

白ネズミにおける食物繊維及び  
ストロンチウム摂取量と排便との関係

柚木英志、中永征太郎、清水光郎  
片岡敏夫、大森豊緑、森忠繁

Relationship between the Dietary Fiber - and Strontium - Intake  
and the Excretion of Feces in Rats

Eiji YUNOKI, Seitaro NAKAEI, Mitsuo SHIMIZU,  
Toshio KATAOKA, Toyonori OMORI and Tadashige MORI

近畿福祉大学紀要 第6巻 第2号  
(平成17年12月)

## 白ネズミにおける食物繊維及び ストロンチウム摂取量と排便との関係

柚木英志<sup>1)</sup>、中永征太郎<sup>2)</sup>、清水光郎<sup>3)</sup>  
片岡敏夫<sup>3)</sup>、大森豊緑<sup>4)</sup>、森忠繁<sup>5)</sup>

Relationship between the Dietary Fiber - and Strontium - Intake  
and the Excretion of Feces in Rats

Eiji YUNOKI<sup>1)</sup>, Seitaro NAKAEI<sup>2)</sup>, Mitsuo SHIMIZU<sup>3)</sup>,  
Toshio KATAOKA<sup>3)</sup>, Toyonori OMORI<sup>4)</sup> and Tadashige MORI<sup>5)</sup>

The rats were fed on the each feed contained 0, 1%, 3%, 5%, 10% dietary fiber and 10 ~ 300mg strontium. These researches were studied that the taking of dietary fiber were affected the gastrointestinal transit time, the percentage of water content in feces, the quantity of short chain fatty acids in serum. The increasing weights of air dried feces were accompanied with increasing dietary fiber in diet. The quantity of short chain fatty acids in serum was increased in case of feed contained over 5% dietary fiber in diet.

**Key words:** dietary fiber, strontium, gastrointestinal transit time, excretion of feces, short chain fatty acids

食物繊維、ストロンチウム、胃腸通過時間、糞便、短鎖脂肪酸

### はじめに

食生活の欧風化に伴い、食品の可消化成分量と難消化成分量の比率、すなわち摂取エネルギー量(E)/食物繊維量(Df)比が高まる傾向にある。

食物繊維の不足の弊害として、悪性新生物(がん)、心臓病、脳血管疾患等の生活習慣病、便秘症等の発症頻度が高まるとされている<sup>1)~7)</sup>。しかし、食物繊維は糖質、脂質、たんぱく質、ビタミン、無機質などあらゆる栄養素の消化・吸収を抑制あるいは阻害し糞便へ

の排泄を増大させる<sup>8)~13)</sup>。また、小腸における栄養素の消化・吸収に及ぼす食物繊維の影響は食物繊維の種類や物理化学的性質によって異なるのはもちろんのことであるが、食物繊維の摂取量が適当であるか、過剰であるかによっても異なる。Df 摂取量の増加は可消化成分の利用率を低下させるため摂取エネルギーと Df 摂取量の関係を検討することは食品栄養学上有意義であると考えられる。

Ca, Ra, Sr, Cs などのアルカリ土類金属は生体内代謝も類似した挙動をとることが知られている。放射性

受付 平成 18 年 1 月 16 日, 受理 平成 18 年 1 月 31 日

- 1) 岡山県健康づくり財団 〒700-0952 岡山市平田 408-1
- 2) ノートルダム清心女子大学 〒700-8516 岡山市伊福町 2-16-9
- 3) 岡山県環境保健センター 〒701-0212 岡山市内尾 739-1
- 4) 和歌山県福祉保健部 〒640-8585 和歌山市小松原通 1-1
- 5) 近畿福祉大学 〒679-2217 兵庫県神崎郡福崎町高岡 1966-5

の<sup>90</sup>Sr, <sup>137</sup>Cs は体内に取り込まれると放射線障害を与える。経口摂取された Sr はほとんど吸収されないが<sup>14)</sup>、出来るだけ早く体外に排泄されたほうが内部被爆の影響も少ない。

本研究では、Df の生体への影響について白ネズミを用いて食餌、排便、胃腸通過時間、添加 Sr レベル等を指標として食餌の利用率を低下させないで排便効果が期待できるような食餌条件を検討した。

