取量および体重測定等の作業をおこなった。

### 4. 出納実験

出納実験は実験飼料給与開始1週目と14週目をそれぞれI期とII期とし各々連続して5日間の2回実施した。出納実験期には代謝ケージを使用し飼料はカルミンをマーカーに用い糞尿を分離採取した。糞尿は毎日採取し、糞

table 1 Composition of experimental diets(g/100g)

Ingredients	Diets			
	NN	LN	N2N	L2N
Casein	40.0	40.0	40.0	40.0
$\alpha$ -Corn starch	43.3	43.9	42.4	42.8
Soy bean oil	5.0	5.0	5.0	5.0
Cellulose powder	5.0	5.0	5.0	5.0
Mineral mixture <sup>1)</sup>	3.5	3.5	3.5	3.5
Vitamin mixture <sup>2)</sup>	1.0	1.0	1.0	1.0
Choline bitartrate	0.2	0.2	0.2	0.2
DL-methionine	0.3	0.3	0.3	0.3
CaCO <sub>3</sub>	0.97	0.33	0.33	0.65
Ca(H <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> · 2H <sub>2</sub> O	0.70	0.70	2.22	—
NaH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub> · 2H <sub>2</sub> O	—	—	—	1.48
MgO	0.08	0.08	0.08	0.06
Total	100.0	100.0	100.0	100.0
Calcium	0.52	0.26	0.52	0.26
Phosphorus	0.40	0.40	0.80	0.80
Ca/P	1.30	0.65	0.65	0.33

1) According to AIN-76 Mineral mixture(J. Nutr. 107. 1340. (1977)), but CaHPO<sub>4</sub> and MgO was excepted.

2) AIN-76 Vitamin mixture(J. Nutr. 107. 1340. (1977)).

については乾燥機を用い恒量になるまで乾燥したのち重量を測定し、ついで粉末とした。尿は5N塩酸10mlを予め添加したビーカーに採取し、脱イオン水で一定容としたのちそれぞれサンプルとした。

### 5. 分析試料の調製と分析方法

出納実験終了後エーテル麻酔下、心臓採血により屠殺し、腎臓及び大腿骨を摘出した。各臓器は摘出した後、重量測定を行い、右の腎臓と右の大腿骨についてはミネラル量を測定した。

分析に供する飼料、糞、尿、腎臓、大腿骨の処理および分析は前報<sup>4)5)</sup>の方法に準じておこなった。

### 6. 腎臓組織標本の作成

10%中性ホルマリン固定を施した左腎臓はパラフィン包埋切片とし、ヘマトキシリン・エオシン染色をした後、病理組織学的観察を行った。

## 7. 統計処理<sup>9)</sup>

結果は、比較すべき数値の等分散性を検定後、t検定によって有意差を判定した。等分散性を示さなかったものについては、ウエルチのt検定によって有意差を判定した。危険率は5%とした。

## 8. 計算法

出納実験におけるCaとPの吸収量、尿中排泄量および体内保留量は

$$\text{吸収量} = \text{摂取量} - \text{糞中排泄量}$$

体内保留量 = 吸収量 - 尿中排泄量 で算出した。また吸収率、尿中排泄率および体内保留率は摂取量に対する百分率で求め見かけの値として示し、各群間の差を検定した。

## 結 果

飼料摂取量が高値を示すLN、L2N群においてNN、N2N群以上の体重増加が認められた。

### 1. Ca出納

Ca出納結果をtable 2に示した。

I期のCaの吸収率は低Ca群であるLN、L2NがNN、N2Nに対して有意に高値を示した。

II期においてもLN、L2Nの吸収率はI期と同様に高値を示した。しかし、II期の吸収率はI期の値より各群ともおよそ30%低下した結果であった。

I期の尿中排泄率は、NN (0.9±0.1%) = N2N (0.9±0.1%) < L2N (1.3±0.1%) = LN (1.4±0.1%) の関係に有りNN、N2Nの尿中排泄はL2N、LNに対して有意に低値を示す結果であった。II期においてはN2N (1.0±0.1%) < L2N (1.7±0.2%) = NN (1.8±0.2%) = LN (2.5±0.3%) の関係を示しN2Nが最も低値を示した。またI期のNN、LN、L2Nの尿中排泄率はII期において増加した。しかし、N2Nについては増加しなかった。Caを1/2量にした低Ca食のLN、L2Nの体内保留率は吸収率が高値を示すことにより高まる結果であった。LN、L2Nの出納結果はマイナスにはならなかったものの保留の絶対量そのものはNN、N2Nより低値を示すことから低Ca食の影響が認められた。

