マウスにおける食餌性繊維の種類と滞腸時間

竹久文之*, 鈴木 徹**, 木村 修一***

* 宮城学院女子大学家政学科

** エーザイ株式会社研究所

*** 東北大学農学部食糧化学科

Dietary Fibers and Gastrointestinal Transit Time in Mice

Fumiyuki TAKEHISA,* Toru SUZUKI,** Shuichi KIMURA***

* *Department of Home Economics, Miyagi Gakuin Women's College, Sendai*

** *Eisai Research Laboratories, Bunkyo-ku, Tokyo*

*** *Department of Food Chemistry, Tohoku University, Sendai*

The gastrointestinal transit time was examined in male and female mice fed diets containing apple pulp (apple juice residue), defatted rice bran or cellulose. All dietary fibers used shortened the gastrointestinal transit time significantly, but no relationship was detected between transit time and feces weight or fecal water content. When the mice were previously fed with a fiber free diet for 7 weeks, the transit time by the several test meals was dependent on the composition of test meals. However, when the mice were previously risen with the diet containing dietary fiber, the transit time by the test meal was affected to some degree by the pre-experimental diet (previous diet). The increase of colon weight was shown in mice fed the diet containing 5% acid detergent fiber or cellulose. The changes of transit time and the increment on intestinal weight due to dietary fiber were greater in female than male mice.

(Received July 16, 1979)

食物の非消化残渣の滞腸時間は、先進地域において長く発展途上地域では短い。これらの社会における食生活上もっとも重要な相異は、食餌性繊維の摂取量であり、先進地域ではその摂取量は少なく、発展途上地域では多い^{1,2)}。Walker³⁾は食餌性繊維は、糞重量を増加させることによって食物の非消化残渣の結腸内通過速度を速めることを示唆している。人において Painter らは⁴⁾、1日平均 12~14g のフスマを与えて大腸疾患の快方することを報告し、Payler ら⁵⁾は1日 20g のフスマは滞腸時間の長い人に対してはそれを短縮させ、短かった人のそれを延長させることを認め、Taylor⁶⁾らは1日 18g のフスマを与えると、明らかに滞腸時間が短縮することを報告している。

先に著者ら⁷⁾は、粉末濾紙をマウスに与え、粉末濾紙の食餌中濃度が増加するのに伴って滞腸時間が短縮するが、その短縮が有意であったのは食餌中粉末濾紙濃度が20%以上のときであった。この成績から、粉末濾紙(セ

ルロース)の滞腸時間短縮効果はそれ程強力なものではないことが推定される。

古来、西欧には、“An Apple a day”という言葉があり、これは健康維持のため1日1個のリンゴを食べることを意味している。リンゴはわずかにビタミン、ミネラルを含むだけであることから、リンゴの整腸効果を強調する言葉と考えられている⁸⁾。

著者らは、リンゴジュース残渣を用いてこのものが滞腸時間にどのような影響をおよぼすかを検討した。また、食餌性繊維の滞腸時間短縮効果について持続性の有無を観察し、さらに男性より女性のほうが便秘のヒトが多い⁹⁾ことから滞腸時間の性差等についても検討した。

動物の飼育および実験方法

1. 動物の飼育

離乳直後の DDYF 系マウス雄 36 匹、雌 30 匹を用いた。これらのマウスを、それぞれ雄 6 匹、雌 5 匹の 6 群に分け、Table 1 に示した食餌を与え、5~6 匹ごとに金網敷のケージで飼育した。繊維としてリンゴパルプ(リンゴジュースのしぼりかす)、脱脂米糠、濾紙粉末を

* 〒980 仙台市中央 4-6-1

** 〒112 東京都文京区小石川 4-6-10

*** 〒980 仙台市堤通雨宮 1-1

用いた。それぞれの繊維食中の粗繊維もしくは Acid detergent fiber (ADF) 含量を、米糠群においては 1%, セルロース群においては 5%, リンゴパルプ群においては 1%, 5% とした。リンゴパルプの糖含量が高いためこの糖の影響がでてくることも考えられるので、無繊維食、セルロース食には 5% リンゴパルプ食のリンゴパルプ中に含まれる糖量に相当するリンゴジュース（糖含量 50%）を加えた。リンゴパルプおよび米糠の成分値を Table 2 に示したが、それぞれ粗繊維以外に糖、たん白、脂肪を含有しており、粗繊維として 1% もしくは 5% になるように添加したことに由来する糖、たん白、脂肪はそれぞれデンプン、カゼイン、大豆油と置換した。しかし、繊維源由来のその他の成分については考慮しなかった。そして、前報⁷⁾と同様の考え方にに基づき、繊維を加えたことによって各栄養素のバランスがくずれないようにできるだけ配慮した。餌と水は自由に摂取させ、飼育 2 カ月日から試験を開始した。