## 実験方法

### 1. 供試飼料

AIN-93 (American institute of nutrition-93) に示された白ネズミの標準食からセルロースを除いた飼料に、Fiber Mixture を 1, 3, 5, 10% 添加した飼料を調製した (表 1)。一方、Df 源としての Fiber Mixture の組成はヘミセルロース (日本食品化工) キトサン (甲陽ケミカル) アルギン酸 (君津化学) 乳果オリゴ糖 (林原商事) セルロース (東洋濾紙) を用いた。それぞれの Fiber Mixture の配合割合については、平成 7 年度の国民栄養調査に基づき、各食品群から食物繊維量を参考にした (表 2)。

### 2. 実験動物と飼育管理

供試動物は 4 週齢 SD 系雄白ネズミを準備し、1 群 7 匹の 20 群とし、140 匹の白ネズミを個体別に飼育した。食餌の構成は Fiber Mixture レベルを 0, 1, 3, 5, 10% とし、各 Fiber Mixture レベルに対して食餌 100 g 中の Sr レベルを 10 mg, 50 mg, 150 mg, 300 mg とした。

飼料は自由食の条件とし、飲水は常時与えた。飼育環境は 20 ~ 23 °C に空調した室内に個体別単飼育ケージを設置し、室内照明は午前 6 時 ~ 午後 6 時の 12 時間照明とした。4 週齢 SD 系雄白ネズミを 3 日間予備飼育後、本研究を実施した。飼育管理を図 1 に示した。

予備飼育期間中の飼料は AIN-93 標準食 (5% セルロース含有) を与えた。予備飼育に続いて Fiber Mixture と Sr レベルを異にする 20 種の供試飼料を群別に給餌した。それぞれの飼料で 10 日間飼育した。7 日目に胃腸通過時間、糞便水分含量を測定した。

代謝実験は 11 日目から 4 日間とし、飼料摂取量調査と糞便排泄量の測定を個体別に行った。代謝実験終了後、24 時間絶食させ解剖し、採血、臓器 (肝臓、腎臓) 重量及び腹部脂肪重量を測定した。

### 3. 糞尿採取と排便指標

排便の状況の指標項目として、糞便水分含量、胃腸通過時間、風乾糞便重量、糞便の形状を設定した。

#### (1) 糞便水分含量

排便直後の新鮮便をあらかじめ恒量値を求めておいたアルミ箔に採取し、135 °C、2 時間恒温器中において乾燥した。その後 30 分間放冷し水分量を求めた。

#### (2) 胃腸通過時間

飼料摂取後から排便までの時間を胃腸通過時間とした。白ネズミに一齐に飼料摂取させるために、午前 0 時から午前 6 時までの間絶食させておき、その後、給餌を開始した。食餌由来の糞便を識別するために飼料中に 0.5% 量の赤色カーミンをエタノールに溶解して添加した。

表1 供試飼料の組成 (%)

組成 \ 添加繊維	0	1	3	5	10
Fiber Mixture	0.00	1.13	3.39	5.65	11.3
- コーンスターチ	57.4436 ~ 57.9318	56.4436 ~ 56.9318	54.4436 ~ 54.9318	52.4436 ~ 52.9318	47.4436 ~ 47.9318
カゼイン	20.00	20.00	20.00	20.00	20.00
シュークロース	10.00	9.87	9.61	9.35	8.9
大豆油	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00
ミネラル混合	3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
ビタミン配合	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
L-シスチン	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30
コリン重酒石酸塩	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25
炭酸ストロンチウム	0.0168 ~ 0.505	0.0168 ~ 0.505	0.0168 ~ 0.505	0.0168 ~ 0.505	0.0168 ~ 0.505
T-ブチルヒドロキノン	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014	0.0014

表2 Fiber Mixture の組成割合

セルロース (東洋濾紙粉抹)	31.00%	穀 類
ヘミセルロース (セルフアー: 日本食品加工KK)	33.79%	イモ類・緑黄色野菜・その他の野菜・キノコ類
アルギン酸 (キミツアシッド: 君津化学工業KK)	5.13%	藻 類
ペクチン (ナカライテスクKK)	7.28%	果実類・種実類
乳果オリゴ糖 (林原KK)	29.35%	菓子類・豆類・調味料
キトサン (甲陽ケミカルKK)	6.67%	魚介類・肉類
	113.22%	