### 2. P出納

P出納結果をtable 3に示した。

Pの摂取量とCaの摂取量を変えた場合P

table 2 Calcium balance

Group	Intake (mg/day)	Absorption (%)	Urinary excretion (%)	Retention (%)	
I	NN	95.0±2.8	73.3±1.2 <sup>*ab</sup> (69.5±1.8)	0.9±0.1 <sup>gh</sup> (0.9±0.1)	72.4±1.3 <sup>no</sup> (68.7±1.8)
	LN	59.6±1.1	89.4±0.5 <sup>bd</sup> (53.3±1.0)	1.4±0.1 <sup>gi</sup> (0.8±0.1)	88.0±0.5 <sup>na</sup> (52.5±1.0)
	N2N	105.0±4.6	74.6±0.6 <sup>cd</sup> (78.2±3.0)	0.9±0.1 <sup>ij</sup> (1.0±0.1)	73.7±0.6 <sup>pa</sup> (77.2±2.9)
	L2N	62.9±1.1	88.7±0.6 <sup>ac</sup> (55.8±0.9)	1.3±0.1 <sup>hj</sup> (0.8±0.1)	87.4±0.6 <sup>oa</sup> (55.0±0.9)
II	NN	77.0±1.4	43.1±1.5 <sup>ef</sup> (33.2±1.2)	1.8±0.2 <sup>l</sup> (1.4±0.1)	41.3±1.5 <sup>rs</sup> (31.8±1.1)
	LN	43.5±1.8	54.3±2.5 <sup>e</sup> (23.5±0.9)	2.5±0.3 <sup>k</sup> (1.1±0.2)	51.7±2.7 <sup>r</sup> (22.4±0.9)
	N2N	75.2±3.6	45.3±3.4 (33.7±1.7)	1.0±0.1 <sup>klm</sup> (0.8±0.1)	44.3±3.4 (32.9±1.6)
	L2N	47.5±1.2	50.2±2.3 <sup>f</sup> (23.9±1.3)	1.7±0.2 <sup>m</sup> (0.8±0.1)	48.5±2.3 <sup>s</sup> (23.1±1.2)

\* : M±SE ; n=6. ( ) : Average value of the absolute quantity. Matching superscript letters denote significant difference (p<0.05).

の吸収率はNN<N2N<LN=L2Nの関係にあった。P摂取量の増加はPの吸収率を増加させ、さらにPの増加と同時にCa量を減じるとPの吸収が一層高まる結果であった。Pの尿中排泄率はI期、II期でNN<N2N=LN<L2N、NN<N2N=LN=L2Nの関係にありPの吸収と同じ傾向を示した。このことからPの吸収や尿中排泄には摂取Ca量が影響を及ぼすことがあらためて認められた。

### 3. 腎臓重量とCa量

腎臓の重量とCa量、P量をtable 4に示した。

腎臓の重量はNNで676±18mg、LNで737±22mg、N2Nで763±21mg、L2Nで797±26mgであった。飼料中のP量を増加させたN2NとL2NはNNに対して有意に重くなっていた。腎臓重量を体重100g当りに換算した場合、NN(359±5mg)=LN(373±11mg)<L2N(409±6mg)<N2N(436±5mg)であった。特にN2Nの腎臓重量はL2Nに対しても有意に重く4群中最も重い腎臓重量を示した。