2. 滞腸時間の測定

滞腸時間測定法は前報⁷⁾に準じた。すなわち試験一週間前に代謝ケージにマウスを入れ、試験食 I の投与前 12 時間を絶食させた。酸化第二クロムで着色した試験食 I

を 30 分間だけ摂食させ、その 2 時間後に無着色の試験食 II を自由に摂取させた。試験食 I の投与から 30 分おきに 25 時間まで糞の観察を行なった。食物残渣の滞腸時間（腸内移動速度）に対し、飼育食および試験食 II の性質がどのように影響するかを知るために 3 種の実験を行なった。その設定条件を Table 3 に示した。実験 A

Table 2. Composition of the apple pulp and defatted rice bran (%).

	Apple pulp	Rice bran*
Crude protein	2.5	17
Crude fat	3.7	1
Sugar or Nitrogen-free extract	74	40
Ash	2.0	14
Water	5.9	18
ADF**	11.9	—
Crude fiber	—	10

* From Sanwa Oil Co. Ltd.

** Acid detergent fiber

Table 1. Composition of the diets (g).*

	Non-fiber	Apple juice	Rice bran	Apple pulp (1%)	Apple pulp (5%)	Cellulose
Starch	69.9	38.9	65.2	63.1	35.7	35.4
Casein	20	20	18.1	19.6	18	18.8
Soybean oil	5	5	4.95	4.64	3.21	4.75
Salt mix.**	4	4	4	4	4	4
Vitamin mix.**	1	1	1	1	1	1
Choline-Cl	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Apple juice***	—	62	—	—	—	—
Rice bran	—	—	10	—	—	—
Apple pulp	—	—	—	8.3	41.5	—
Cellulose	—	—	—	—	—	5
Carbohydrate	69.9	69.9	69.2	69.2	66.4	66.4
Protein	20	20	19.8	19.8	19.04	19.04
Fat	5	5	4.95	4.95	4.75	4.75
as Fiber						
ADF****	—	—	—	1	5	5
Crude fiber	—	—	1	—	—	—

* Diet also contained per 100 g of digestible nutrients; 400 IU retinyl palmitate, 200 IU vitamin D₂ and 10 mg dl- α -tocopheryl acetate.

** Harper, A.E.: *J. Nutr.*, 68, 405 (1959)

*** Sugar concentration is 50%.

**** Acid detergent fiber

Table 3. Experimental conditions.

Pre-experi- mental diet (groups)	Experiment A		Experiment B		Experiment C	
	Test meal I	Test meal II	Test meal I	Test meal II	Test meal I	Test meal II
Non-fiber	non-fiber	non-fiber	apple pulp 5%	non-fiber	apple pulp 5%	apple pulp 5%
Apple juice	apple juice	apple juice	non-fiber	apple juice	non-fiber	non-fiber
Rice bran	rice bran	rice bran	non-fiber	rice bran	non-fiber	non-fiber
Apple pulp 1%	apple pulp 1%	apple pulp 1%	non-fiber	apple pulp 1%	non-fiber	non-fiber
Apple pulp 5%	apple pulp 5%	apple pulp 5%	non-fiber	apple pulp 5%	non-fiber	non-fiber
Cellulose	cellulose	cellulose	non-fiber	cellulose	non-fiber	non-fiber

Pre-experimental diet is the meal which the mice were fed until the experiment. Test meal I is colored with chromium oxide, and Test meal II is a uncolored diet which is given after Test meal I.

After 7 weeks of keeping, mice were housed separately in metabolic cages and then fed with same diet for a week before Experiment A. After Experiment A was conducted, mice were kept again with each pre-experiment diet in a metabolic cage for ten days. Mice in each group were then divided into two groups, and used in Experiment B and C.

In Experiment A, B and C, Test meal I was given for 30 minutes after 12 hours fasting. Two hours later, Test meal II was given ad libitum. In Experiment A the pre-experiment diet, Test meal I and Test meal II were identical. In Experiment B pre-experiment diet and Test meal II were identical, and in Experiment C Test meal I and Test meal II were identical.