1) LS-55P (乳果オリゴ糖55%、ラクトース20%、ダルコース・フラクトース5%)  
45%はショークロースでおきかえる (飼料配合時)。

月日	飼育・実験内容	月日	飼育・実験内容
4/22 (火)	予備飼育	5/23 (金)	Transit time
23 (水)		24 (土)	
24 (木)		25 (日)	
25 (金)	SD系 4週齢 ♂ 6群×7匹=42匹 Df 0%-Sr. 10, 50, 150, 300mg	26 (月)	糞尿採取
26 (土)	Df 1%-Sr. 10, 50mg	27 (火)	
27 (日)		28 (水)	ケージ洗浄 1回目
28 (月)		29 (木)	
29 (火)		30 (金)	ケージ洗浄 2回目
30 (水)		31 (土)	絶食解剖 (採血)
5/ 1 (木)		6/ 1 (日)	
2 (金)	Transit time	2 (月)	
3 (土)		3 (火)	予備飼育
4 (日)		4 (水)	
5 (月)	糞尿採取	5 (木)	
6 (火)		6 (金)	SD系 4週齢 ♂ 7群×7匹=49匹 Df 5%-Sr. 50, 150, 300mg
7 (水)	ケージ洗浄 1回目	7 (土)	Df 10%-Sr. 10, 50, 150, 300mg
8 (木)		8 (日)	
9 (金)	ケージ洗浄 2回目	9 (月)	
10 (土)	絶食解剖 (採血)	10 (火)	
11 (日)		11 (水)	
12 (月)		12 (木)	
13 (火)	予備飼育	13 (金)	Transit time
14 (水)		14 (土)	
15 (木)		15 (日)	
16 (金)	SD系 4週齢 ♂ 7群×7匹=49匹 Df 1%-Sr. 150, 300mg	16 (月)	糞尿採取
17 (土)	Df 3%-Sr. 10, 50, 150, 300mg	17 (火)	
18 (日)	Df 5%-Sr. 10mg	18 (水)	ケージ洗浄 1回目
19 (月)		19 (木)	
20 (火)		20 (金)	ケージ洗浄 2回目
21 (水)		21 (土)	絶食解剖 (採血)
22 (木)		22 (日)	

図1 飼育管理日程 (1997. 4 ~ 6)

(3) 風乾糞便重量

糞便は個体別に採取し、40℃の条件下において通風乾燥後、夾雑物 (毛、餌こぼし) を除き、重量測定した。糞便の形状については長径、短径をノギスで計測した。

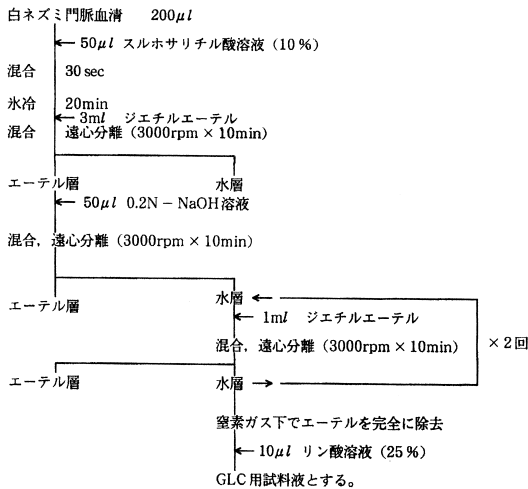
(4) 風乾物利用率

飼料摂取量に対する糞便排泄量から見かけの風乾物利用率を算出した。

$$\text{風乾物利用率} = (\text{飼料摂取量} - \text{風乾糞便重量}) / \text{飼料摂取量} \times 100$$

#### 4. 門脈中の短鎖脂肪酸

門脈・血清中の短鎖脂肪酸分析方法は図2に示した。



#### [GLC分析条件]

GC装置：島津GC-14B(FID)  
 カラム：TC-FFAPキャピラリーカラム  
 (ジーエルサイエンス社製)  
 30m × 0.53mm ID, df = 1.0 µm  
 カラム温度：80 (5min) 210 (5 / min)  
 注入口温度：220  
 キャリアーガス：He (10ml / min)  
 試料注入量：2 µl (Split 1 : 30)

