

女子大学生の排便およびその日間変動 第2報

排便量に関する要因

サカタ ユキコ シンボシンイチロウ
坂田由紀子* 新保慎一郎*

目的 第1報において我々は食生活、身体状況が排便回数や排便量に影響することを報告し、その詳細な検討には時系列的解析が必要であることを述べた。

今回は前報に次いで排便についての時系列的解析を行い、排便量と摂取栄養素や摂取食品、運動量などの相互関係、排便の日間変動に関係する要因についての検討を試みた。

方法 21~22歳健常女子4名のそれぞれ30日間連続で2回調査した8群のデータを用いた。1日の排便回数、1回の排便量、自由摂取による食事量、摂取食品等の資料をもとに、測定量の規格化をおこなった。すなわち、各時系列間の比較は、群毎に計測値を平均値からの差として表し、振幅で規格化した相対量を用いた。自己相関係数、各系列間の相互相関、成分周期から時系列の性質を検討した。

結果 データの時系列的解析から各データ群の排便量には、3~4日の周期で日間変動があり、各変動の相同性の高い領域は、相関係数0.7以上であった。

排便量と運動量、食事摂取量との関係は、前前日の「食物総量」が高い相関を示し、ついで「総食物繊維量」、「水分総量」の順であった。「脂質摂取量」、「歩数」の相関は低値であった。

食品群別摂取量の比較では、「野菜類」、「果実類」、「穀類」、「いも及びでん粉類」の順に相関を示した。

Key words : 女子大学生, 時系列, 相関, 排便の日間変動, 排便に関連する要因

I はじめに

排便量と食物摂取量の関連について検討した報告の多くはアンケート調査によるもので、食物摂取量や排便量を実測した報告は少なく、排便量を実測した報告でも縦断的検討のみであり、食物摂取から排便までを時系列的に検討した報告はみられない^{1~9)}。排便は食物が消化管内で消化吸収される時間経過後の行為で、過去の食生活および身体状況を反映するものであり、排便の時系列的な解析は大きな意味があると考えられる。

すでに著者らは女子学生4名の排便量を連続30日間にわたって実測し、排便量を自己相関係数に変換し、コレログラムを作成し、時系列的解析の成績を述べた¹⁰⁾。その結果、排便量の多寡にかか

わらず、いずれも3~4日の周期性を観察したが、排便に影響を与える生活状況を構成する因子(運動量、栄養素摂取量及び食品群別摂取量など)の時系列的な検討を行っていなかった。今回排便量とこれらの因子について時系列的に検討したので報告する。

II 方法

調査方法は、前報で詳述したので以下は概略とする。

1. 対象

生活習慣による偏りを避けるため、アルバイトや運動習慣のない21歳から22歳の女子学生4人を調査対象とした。なお、調査開始前に対象学生に調査内容を説明し、調査協力の意思を文書で確認し了承を得、生理時と非生理時の排便量を検討し、差のないことを確認している。

* 京都女子大学家政学
連絡先: 〒605-8501 京都市東山区今熊野北日吉町
35 京都女子大学 衛生第2研 坂田由紀子

2. 調査期間

調査期間は連続30日間とし、第1期調査は1996年5月28日から6月27日、第2期調査は9月30日から10月30日を設定した。

3. 調査事項

対象個々の排便量(重量)、食事摂取量、生活状況を記録し、排便量は前日の食事による影響を考慮して、食事調査の一日後から記録した。食事摂取時間、回数、食事はそれぞれの対象の日常生活に従い自由摂取とした。

4. 解析項目

排便量及び歩数、栄養素摂取量、食品群別摂取量など以下の31項目を解析項目とした。運動量として1日あたりの歩数を、栄養素摂取量は「食物1日総摂取量以下」、「水分1日総摂取量以下」、「総食物繊維摂取量以下」、「水溶性・不溶性食物繊維摂取量以下」、「エネルギー」、「脂質」、「たんぱく質」、「カルシウム」、「りん」、「カリウム」、「ビタミンA」、「B₁」、「B₂」、「C」の15項目、食品群別摂取量は、「穀類」、「いも及びでん粉類」、「菓子類」、「種実類」、「豆類」、「魚介類」、「肉類」、

「卵類」、「乳類」、「乳酸菌飲料」、「野菜類」、「果実類」、「きのこ類」、「藻類」の14項目を用いた。

III データの解析

対象4名(SA, SB, SC, SD)の第1期及び第2期の30日間2回の測定値を合計8つのデータ群(SA1, SA2, SB1, SB2, SC1, SC2, SD1, SD2)とした。