終了後 10 日間それぞれの飼育食を与え、それぞれの群をさらに二分し実験 B, C を行なった。実験 A, B, C に用いたマウスの匹数はそれぞれ (雄 6, 雌 5), (雄 3, 雌 2), (雄 3, 雌 3) であった。

3. 糞量の測定

実験 A の期間において、試験食 I の摂食量および排泄された着色糞重量を測定した。糞量は試験食 I の 1g 摂食当たりの乾燥排泄糞の g 数で表わした。

4. 糞水分量の測定

実験 A を行なう 24 時間前から 21 時間前までの 3 時間の糞を 1 時間ごとに採取した。この 3 時間の間は吸水ビンをはずした。採取した糞をまとめて 105~110°C で 24 時間乾燥させることにより水分量を測定した。

5. 消化管重量の測定

実験 B, C の終了後 10 日間それぞれの飼育食を与え、最後の日にマウスを半日絶食後エーテル麻酔下で屠殺した。前報⁷⁾と同様に各消化管を取り出し重量を測定した。なお屠殺した動物は、A-B もしくは A-C の実験を 20 日間経験しているが、この経験の違いは結果に現われなかったので集計は飼育食による群でまとめた。

結 果

1. 動物の発育

飼育 2 カ月後の体重は等しく、発育に対し食餌による

Table 4. Body weight in the groups of mice fed the diets shown in Table 1 for 8 weeks.*

	Male	Female
Non-fiber	37.0±2.5	31.1±1.3
Apple juice	39.3±3.6	28.4±2.9
Rice bran	37.6±3.1	29.8±2.4
Apple pulp 1%	38.2±5.8	28.5±3.4
Apple pulp 5%	37.7±2.5	30.2±3.1
Cellulose	36.9±4.1	28.6±3.4

* Values are mean±S.D. of 6 male or 5 female mice.

Body weights are not significant between the non-fiber group and others.

差は認められなかった (Table 4)。ジュースを添加した 2 群では糞の色が黒色であったが異常は認められなかった。また、糞の形状も正常であった。

2. 滞腸時間

実験 A, B, C の結果を Fig. 1 に示した。

実験 A ジュース, 米糠, リンゴパルプ, セルロース群の滞腸時間は雌雄とも繊維の種類にかかわらず無繊維食群より短縮した。もっとも短縮していたのはリンゴパ

Fig. 1. Gastrointestinal transit time of indigestible residue of several kinds of test meal.

Each column and bar represent the average and S.D. of 6, 3 and 3 male mice, and of 5, 2 and 3 female mice in Experiments A, B and C, respectively. The numerical values in the figure indicate the decreasing or increasing rate in transit time of each mouse in Experiments B and C to the transit time in Experiment A. Experimental conditions were described in Table 3. Left: male, Right: female.

ルプ5%群であった。雌雄間で比較すると無繊維食群では有意に雌のほうが長く、ジュース、繊維群(米糠、リンゴパルプ、セルロース群)では有意ではないが雌のほうが短かった。

実験B 雌雄とも実験Aにおける各群の値と比較したとき米糠群の雄を除いて無繊維食群で短縮し、ジュースもしくは繊維群で延長した。すなわち飼育食、試験食I、試験食IIがすべて同じであるとき(実験A)にくらべ、飼育食、試験食IIが無繊維食で試験食Iが繊維食(リンゴパルプ5%)のとき滞腸時間は短縮し、飼育食、試験食IIがジュースもしくは繊維食で試験食Iが無繊維食のとき滞腸時間は延長した。そして、これらの変化はジュース群を除いて雄よりも雌のほうが大きかった。しかしこれらのすべての変化は有意なものではなかった。

実験C 雌雄とも実験Aにおける各群の値と比較したとき、無繊維食で短縮しジュースもしくは繊維群で延長した。すなわち飼育食、試験食I、試験食IIがすべて同じであるとき(実験A)にくらべ、飼育食が無繊維食で試験食I、試験食IIが繊維食(リンゴパルプ5%)のとき滞腸時間は短縮し、飼育食がジュースもしくは繊維食で試験食I、試験食IIが無繊維食のとき滞腸時間は延長しこれらの変化は有意であった。また、米糠、パルプ5%群を除いて雄より雌のほうがその変化は大きかった。そして、雌雄ともに無繊維食群の値は実験Aにおいて得られたリンゴパルプ5%群の値に等しく、雄におけるほかの群すなわちジュース、米糠、リンゴパルプ1%、