腎臓中のCa量は総量および腎臓1g当りともNN<LN<N2N<L2Nの関係にあった。

摂取するPが同量のNNとLN、N2NとL2Nの場合はCaを1/2量としたCa/Pが小さい群ほどCa量が高値を示した。

腎臓のP量についてみると総量、腎臓1g当りP量ともCaと同じ傾向を示した。

### 4. 腎臓の形態観察

Caの沈着は尿細管に認められたが、Caが沈着している尿細管の数と腎臓の組織変性箇所およびその変性程度について観察し、その結果をtable 5に示した。表中のCa沈着Deposit of Caの数値は腎臓の長径切片上に認められたCa沈着した尿細管の数を示している。Ca沈着が認められた尿細管の数はNNで180~320、LNで160~350、N2Nで300~600、L2Nで600~1000であった。Caが沈着した尿細管の数は飼料中のP量の増加で多く認められた。腎臓の組織変性は皮質部よりも髄質部の髄質外層Outer stripe、髄質内層Inner stripeを中心に認められた。変性は主に上皮細胞の剝離、尿細管の拡張等であったが繊維化は認められなかった。

### 5. 大腿骨の重量とCa量およびP量

大腿骨の重量とCa量を尿中Ca排泄との関

table 3 Phosphorous balance

	Group	Intake (mg/day)	Absorption (%)	Urinary excretion (%)	Retention (%)
I	N N	74.7±2.2	82.9±0.8 <sup>※abc</sup> (61.9±1.7)	18.1±1.5 <sup>klm</sup> (13.5±1.1)	64.8±1.7 <sup>r</sup> (48.4±1.9)
	L N	88.0±1.6	95.6±0.3 <sup>bd</sup> (84.2±1.5)	32.0±2.2 <sup>l</sup> (28.1±1.9)	63.6±2.2 (56.1±2.7)
	N2N	153.4±6.7	89.4±0.3 <sup>abe</sup> (137.1±5.7)	30.7±2.6 <sup>mn</sup> (47.4±5.2)	58.8±2.9 (89.7±4.1)
	L2N	108.7±1.9	96.1±0.2 <sup>ce</sup> (104.5±1.7)	38.2±1.4 <sup>kn</sup> (41.6±1.8)	57.9±1.5 <sup>r</sup> (63.0±1.7)
II	N N	59.7±1.1	72.9±0.6 <sup>fgh</sup> (43.5±0.8)	30.0±0.6 <sup>opq</sup> (17.9±0.3)	42.9±1.1 (25.6±0.9)
	L N	61.5±2.5	88.4±0.7 <sup>gi</sup> (54.4±1.9)	44.7±1.2 <sup>p</sup> (27.7±1.7)	43.7±1.8 (26.7±0.8)
	N2N	107.6±5.2	82.3±1.1 <sup>fi</sup> (88.4±3.6)	42.1±2.8 <sup>q</sup> (46.1±4.3)	39.8±3.6 (42.3±3.0)
	L2N	78.8±2.0	88.4±0.5 <sup>hj</sup> (69.7±1.9)	46.0±1.6 <sup>o</sup> (36.2±1.5)	42.5±1.8 (33.5±1.7)

\* : M±SE ; n=6, ( ) : Average value of the absolute quantity.  
Matching superscript letters denote significant difference (p<0.05).

**table 4 Kindney weight and mineral content**

	NN	LN	N2N	L2N
Wet wt. (mg)	676±18 <sup>※ab</sup>	737±22 <sup>c</sup>	763±21 <sup>b</sup>	797±26 <sup>ac</sup>
wt. mg/100g body	359±5 <sup>de</sup>	373±11 <sup>fg</sup>	436±5 <sup>dfh</sup>	409±6 <sup>egh</sup>
Ca whole (mg)	1.67±0.16 <sup>abc</sup>	3.15±0.23 <sup>ade</sup>	4.65±0.58 <sup>bdf</sup>	8.67±0.83 <sup>cef</sup>
mg/tissue 1g	2.46±0.19 <sup>ghi</sup>	4.26±0.21 <sup>gik</sup>	6.03±0.61 <sup>hjl</sup>	10.78±0.79 <sup>ikl</sup>
P whole (mg)	2.23±0.08 <sup>abc</sup>	2.93±0.10 <sup>ade</sup>	3.72±0.23 <sup>bd</sup>	5.70±0.79 <sup>ce</sup>
mg/tissue 1g	3.30±0.10 <sup>fgh</sup>	3.98±0.07 <sup>fij</sup>	4.85±0.17 <sup>gik</sup>	7.10±0.90 <sup>hjk</sup>

\* : M±SE ; n=6. Matching superscript letters denote significant difference (p<0.05).