1. 測定量の規格化

各データ量には個人差があって絶対量の比較は困難である。各時系列間の比較は群毎に各計測量を平均値からの差として表し、振幅で規格化した相対量を解析に利用した。

2. 相関係数

項目2, …*i*…, *m*に対する測定量を $Y_2, \dots, Y_i, \dots, Y_m$ とすれば、これらの量は時間 x (日) の関数として一般に $Y_i(x)$ と表される。同じ系列内の異なった時点 (x_1, x_2) での自己相関係数、あるいは違った系列間の相互相関係数 $C_m(x_1, x_2)$ は次の式で求められる。

$$C_m(x_1, x_2) = \frac{\sum_{k=1, n} (Y_i(x_1+k) - \langle Y_i \rangle) (Y_j(x_2+k) - \langle Y_j \rangle)}{\left(\sum_{k=1, n} ((Y_i(x_1+k) - \langle Y_i \rangle)^2 (Y_j(x_2+k) - \langle Y_j \rangle)^2) \right)^{1/2}} \quad (1)$$

ここで $\langle Y_i \rangle$ は Y_i の平均値であり、 $i=j$ ならば自己相関係数、 $i \neq j$ の時は相互相関係数である。和をとる期間は対象とする変動期間で、解析には5日～6日を用いた。すなわち、時点 x_2 を動かして、時点 x_1 を中心とした5～6日間の領域と相関の高い(例えば0.7以上)部分を探し、領域が見つければそれは x_1 の周辺と起伏の形が似ていることになる。 x_1, x_2 を変数として、SA1からSD2までのデータ群すべてにわたってこの操作を行い、相似領域の同定を行った。

関数 Y_i と Y_j の間で d 日だけずれた場合の相互相関係数 $C(d)$ は

$$C(d) = \frac{\sum_{x=1, n} ((Y_i(x) - \langle Y_i \rangle) (Y_j(x+d) - \langle Y_j \rangle))}{\left(\sum_{x=1, n} (Y_i(x) - \langle Y_i \rangle)^2 (Y_j(x+d) - \langle Y_j \rangle)^2 \right)^{1/2}} \quad (2)$$

と表される。これは Y_i から d 日ずれた Y_j との相

関を求めるもので、 Y_i による影響が d 日前或いは後の Y_j にどのように現れるかを知ることが出来る。この場合和をとる期間 x は計測時間 N から d を差し引いた $N-d$ 日とした。

排便に関してはその自己相関を、他の測定量に関しては排便に対する相関を求めた。

3. 解析計算

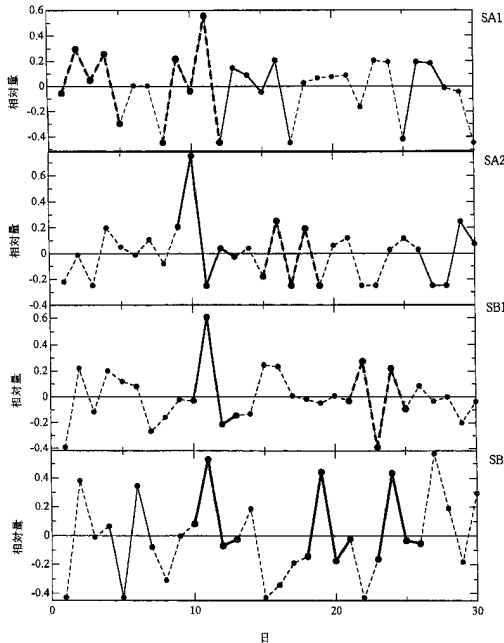
解析計算はフォートランでプログラムし、パーソナルコンピュータで実行して結果を得た。

IV 結果

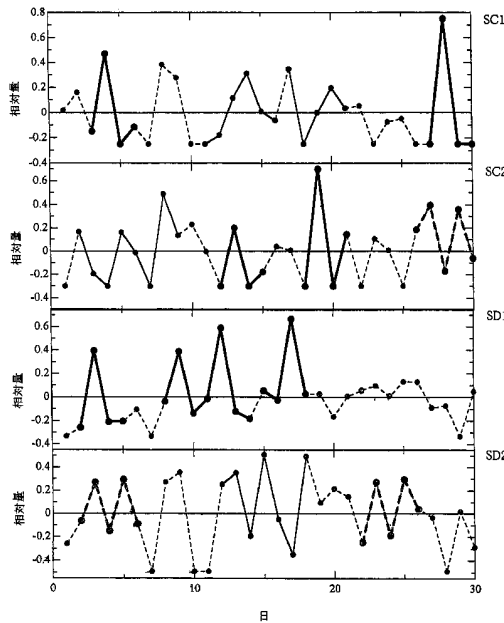
1. 排便量の時系列解析

1) 排便量の日変化

SA1からSD2まで対象4人における2期の排便量8データを規格化し、その日変化をプロットしたものが図1である。その特徴はおおよそ3ないし4日周期の起伏を示すことである。また8例中3例(SA1, SB1, SD1)に平均値の周りにほと