5%、セルロース各群の値は実験Aにおいて得られた無繊維食群の値に等しかった。しかし、雌における他の群のそれぞれの値は実験Aにおいて得られた無繊維食群と他のそれぞれの実験群の値の中間値を示した。

以上の結果は、

- 1) 滞腸時間に対する食餌の質の効果は、雄よりも雌において大きい。
- 2) 飼育食が無繊維食の場合、滞腸時間は飼育食に何ら影響を受けず、試験食Iと試験食IIとが同一のときその食餌中の繊維の性質によって決定される。
- 3) 飼育食が繊維食もしくはジュース食の場合、雄では滞腸時間に飼育食の影響はほとんど残らないが、雌では飼育食の影響はかなり残っている。

3. 糞量

雄の場合リンゴパルプ5%群よりもセルロース群のほうが多く、雌の場合無繊維食群よりも米糠群、リンゴパルプ5%群のほうが多かった(Table 5)。実験Aで得られた滞腸時間(Fig. 1)と糞量の間には相関は認められなかった。

4. 糞水分量

セルロース群が他の群に比較し少ない傾向にあった(Table 6)。この糞水分量も実験Aで得られた滞腸時間(Fig. 1)との間に相関は認められなかった。

5. 消化管重量

雄の場合胃、小腸、盲腸の各重量は各群とも等しく、結腸重量ではセルロース、リンゴパルプ5%群は他の群

より大きい傾向にあった。雄の場合胃、盲腸重量は各群とも等しく、小腸重量ではリンゴパルプ 1% と 5% 群の間に有意な差が認められた ($p < 0.05$)。そして結腸重量ではセルロース群とリンゴパルプ 5% 群は他の群より大きい傾向を示した (Table 7)。

考 察

実験 A において得られた結果から、今回実験に用いたいずれの繊維もマウスに対して食物残渣の滞腸時間を短

縮させる効果をもつことが示された。ADF を含まないと考えられるジュースも、米糠あるいはリンゴパルプ 1% 食に相当する効果を有している。リンゴは多量のペクチンを含むことから、リンゴジュースの滞腸時間短縮効果はこのペクチンによっていることが考えられる。またリンゴジュースは多量の糖、有機酸を含んでおり、これらの成分の関与も否定できないが、これらの成分は経口的に摂取されたこと、そして糞の形状、糞水分量等から考えてその可能性は薄いと思われる。リンゴパルプ 5% 食はリンゴジュース食にヘミセルロース、セルロー

Table 5. Ratio of the colored feces weight to the intake of colored diet in Experiment A.*

	Male	Female
Non-fiber	0.34±0.07 ^{a,b**}	0.18±0.06 ^a
Apple juice	0.41±0.18 ^{a,b}	0.39±0.28 ^{a,b,c}
Rice bran	0.37±0.06 ^{a,b}	0.45±0.05 ^b
Apple pulp 1%	0.37±0.09 ^{a,b}	0.28±0.08 ^{a,c}
Apple pulp 5%	0.27±0.08 ^a	0.31±0.10 ^c
Cellulose	0.51±0.15 ^b	0.39±0.33 ^{a,b,c}

* Values are mean±S.D. of 6 male or 5 female mice.

** Mean values with different superscript letters in a column indicate significant differences from each other ($p < 0.05$).

Table 6. Water content of feces collected immediately before Experiment A (%).*

	Male	Female
Non-fiber	60±11 ^{a**}	64±13 ^{a,b}
Apple juice	57±11 ^{a,b}	62±6 ^a
Rice bran	58±15 ^{a,b}	55±6 ^{a,b}
Apple pulp 1%	57±9 ^a	64±9 ^a
Apple pulp 5%	66±6 ^a	60±7 ^{a,b}
Cellulose	45±7 ^b	51±5 ^b

* Values are mean±S.D. of 6 male or 5 female mice.

** Mean values with different superscript letter in a column indicate significant differences from each other ($p < 0.05$).

Table 7. Measurements of the gastrointestinal tract in the male and the female mice (g/100g body weight).