図2 門脈血清中の短鎖脂肪酸分析方法

#### 5. 統計処理

データは2元配置2分散分析法を用いて有意差検定を行った。

### 結果ならびに考察

#### 1. 飼料摂取量

Fiber Mixtureの配合割合とSrの添加レベルについて2要因の分散分析を行った。飼料摂取量の結果を図3に示す。飼料摂取量の平均値は15 g / 日であった。

Fiber Mixtureを含まない飼料の摂取量はやや少なくなり、1%以上のFiber Mixtureを配合することにより多くなった ( $p < 0.05$ )。これは食事中Dfの混在により、食餌エネルギーあるいは食餌成分の密度が低下するために、白ネズミが必要とする栄養素量を確保

する手段として食餌量が多くなったと考えられる。この点については、すでにDfの配合割合を0~30%の範囲に設定し飼料効率の変動を検討した結果と類似していた。ヒトの日常食においては、Df量は多くても10%程度であるがDfの存在を生体が知覚し、それに対応した食物摂取量の調整がなされるのかもしれない。この結果はDfを含まない食餌よりも、ある程度のDfを含むことの必要性を示唆するものであった。

一方、本実験を開始する前にあらかじめ、炭酸ストロンチウムを添加した飼料を調整し、予備実験を行ったところSrの添加レベルは飼料摂取量に影響を及ぼさなかった。

#### 2. 風乾糞便重量

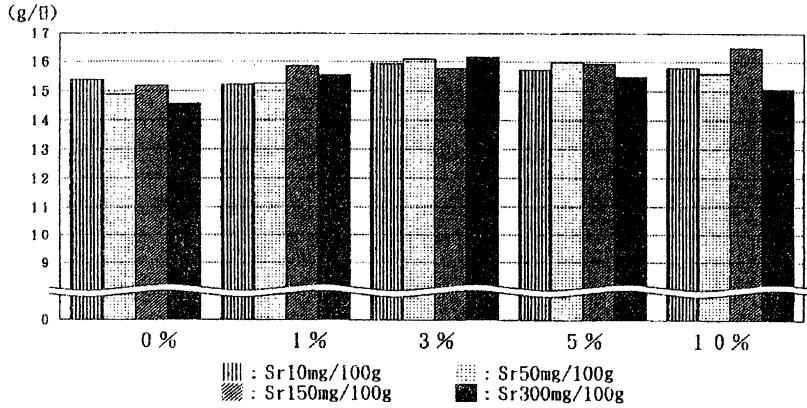
飼料摂取量は、Fiber Mixtureを含まない飼料の摂取量はやや少なくなる傾向が見られたが、10%以下のDf量であれば、飼料摂取量にほとんど影響しなかった。糞便排泄量は、10%以下のDf量においても飼料中の繊維の存在は明らかに糞便重量を増加させた(図4)。

Fiber Mixtureの配合レベルの異なる各群間の風乾糞便重量は統計的に有意の差が認められた。この結果はDfすなわち難消化物の混在が排便量に直接関わっていることを示すものであり、Df量が消化管内の環境を変化させるとともに消化管の機能の維持と、消化管への刺激を亢進させることを示唆するものであった。この糞便量の増加は生体の代謝速度に関わると同時に、食餌成分の消化・吸収に関わるものである。つまり、消化管内にDfが存在することにより、消化管内容物の量と物性を変化させるとともに、消化酵素による加水分解と生体に取り込まれる成分の腸管表面への接触頻度を低下させ、各種成分の吸収抑制となる。このことは、食餌由来の難消化成分の排泄量を増加させると同時に生体由来の腸管粘膜、腸内細菌、消化酵素等の排泄量が増すことになり、代謝変動を生じさせる。また、この排便量の増加は、解毒効果を高めることになると考えられる。