**table 5 Pathological findings of kidney**

Group	Deposit of Ca	Cortex		Medulla			Cell zone infiltration	Fibrosis
		Glomerulus	Pro. tub. Dis. tub.	Outer st.	Inner st.	Inner zone		
NN	180~ 320	-	±	++	+	-	-	-
LN	160~ 350	-	±	++	+	±	-	-
N2N	300~ 600	-	+	+++	+	±	-	-
L2N	600~1000	-	+	++++	++	-	-	-

- (Normal), ±, +, ++, +++, and +++++ Magnitude of Abnormarity.

Pro. tub. : proximal tubule. Dis. tub. : distal tubule. Outer st. : outer stripe. Inner st. : inner stripe.

**table 6 Femur weight and mineral content**

	NN	LN	N2N	L2N
Fresh wt. (mg)	461±7 <sup>※</sup>	443±22	433±6	469±8
Dry fat-free wt. (mg)	317±6	306±3	305±4	315±6
DFF wt. (mg)/100g body wt.	169±3 <sup>a</sup>	155±3 <sup>ab</sup>	175±3 <sup>bc</sup>	162±3 <sup>c</sup>
Ca total (mg)	83.3±2.1	81.3±0.8	79.6±1.1	81.4±1.4
mg/DFF wt. 1g	263.1±5.8	265.6±1.7	260.8±1.9	258.0±2.2
P total (mg)	31.8±1.2	32.2±1.3	32.2±1.3	32.7±2.4
mg/DFF wt. 1g	100.4±1.3	105.2±1.1	105.4±0.7	103.6±1.7

\* : M±SE ; n=6. Matching superscript letters denote significant difference (p<0.05).

DFF wt. : dry fat-free weight.

連で調べ、その結果をtable 6 に示した。

脱脂大腿骨重量は4群間に差を認めなかった。しかし体重100g当りの脱脂大腿骨重量は、LN、L2Nに対してN2Nが重かった。Ca量とP量については4群間に差は認めなかった。脱脂大腿骨1g当りのCa量とP量については一定の傾向を認めなかった。

## 考 察

タンパク質の多量摂取がCaの尿中排泄量を増加させることは報告<sup>10)11)</sup>されており、著者らも摂取タンパク質の量および質の違いがCa排泄量に及ぼす影響を成長期ラットや経産ラットを用いて明らかにしてきた。本実験においては高タンパク質摂取によって惹起されるCaの尿中排泄量の増加と、腎臓の肥大に及ぼす影響を摂取するP量およびCa量の違い(Ca/P)から検討した。

I期のCaの吸収率は低Ca食のLN、L2Nでそれぞれ $89.4 \pm 0.5\%$ 、 $88.7 \pm 0.6\%$ でありII期においても $54.3 \pm 2.5\%$ 、 $50.2 \pm 2.3\%$ を示し標準量Ca食のNNより高い吸収率を示した。幼若ラットを用いた実験では摂取P量の増加がCaの吸収や体内保留に影響を与えるとする報告はSpencer<sup>12)</sup>の他にいくつかあり<sup>13)14)</sup>これに対して、何等影響を与えないと言う報告もある<sup>15)16)</sup>。

本実験で認められた低Ca食摂取時の高いCaの吸収率については沢村<sup>17)</sup>らも報告している。しかし、LN、L2Nの吸収の絶対量はいずれもNN、N2Nを下回る値であった。I、II期においてCa/Pが同じ0.65を示すLN、N2N群においては吸収率が $N2N < LN$ の関係にあった。このことからCaの吸収率はCaの低い摂取量に影響されることが改めて示された。

尿中排泄率についてみるとI期では $NN = N2N$ の関係にありP量を増加させた場合のCaの尿への排泄抑制は認められなかった。このことは低Ca食のLNとL2Nとの間でも同様であった。II期においてはNNの $1.8 \pm 0.2\%$ からN2Nの $1.0 \pm 0.1\%$ の関係にありP摂取量の増加による尿中Ca排泄に抑制が認められ