	Stomach	Small intestine	Cecum	Colon
Male				
Non-fiber	0.48±0.05*	4.81±0.92	0.37±0.03	0.62±0.07
Apple juice	0.46±0.03	4.46±0.66	0.37±0.06	0.62±0.06
Rice bran	0.48±0.13	4.22±0.56	0.34±0.06	0.65±0.07
Apple pulp 1%	0.49±0.06	3.87±0.65	0.35±0.09	0.66±0.16
Apple pulp 5%	0.49±0.06	4.81±0.99	0.38±0.06	0.80±0.21
Cellulose	0.45±0.08	4.61±0.81	0.35±0.06	0.80±0.15
Female				
Non-fiber	0.59±0.04*	4.80±0.96 ^{a,b**}	0.52±0.03	0.79±0.16 ^{a,b}
Apple juice	0.54±0.05	5.37±0.54 ^{a,b}	0.49±0.06	0.79±0.08 ^a
Rice bran	0.64±0.02	5.68±0.86 ^{a,b}	0.42±0.11	0.77±0.09 ^a
Apple pulp 1%	0.59±0.11	4.65±0.75 ^a	0.45±0.07	0.80±0.09 ^{a,b}
Apple pulp 5%	0.62±0.06	5.94±0.77 ^b	0.57±0.11	0.96±0.16 ^{a,b}
Cellulose	0.59±0.06	5.37±0.70 ^{a,b}	0.48±0.05	1.00±0.14 ^b

* Values are mean±S.D. of 6 male or 5 female mice.

** Mean values with different superscript letter in a column indicate significant differences from each other among female groups ($p < 0.05$).

ス、リグニンを添加した食餌に、そしてセルロース食にヘミセルロースとリグニンを添加した食餌に相当する。それぞれの食餌を摂取したとき（実験A）の滞腸時間は、リンゴバルブ5%群<セルロース群<リンゴジュース群の順に短縮していた（ただし、リンゴジュース群とセルロース群の間には有意差はない）。前報⁷⁾において、セルロースのみ5%添加した場合、無繊維食群に比較して滞腸時間は有意でないが短縮することを認めている。本実験では、リンゴバルブ中に含まれると思われるヘミセルロースを考慮しないまま実験を行なったのであるが、滞腸時間を短縮させる食餌性繊維成分はある特定の成分ではなくペクチン、セルロース、ヘミセルロース、リグニン等が相加的もしくは相乗的にその効果を現わしているのではないかと考える。

しかし、個々の成分の効果が同率であるかどうかまったく不明である。

Burkitt ら⁹⁾は、人において食餌性繊維の摂取増加は滞腸時間を短くし糞湿重量を増加させること、そして、糞形態は大きく柔らかくなることを認めている。また、Omori ら¹⁰⁾もシロネズミにフスマもしくはコンニャク粉を投与し同様の結果を報告している。

われわれは、糞量を摂取量当たりの糞乾燥重量で表わした結果、雄ではセルロース群は他の群よりも多いが、リンゴバルブ5%群は他の群より少ない傾向であった。雌ではジュース、繊維群は無繊維食群より多かったことから、雌においては滞腸時間と糞量の間に関連があるかもしれないが、全体として滞腸時間と糞量との間にはっきりとした一定傾向は認められなかった。糞乾燥重量そのものと滞腸時間との間の関係も同様であった。これら本実験結果と他報告との相違は、多分実験条件の設定の違いによると考えられる。すなわち、Omori ら¹⁰⁾は自由摂取させている動物の3～4日間の糞を採取したのに対し、われわれは半日絶食後着色食を投与し着色糞だけを採取したのである。また、われわれが糞量を摂取量当たりで算出した理由は、短時間内の糞量はその時の摂取量に強く影響されると考えたからである。多くの研究者¹¹⁾⁶⁾¹⁰⁾¹¹⁾¹²⁾は、食餌性繊維の摂取により糞湿重量の増加を報告しているが、どのような成分が増加しているのか検討した報告はほとんど見あたらない。単純に考えれば、非消化な食餌性繊維を摂取するのであるからその多くは糞中に回収され、繊維そのものが糞量を増加させる一成分であろう。このことを検討していく一環としても糞量を摂取量当たりで算出したのであり水分含量も求めたのである。糞水分量はセルロース群のみが雌雄ともに減少しており、滞腸時間との関連は認められない。人において、フスマを投与したとき糞量は増加するが水分量は変化しないという報告が多い¹¹⁾¹²⁾が、前報⁷⁾において