#### 3. 糞便水分含量

糞便中に含まれる水分は、食餌中に混在するDfの成分により異なる。Dfを構成する繊維には、大別して不溶性成分と水溶性成分があり、一般的には不溶性繊維は糞便量を増し、水溶性繊維は消化管内容物の保水性を高めるとともに、ミネラルを吸着するとされている。したがって、消化管内のSrの吸着量がどの程度になるかについては不明であるが、Dfの存在はSrの腸管からの吸収の阻害と糞便による対外排泄を促進するものと考えられる。この点については、食餌、糞便、尿中のSr分析により明らかにされるであろう。

白ネズミにおける食物繊維及びストロンチウム摂取量と排便との関係



Fiber Mixture の添加量別分散分析 (%)

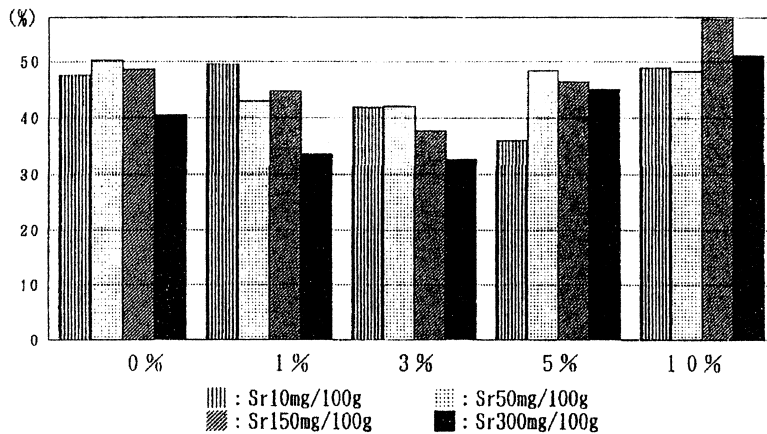
	0 %	1 %	3 %	5 %	10 %
0 %					
1 %	>				
3 %	>	>			
5 %	>				
10 %	>				

Sr の添加量別分散分析 (mg / 100 g)

	10	50	150	300
10				
50				
150				
300				

: 有意差なし  
> : p < 0.05

図3 Fiber Mixture 添加量別、Sr 添加量別飼料摂取量とその分散分析結果



Fiber Mixture の添加量別分散分析結果 (%)

	0 %	1 %	3 %	5 %	10 %
0 %					
1 %	>				
3 %	>	>			
5 %	>	>	>		
10 %	>	>	>	>	

: 有意差なし  
> : p < 0.05

図4 Fiber Mixture 添加量別風乾糞便重量とその分散分析結果

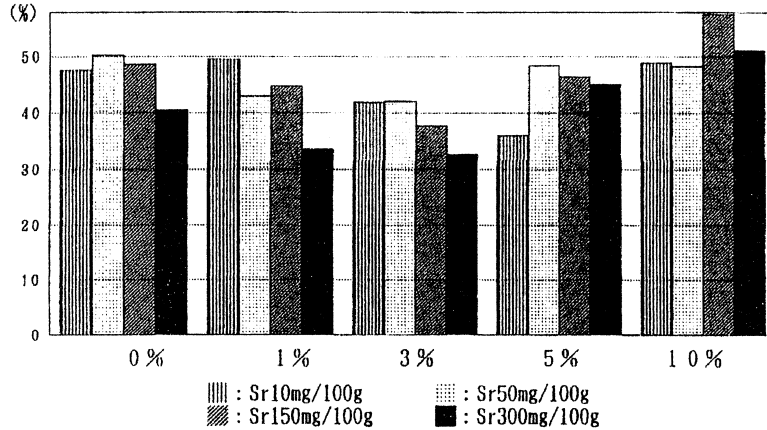
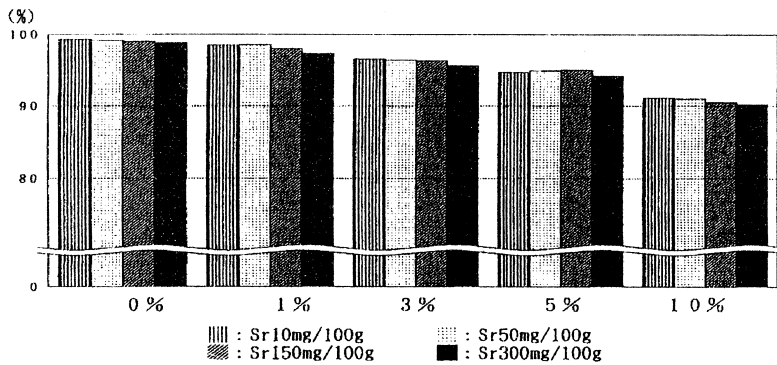