(1)



(2)

図1 排便量の日変化

SA1からSD2まで対象4人2期の8データについて、規格化した排便量を日数に対してプロットした。太い実線および破線部分は、相関係数0.7以上でこの箇所と似た領域が5箇所以上ある部分を示している。

んど変化の無い日が4日以上続く領域があった。これらの領域は、第2期調査では認められなかった。なぜ第1期のみはこのような領域が出現したかは不明である。

2) 相同性の同定

8つのデータについて、連続して4日以上領域をそれ以外の系列に対して相同性を検索した結果、相同性の高い領域が多く存在することがわかった。相関係数が0.7より高く、しかもその領域が5ヶ所以上存在する2つの例を図1で実線として示した。この相同領域は全データに対して、少なくとも2ヶ所は存在し、前述の日変化が少ない領域をもつ対象では3ヶ所であった。この結果は、排便量の時系列が幾つかのパターンを持つ領域によって構成されていることを示している。

2. 排便量と摂取栄養素、摂取食品との相関

生活習慣、栄養素、摂取食品と排便量との関係を30日間にわたり観察した。排便量の時系列データに対し、その他の各因子の時系列データを正方向あるいは負方向に時間(日)をずらせて比較し、式(2)を用いてその相関係数を求めた。すなわち、食物を摂取した日から3日後に排便に影響があるならば、排便の前日のデータが記録されているので-4日の相関が高く得られる結果となるはずである。そこで、データを元のデータ、短周期のデータ(<3.8日)、長周期(>4.3日)に分け、それらのデータ全てについて、-10日から10日まで日差を変えて相互相関係数を求めた。30日間のデータを取り扱うので、これは少なくとも20日間の時系列間の相関を求めることに相当する。

3. 歩数と栄養素摂取量及び食品群別摂取量の排便に及ぼす影響

排便量に対する歩数、栄養素摂取量及び食品群別摂取量の長周期データから得られる相関係数を、個人差、季節差の影響をなくすため平均値で日差毎に表1および2に示した。解析は8データをすべて同等に取り扱い、その平均値を指標としたが、個人差、季節差によるのか、SCの第1期、SDの第2期は平均値より大きくはずれ、また山の位置が負の方向へずれていた。これらの相関値のばらつきは8データ中1ないし2データで、不規則な食事によることも考えられ、これを除けば、表1、2の相関値は1割ほど高くなる。

表1にみられるように歩数、栄養素摂取量では

表1 排便量に対する歩数及び栄養素摂取量等の相関係数

項	目	日 差				
		-2	-1	0	1	2
運動量	歩数	0.06	0.24	0.17	-0.03	-0.11
栄養素	食物1日総摂取量	0.10	0.40	0.37	-0.03	-0.28
	水分1日総摂取量	0.11	0.37	0.35	-0.04	-0.29
	総食物繊維摂取量	0.03	0.30	0.39	0.13	-0.14
	水溶性食物繊維摂取量	-0.07	0.20	0.36	0.13	-0.14
	不溶性食物繊維摂取量	0.05	0.31	0.38	0.10	-0.17
	エネルギー	-0.02	0.29	0.32	0.05	-0.14
	脂質	0.02	0.17	0.21	0.06	-0.08
	たんぱく質	-0.01	0.28	0.35	0.07	-0.16
	カルシウム	0.06	0.32	0.32	0.05	-0.14
	りん	0.03	0.30	0.36	0.08	-0.16
	鉄	-0.02	0.29	0.41	0.07	-0.24
	ナトリウム	0.00	0.16	0.12	-0.08	-0.09
	カリウム	0.06	0.34	0.39	0.04	-0.23
	ビタミンA	0.22	0.33	0.22	-0.03	-0.18
	B1	0.05	0.19	0.21	0.04	-0.11
	B2	-0.02	0.23	0.35	0.11	-0.18
	C	0.05	0.32	0.33	0.00	-0.25