た。LNとL2Nの間においても同様に $2.5 \pm 0.3\%$ から $1.7 \pm 0.2\%$ にCa排泄が低下した。

N2Nの尿中Ca排泄率はI期、II期ともほぼ同じ値であり他の3群がII期において上昇するのは異なる結果であった。このように高P食であるN2Nの尿中排泄率はII期において明らかにその増加が抑制された結果であった。しかし、低Ca高P食のL2Nの尿中排泄率はNNと変わらなかった。L2Nのような低Ca食の場合、Pによる尿中Ca排泄抑制が発現しないことは体内にCaを十分に保持しようとする現象とも考えられる。

I期のN2Nの尿中Ca排泄にはPの排泄抑制効果が見られないが、その詳細については不明である。しかしながら、高タンパク質摂取に伴う腎臓機能に対する負担の増大がPのCa排泄抑制効果を低下させている原因の一つとも考えられる。

P出納についてみると種々の報告がある。秋元<sup>18)</sup>はPの摂取量の増加は吸収量と、尿中排泄量を高め体内保留量を低下させるとしている。北野<sup>13)</sup>らは吸収率を高め、尿中排泄を低下させ、保留率は高まるとしている。今回の実験でのPの吸収率は高P食や低Ca食のいずれでも増加した。また、低Ca高P食の場合にPの吸収率はさらに増加した。Pの尿中排泄率はPの吸収率と同様、低Ca食で高値を示す結果であった。このようにPの吸収率と尿中排泄率はCa/PだけでなくCa量とP量の両方の影響を受ける結果であった。

一方、腎臓は40%の高タンパク質摂取で重く大きくなる(肥大化)ことはこれまでの実験からも明らかである。このほかに腎臓の肥大化は摂取P量を増加した場合に尿中Caの排泄量の低下とともに認められる。

この腎臓の肥大化と尿中Ca排泄増加はRuggiu<sup>20)</sup>らによれば高タンパク質摂取による糸球体濾過値の高まりによるものであり、Brenner<sup>21)</sup>らは糸球体内圧の上昇に対応するものであると報告している。すなわちこのことが糸球体からボーマン嚢へ濾過された原尿中のCaの再吸収能を低下させ尿へのCa排泄を増加

させるものであるとし、腎臓の肥大化と尿中Ca排泄増加を一連のものとして報告している。今回の実験結果にも同様のことが認められた。すなわち体重100g当りの腎臓重量には $NN=LN<L2N<N2N$ の関係が認められ尿中Ca排泄にはⅡ期で腎臓重量とは逆の $N2N<L2N=NN=LN$ の関係が認められた。このことから腎臓重量や尿中Ca排泄量には摂取するCa量やP量が大きく関与するとが明らかとなった。

また腎臓中のCa量についてみると明らかな違いが認められLN、N2N、L2Nの3群ともNNのCa量に比べて有意に高値を示す結果であった。このCa量の増加はCa/Pが低値を示すほど多く $NN<LN<N2N<L2N$ の関係にありL2Nで最も多くのCa量が認められた。

腎臓Ca量の蓄積については、通常のCa摂取量とリン酸塩摂取増加により鈴木ら<sup>22)</sup>やBa-uer<sup>23)</sup>らも報告している。今回の実験の結果から腎臓へのCa沈着はPの摂取量増加とCaの摂取低下が同時に生じた時一層顕著になることが明らかとなった。そこでこの腎臓Ca量と腎臓重量および尿中Ca排泄量の関係を見るとつぎのようになる。

低Ca食のLNでは腎臓中Ca量は少なく、肥大も生じない反面、尿中Caの排泄は4群中最高であった。高P食のN2NではPによる尿中Caの排泄抑制が認められるものの腎臓のCa量と重量は増大した。低Ca高P食のL2Nにおいては尿中Caの排泄抑制は認められなかった。しかし、腎臓は肥大し、特に腎臓Ca量は4群中最も高かった。

本実験の尿中Ca排泄と腎臓観察の結果からは高P摂取が尿中Ca排泄抑制以外にも有効であるとは言い難い。すなわち長期間に亘る高タンパク質の摂取は腎臓重量を増加させ、Caの摂取不足やPの過剰摂取のようなアンバランスは腎臓へのCaの蓄積を一層助長させることとなり、腎結石症などへの移行の危険性も考えられる。