図5 Fiber Mixture 添加量別、Sr 添加量別糞便水分含量



Fiber Mixture の添加量別分散分析 (%)

	0%	1%	3%	5%	10%
0%					
1%	>				
3%	>	>			
5%	>	>	>		
10%	>	>	>	>	

: 有意差なし  
> : p < 0.05

図6 Fiber Mixture 添加量別、Sr 添加量別風乾物利用率とその分散分析結果

本実験の結果からは、FiberMixture 添加量が5%以下であれば、糞便水分含量にはほとんど影響は見られなかったが、10%添加により水分含量は増加するという知見が得られた(図5)。

今回使用した Df 源はセルロース、ヘミセルロース、ペクチン、キトサン、アルギニンなど、数種の Df 成分を含有するために、糞便の保水性の顕著な高まりを期

待することができなかつたのかも知れない。つまり、Fiber Mixture の水溶性、不溶性成分比が糞便水分含量に関連しているものと考えられるからである。

前述したように、Df の摂取は消化管内容物の保水性と物性に関わっているために、消化管内容物の保水性を高めること、腸管の蠕動運動に際して一定の腸管圧のもとでは、水分含量の多い、やわらかい状態であれ

ば腸管内容物の移行速度は亢進されることになり、糞便形成と糞便の形状にも関わるものであろう。

#### 4. 風乾物利用率

消化試験により飼料の栄養価を判定するためには、飼料中の成分分析を行い、それぞれの成分について、摂取分量と排泄分量を求めなければならないが、ここでは飼料の利用率の概要を知るために、風乾物利用率として示した(図6)。

すなわち、Dfの添加が食餌の利用率(みかけの消化性)に対してどの程度の差が生じるかについての検討を行うこととした。この風乾物の消化吸収率はSrの体内への取り込みの指標になると考えられる。Fiber Mixtureの配合割合0~10%の範囲内において、すべての群間相互に差を生じた(P < 0.05)。

Dfは消化酵素により加水分解を受けないとされているが、大腸内において腸内細菌により分解を受けることから、摂取したDfがそのまま糞便中に排泄されるものではない。そのためDfの配合割合が少ない場合には、群間に差を生じないことも考えられる。しかし、今回の結果は1%群と0%群の結果にも明らかに統計的

に有意の差が認められた。Df量が僅少な場合でも食餌の利用率には影響があると考えられる。ただし、Df摂取量と糞便量の関係は直線的関係にあるとは考えられない。これは、Df摂取量の増加は生体由来の代謝物の排泄を亢進させるからである。

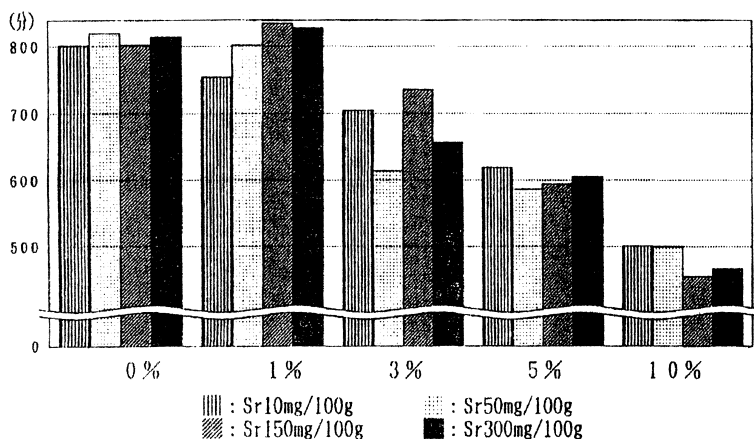
一定レベル以上のDfを摂取することにより、食餌の利用率が急激に低下するものであれば、そのレベルを知ること、食餌の利用率を低下させないで、しかも排便の効果を期待できるDf摂取量を決定することができる。すなわち、Srの生体への取り込み量の抑制と対外排泄を亢進するための食餌管理が可能になる。