表2 排便量に対する食品群別摂取量の相関係数

項 目	日 差				
	-2	-1	0	1	2
穀類	0.05	0.23	0.18	0.04	0.00
いも及びでん粉類	0.03	0.21	0.24	0.02	-0.10
菓子類	0.04	-0.18	-0.12	0.06	0.10
種実類	0.15	0.01	-0.04	0.08	0.14
豆類	0.10	0.15	0.06	-0.11	-0.11
魚介類	-0.02	0.07	0.06	0.03	0.07
肉類	0.06	0.14	0.09	-0.07	-0.09
卵類	-0.02	-0.01	0.06	0.01	-0.07
乳類	0.07	0.14	0.10	0.05	0.02
乳酸菌飲料	-0.16	0.02	0.10	0.03	-0.01
野菜類	0.15	0.39	0.31	-0.06	-0.27
果実類	0.15	0.28	0.11	-0.03	-0.03
きのこ類	-0.06	0.03	0.21	0.12	-0.14
藻類	0.01	-0.08	-0.10	-0.08	-0.07

前前日の「食物総量」が最も高値の0.40の値を示し、続いて「食物繊維」「水分総量」「不溶性食物繊維」「カルシウム」「りん」「カリウム」の順となり、値は0.30と0.40であった。「脂質」は0.21、

「歩数」は0.20と低値であった。これらの結果で日差が-1日と0日、現実には2日前と1日前の摂取量が影響を持っていて特に「食物総量」が高い相関値を示した。

長周期データによる摂取食品群について同様の解析を行った結果を表2に示した。各食品群別での解析では、摂取量の変動が大きく、大半の相関値は低値であった。最も高い値をもつのは前前日の「野菜類摂取量」の0.39であり、次いで「果実類摂取量」0.28であった。他に0.2以上の値を示したものは「穀類摂取量」、「いも及びでん粉類摂取量」、「きのこ類」であった。「種実類摂取量」、「乳類摂取量」、「藻類摂取量」、「乳酸菌飲料」はほとんど相関が認められなかった。

V 考 察

今回著者らは、若年女子の歩数及び食生活での排便に関連する因子の時系列的なかかわりを検討したが、排便に最も相関の高かったのは、前々日の摂取「食物総量」であった。排便量は、便水分量と固形物量で決定され¹¹⁾、「食物総量」は排便量を決定する因子の基礎量となる。大村らは、女

子の慢性便秘症患者の食事調査を行い、慢性便秘症患者の「食物総量」は、同年齢の国民栄養調査結果の80.6%で¹²⁾、食物摂取量の少ないことが便秘と関連することを示唆しており、このことが女子に便秘が多い一因とされるのであろう¹³⁾。本稿の対象は平成11年国民栄養調査結果（以下栄養調査結果）¹⁴⁾の20～29歳女子の食物総摂取量に対して10～40%多く、相関が高かったのは食事が反映したと考えられる。

次に食物繊維が排便と関わりのあることは、1972年 Burkitt ら¹⁵⁾の報告以降 Cummings ら¹⁶⁾、Miyoshi ら¹⁷⁾、Saito ら⁴⁾によって報告されているが、今回の検討では、排便量と前々日の「食物総量」に次いで、前々日の摂取「総食物繊維」との相関が高値であった。「不溶性食物繊維」、「水溶性食物繊維」共に高値で差はなく、食物繊維の排便に対する重要性を示している。また、前々日の摂取「水分総量」も高い相関を示した。食物繊維の重要な作用の一つに保水性が上げられるが、保水作用によって水分子が食物繊維の表面に吸着したり、食物繊維の間隙に侵入して腸管内容物の容積を増大し、更に糞便量を増大して便の消化管通過時間を短縮したりする。しかし、糞便中の水分含量がほぼ一定であるところから、結腸内容物の水分含量は一定範囲に調整されていて、全面的に食物繊維の保水性に影響されるのではなく、その一定範囲内で食物繊維の種類によって影響を受ける。従って食物繊維の保水能を充足させるだけの水分摂取がより排便に有利であると考えられる¹⁸⁾。水分摂取量と排便効果についての詳細な報告はみられないが、便秘症の治療に水分摂取を薦めているケースもみられ^{19,20)}、食物繊維の保水量を最大に生かすために水分の摂取は、排便に関連する重要な因子となると考えられる。

今回相関が低かった運動量を示す「歩数」の排便に対する影響について詳細な報告はないが、便秘治療には一般に運動が奨励されている^{13,18,19)}ことから高い相関を期待したが、相関値は低かった。本報告の対象の「歩数」は1日平均10,930歩であり、20～29歳女子の栄養調査結果による1日平均歩数7,601歩より恒常的に多く歩いており、そのため影響がなかったと考えるべきであろう。