このことからタンパク質の摂取レベルとCa代謝、特に腎臓を中心とする種々の要因につ

いてはさらに詳細に検討することが必要である。

大腿骨についてみると脱脂大腿骨重量に差は認められなかった。体重100g当たりの脱脂骨重量に $LN=L2N<N2N$ の関係がみられたがCa摂取量の影響と考えられた。

## 要 約

カルシウム (Ca) 量とリン (P) 量を変えた40%タンパク質飼料を生後4週齢のフィッシャー系雌ラットに与えた。その時のCa出納と腎臓について検討した。

結果は以下の通りであった。

1. 高P食群で尿中Caの排泄が抑制された。
2. 高P食群で腎臓重量は増加した。
3. 低Ca高P食群で腎臓重量と腎臓Ca量が増加した。
4. 低Ca高P食群で腎臓の遠位尿細管にCa沈着と変性が認められた。

以上の結果から、ミネラルの摂取レベルに対するCa代謝の対応は腎臓を中心に異なることが考えられた。

組織標本の作製と観察をしていただきました熊本大学医学部、北野隆雄博士に深謝致します。

## 文 献

- 1) LINKSWILER, H. M., ZEMEL, M. B., HEGSTED, M. and SCHUETTE, S. : Fed. Proc., **40**, 2429 (1981).
- 2) BELL, R. R., ENGELMAN, D. T., SIE T-L and DRAPER, H. H. : J. Nutr., **105**, 475 (1975).
- 3) Whiting, S. J and Draper, H. H. : J. Nutr., **110**, 212 (1980).
- 4) 阿左美章治、平塚静子、北野隆雄、江指隆年 : 栄養学雑誌, **47**, 103 (1989).
- 5) 阿左美章治、平塚静子、北野隆雄、江指隆年 : 栄養学雑誌, **43**, 427 (1990).
- 6) HEGSTED, M., SCHUETTE, S. A., ZEMEL, M. B. and LINKSWILER, H. M. : J. Nutr., **111**, 553 (1981).
- 7) GOLDSMITH, R. S., JOWSEY, J., DUBE, W. J.,

- RIGGS, B. L. , ARNAUD, C. D. and KELLY, P. J. : J. Clin. Endocrinol. Metab., **43**, 523(1976).
- 8) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編：国民栄養の現状，平成3年国民栄養調査成績，第一出版，（東京），27(1993).
- 9) 吉岡秀夫：統計解析手順集，日科技連，（東京），83(1981).
- 10) WHITING, S. J. and DRAPER, H. H. : J. Nutr., **111**, 178(1981).
- 11) CALVO, M. S. , BELL, R. R. and FORBES, R. M. : J. Nutr., **112**, 1401(1982).
- 12) SPENCER, H. , MENCZEL, J. , LEWIN, I. and SAMACHSON, J. : J. Nutr., **86**, 125(1965).
- 13) HOWE, J. C. and BEECHER, G. R. : J. Nutr., **111**, 708(1981).
- 14) 江澤郁子、岡田玲子、野崎幸久、尾形悦郎：栄養と食糧，**32**, 329(1979).
- 15) SPENCER, H. , KRAMER, L. , OSIS, D. and NORRIS, C. ; J. Nutr., **108**, 447(1978).
- 16) 鈴木和春、菅家裕輔、五島孜郎：栄養と食料，**36**, 77(1978).
- 17) 沢村経子、五島孜郎：栄養と食料，**25**, 597. 601(1978).
- 18) 秋元 誠、鈴木和春、遠藤幸江、五島孜郎：栄養学雑誌，**44**, 79(1986).
- 19) 北野隆雄、二塚 信、大塚陽一郎、江指隆年、平塚静子、阿左美章治：栄食誌，**42**, 3, 235(1989).
- 20) RUGIU, C. , OLDRIZZI, L. and MASCHIO, G. : Kidney, Inter., **32**, S-29(1987).
- 21) BRENNER, B. M. , MEYER, T. W. and HOSTETTER, T. H. : N. Engl. J. Med., **307**, 652(1982).
- 22) 鈴木和春、上原万里子、遠藤幸江、五島孜郎：マグネシウム，**6**, 127(1987).
- 23) BAUER, K and GRIMINGER, P. : J. Nutr., **113**, 2111(1987).