#### 5. 胃腸通過時間

Fiber MixtureをDf源とした場合、Df含量の増加は胃腸通過時間を短縮させるものであった(図7)。

胃腸通過時間を短縮させる効果は、多種類のDfの供給源から摂取する必要性を示唆するものであった。このことは、日常の食事管理において数多くの食品から摂取する必要性を示すものである。

分散分析の結果に見られるようにDfが食餌中に3%以上含まれることにより各群間の胃腸通過時間に統計



Fiber Mixtureの添加量別分散分析(%)

	0%	1%	3%	5%	10%
0%					
1%					
3%	>	>			
5%	>	>	>		
10%	>	>	>	>	

: 有意差なし  
> : p < 0.05

図7 Fiber Mixture 添加量別、Sr 添加量別胃腸通過時間(分)とその分散分析結果



的に有意の差が認められた。これをヒトの日常食に外挿すれば約12 g / 日となる。すなわち、ヒトの食事調査から求めた日常食の乾物重量は約400 gであり、この3 %量がDfであるとすれば12 g / 日となる。このDf量は、日本人のDf目標摂取量に比してかなり少ないものであり、ヒトの日常食における目標摂取量は、5 %程度(約20 g)のDfを摂取することが望ましいとされている。

#### 6. 糞便の形状

Fiber Mixtureのレベル別に採取した糞便を風乾状態に乾燥させたものについて、その長径と短径を実測した(表3)。

表3 Fiber Mixture 添加量別糞便の長径と短径  
(平均±標準偏差)

食物繊維含量	長 径	短 径
0 %	7.14 ± 1.54	3.02 ± 0.56
1 %	7.36 ± 1.65	3.53 ± 0.54
3 %	7.05 ± 1.31	3.48 ± 0.33
5 %	8.38 ± 1.59	3.40 ± 0.57
10%	8.22 ± 1.30	3.94 ± 0.40

0 %の値に対する差の検定 ( $p < 0.05$ )

形状は長径が7 ~ 8 mm、Fiber Mixture 5 %以上では有意に長くなった。一方、短径では0 %群と1 %以上の群との間に有意の差が見られた。繊維の添加によりやや太い糞便が排泄された。このように消化管内容物の腸管からの水分吸収と糞便形成の関わりは、消化管内の食物繊維量との関連性が強い。

#### 7. 門脈血清中の短鎖脂肪酸 (SCFA)

食餌中のDfは、小腸内においては消化酵素の加水分解を受けない成分であるとされているが、大腸内に停滞している間に、腸内細菌によりその一部は分解され、短鎖脂肪酸を産生する。そこで門脈血中の短鎖脂肪酸

を測定することにより、大腸内におけるDfの発酵分解の様相を推察することが出来る。今回の結果から食餌中のSrレベルとDf量は短鎖脂肪酸生成に関連していることが明らかになった。Srレベルでは、Sr150 mg / 100 g以上の条件下で、短鎖脂肪酸生成抑制が認められた(表4、図8)。

## 結 論

食餌摂取量はFiber Mixture 0 %よりもFiber Mixture 1 %以上の食餌において増加した。風乾物糞便重量は、Df量の増加に伴い統計的に有意に増加した( $p < 0.05$ )。糞便水分含量には、一定の傾向は見られなかった。風乾物の消化、吸収率は、Df量の増加により低下し、胃腸通過時間はDf 3 %以上において統計的に有意な短縮が認められた。また、糞便形成に際して、Df 5 %以上において、糞便の長径が有意に大となった( $p < 0.05$ )。