セルロースを段階的に増加していくとそれに伴って糞水分量が減少することを認めている。セルロース（濾紙粉末）には、糞水分量を減少させる効果があると思われる。

滞腸時間におよぼす食餌性繊維の効果がその場限りの効果なのか、あるいは残存性（持続性）の効果なのかを確かめるために試験食Ⅰあるいは試験食Ⅱを交換して滞腸時間を測定した（Fig. 1 実験B, C）。飼育食と試験食Ⅱが同じのとき試験食Ⅰの効果はほとんど現われないが、試験食Ⅰと試験食Ⅱが同じのとき飼育食の影響はほとんど消え、その効果はとくに飼育食が無繊維食であるときに著しい。このことは、滞腸時間は食歴にほとんど関係がなく滞腸時間測定中の食質だけで決定されることを示しており、今後食餌性繊維の滞腸時間におよぼす効果を検討していく場合、あらかじめ無繊維食を与えた動物に実験時にのみその繊維を含む食餌を与えて滞腸時間を測定すれば十分であることを示唆している。消化管重量は雌の小腸がリンゴバルブ1%群よりリンゴバルブ5%群のほうが大きいこと以外、雌雄とも胃、小腸、盲腸に変化は認められなかった。結腸においては、雌雄ともADF5%群であるリンゴバルブ5%群、セルロース群が他群より大きい傾向を示していた。セルロースを大量投与した場合胃、結腸が重量増加するが、ADF5%程度では大きな変化は認められないが、結腸は重量増加の傾向を示す程度である⁷⁾。

滞腸時間、糞量、消化管重量について雌雄を比較すると、雌のほうがその変化量が大きいことがわかる。このことは、この種の実験動物として雌のほうが適していることを示している。

要 約

食物残渣の滞腸時間におよぼすリンゴバルブ（リンゴジュース残渣）摂取の効果、食餌歴の影響、さらにそれらに対する性差を検討した。

1) リンゴバルブは米糠と同様に滞腸時間を短縮させ、リンゴバルブに含まれる量に相当したジュースのみでも滞腸時間を短縮させた。しかしその効果は、ジュースのみよりリンゴバルブのほうが大きかった。

2) 飼育食が無繊維食であって試験食Ⅰ、試験食Ⅱが繊維食の場合、滞腸時間は試験食Ⅰと試験食Ⅱにより決定された。

3) 飼育食が繊維食であって試験食Ⅰ、試験食Ⅱが無繊維食の場合、飼育食の影響はある程度残存した。

4) 糞量、糞水分量と滞腸時間との間に相関はほとんどなかった。

5) ADFとして5%含む食餌で飼育したものに、結腸のみ重量増加の傾向が認められた。

6) 滞腸時間, 消化管の繊維食摂取による変化は, 雄よりも雌のほうが大きかった。

文 献

- 1) Burkitt, D.P., Walker, A.R.P. and Painter, N.S.: *Lancet*, 2, 1408 (1972)
- 2) Burkitt, D.P.: *Proc. Nutr. Soc.*, 32, 145 (1973)
- 3) Walker, A.R.P.: *S. Afr. Med. J.*, 21, 590 (1947)
- 4) Painter, N.S., Almedia, A.Z. and Colebourne, K.W.: *Br. Med. J.* 2, 137 (1972)
- 5) Payler, D.K., Pomare, E.W., Heaton, K.W. and Harvey, R.F.: *Gut*, 16, 209 (1975)
- 6) Taylor, I. and Duthie, H.L.: *Br. Med. J.*, 1, 988 (1976)
- 7) 竹久文之, 鈴木 徹, 木村修一: 栄養と食糧, 32, 187 (1979)
- 8) Scala, J.: *Food Technol.*, 28, 34 (1974)
- 9) 伊藤たつ, 萩原瑞代: 東横学園女子短期大学紀要, 9, 26 (1971)
- 10) Omori, M. and Muto, Y.: *J. Nutr. Sci. Vitaminol.*, 23, 361 (1977)
- 11) Fuchs, H-M., Dorfman, S. and Floch, M.H.: *Am. J. Clin. Nutr.*, 29, 1443 (1976)
- 12) Wyman, J.B., Heaton, K.W., Manning, A.P. and Wicks, A.C.B.: *Am. J. Clin. Nutr.*, 29, 1474 (1976)

(昭和54年7月16日受理)