門脈血清中の短鎖脂肪酸含有量は、Df 5 %以上において有意に高まった。

今後はSrの挙動について検討を加える予定である。

## 文 献

- 1) Burkitt, D. P.: Epidemiology of cancer of the colon and rectum, Cancer, 28: 3-13, 1971
- 2) Trowell, H. C.: Crude fiber, dietary fiber and atherosclerosis. Atherosclerosis, 16: 138-140, 1972
- 3) Cowgill, G. R. and Sullivan A. J.: Further studies on the use of wheat brain as a laxative. J. Am. Med. Assoc. 100: 795, 1933
- 4) Dimock, E. M.: The prevention of constipation. Brit. Med. J., 1: 906, 1937
- 5) Walker A. R. P.: The effect of recent of food habits and bowel motility. S. Afr. Med. J. 21: 590, 1947
- 6) Walker A. R. P. and Arridsson, U. B.: Fat intake,

表4 門脈血清中の短鎖脂肪酸含量 (µg / ml serum)

	10mg	50mg	150mg	300mg
0 %	20.84 ± 5.42	22.19 ± 4.42	16.62 ± 3.41	13.95 ± 1.55
1 %	19.27 ± 3.44	20.79 ± 2.57	17.20 ± 9.07	13.91 ± 1.87
3 %	24.76 ± 9.89	21.69 ± 6.73	17.87 ± 3.32	12.03 ± 2.57
5 %	24.67 ± 6.77	22.48 ± 3.64	21.02 ± 8.56	16.04 ± 2.70
10%	26.98 ± 3.67	25.69 ± 6.04	21.00 ± 4.31	17.16 ± 3.99

白ネズミにおける食物繊維及びストロンチウム摂取量と排便との関係

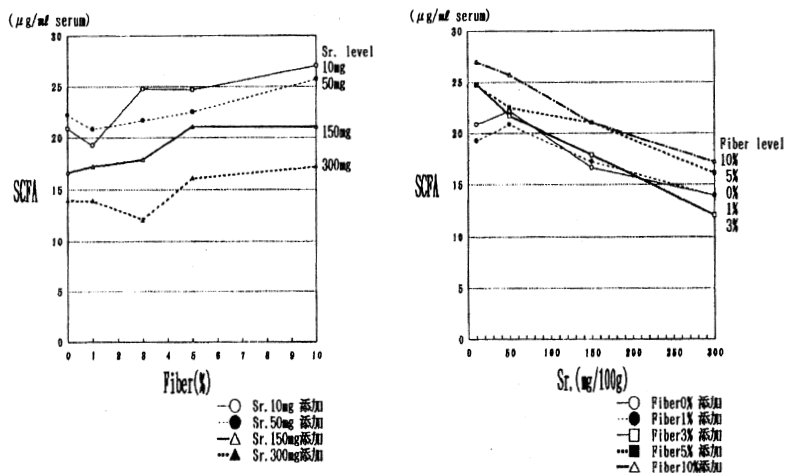


図8 門脈血清中の短鎖脂肪酸含量に及ぼす食餌中の Sr ならびに食物繊維添加の影響

serum cholesterol concentration and atherosclerosis in the South Africa Bantu. 1. Low-fat intake and the age trend of serum cholesterol concentration in the south African Bantu. J. Clin. Invest. 33: 1358, 1954

7) Cleare, T. L.: The neglect of natural principles in current medical practice. J. Roy. Nav. Med. Serv. 42: 55, 1956

8) Mccance, R. A. and Lawrence, R. D.: The carbohydrate content of food. Med. Res. Coun. Spec. Ser. 135: 24, Her Majesty's Stationery Office, London, 1929

9) Spiller, G. A. and Shipley E. A.: Perspective in dietary fiber in human nutrition. Wld. Rev. Nutr. Diet., 27: 105-131, 1977

10) Cummings, J. H.: Nutritional implications of dietary fiber. Am. J. Clin. Nutr., 31: s21-29, 1978

11) Kelsey, J. L.: A review of research on effect of fiber intake on man. Am. J. Clin. Nutr. 31: 142-159, 1978

12) Southgate, D. A. T. and Durmin, J. V. G. A.: Calorie conversion factors, an experimental reassessment of the factors used in the calculation of energy value of human diets. 24: Br. J. Nutr.: 517-535, 1970

13) Beyer, P. L. and Flynn, M. A.: Effect of high- and low- fiber diets on human faces. 72: J. Am. Diet. Assoc.: 271-277, 1978

14) Ethel Browing: Toxicity of industrial metals (2nd Ed.), 302-306, Butter Worths, London, 1969