次に排便と食品群別摂取量との相関であるが、最も高い相関を示したのが前々日の「野菜」であ

った。Dreher は、種々の食物繊維を含有する食品を摂取した時の排便量について検討し、小麦ふすま、キャベツ、りんご、にんじん、ペクチン、カラス麦ふすまの順に排便量が多かったと報告している²¹⁾。また Stephen らは、小麦とキャベツの摂取による排便量を検討し、小麦の方が排便量が多かったとし²²⁾、池上らも排便量と摂取食品の相関を検討し、最も関連の高かったのは主食(穀類)であったとしている⁹⁾。このように従来報告では、排便に相関の高い食品としては穀類次いで野菜類があげられている^{2,12)}。本稿の対象は1日平均243.2gの穀類を摂取しており、20～29歳女子の栄養調査結果における1日平均摂取量233.9gと遜色なく摂取していたが、本対象SAの「野菜」は、1.2期平均で1日あたり227.5gと栄養調査結果とほぼ同程度であったが、SA以外の他の対象はその1/2量の摂取量で、栄養調査結果における野菜の1日平均摂取量248.2gよりかなり下回っていた。このことから本対象の場合、穀類より野菜が排便量に寄与していると考えられる。食物繊維は、その種類や給源によって物理的性質が異なり、食物繊維の保水性は腸管腔内液pH、電解質組成などの腸管内環境、腸内細菌などに影響されるといわれ²³⁾、本報告の場合、野菜は摂取量が少なくても排便量には影響が大きかったとみるべきであろうが、その理由については明確ではない。

次いで相関が高かったのは「果実類」、「穀類」、「いも及びでん粉類」、「きのこ類」で、いずれも食物繊維を含んだ食品群であった。一方、武副らによって排便と「乳類」が関連するように報告されているが¹⁾、本報告では「乳類」と排便量の相関は低かった。

次に排便量に関連する食事の因子について時系列的に検討したが、長周期のデータによって前日、前々日の食事の内容と相関の高いことが示された。Burkitt らは、食物の消化管通過時間(transit time)についてイギリスの学生は平均48時間、看護婦平均44時間、都市の生徒平均45.2時間、全寮制高校生平均47時間であったとしている¹⁵⁾。また Miyoshi らは20歳代日本人男子の普通食における消化管通過時間は平均28.1時間であり、また Saito らも同じく20歳代日本人男子の普通食の場合、33.5時間であったと報告している^{4,17)}。これらの結果は人種、性別、食事内容等

が異なるため単純に比較することは困難であるが、消化管通過時間が28時間から48時間であることを示唆しているといえよう。しかし、日本人女子についての消化管通過時間の報告はなく、本報告の女子における前日、前々日の食事が排便量に関連する結果は、消化管通過時間をも示唆していると考えられる。本報告では、「食物総量」が排便量と高い相関を示したが、排便のメカニズムから排便量に関連する項目として「食物繊維」だけでなく、「食物総量」の検討も必要であると考えられる。又、「総水分量」も高い相関を示したが、その生理作用は具体的に把握しにくく、今後の検討課題となると考えられる。

この稿を終わるにあたり、病床にありながら熱心に統計的解析をご指導下さり、この論文の完成を見ずして逝ってしまった故大井龍夫先生に厚く御礼申し上げますと共に、心よりご冥福をお祈り致します。

(受付 2002.10. 4)
(採用 2003. 7.18)

文 献

- 1) 武副礼子, 平井和子, 岡本佳子, 他. 女子学生の排便傾向と食物摂取状況との関連について. 栄養学雑誌 1985; 43: 93-98.
- 2) 武副礼子, 平井和子, 許 淑珍, 他. 年齢・性別および地域別による排便回数と排便状況について. 栄養学雑誌 1986; 44: 111-118.
- 3) 南 夏代, 平井和子, 武副礼子, 他. 高校生の排便頻度と食生活に関する意識調査. 栄養学雑誌 1991; 49: 307-314.
- 4) Saito T., Hayakawa T., Nakamura K., et al. Fecal put, Gastro-intestinal Transit Time, Frequency of Evacuation and Apparent Excretion Rate of Dietary Fiber in Young Men Given Diets Containing Different Levels of Dietary Fiber. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 1991; 37: 493-508.
- 5) 中路重之, 坂本十一, 菅原和夫, 他. 一般住民における便通, 便硬度と食品, 嗜好品摂取との関連性. *日本大腸肛門病会誌* 1993; 46: 225-239.
- 6) Takahashi H., Yang I. S., Hayashi C., Kim M., et al. Effect of partially hydrolyzed guar gum on fecal output in human volunteers. *Nutrition Research* 1993; 13: 649-657.
- 7) Takahashi H., Wako N., Okubo T., et al. Influence of Partially Hydrolyzed Guar Gum on Constipation in Women. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 1994; 40: 251-259.
- 8) 大矢靖子, 米田泰子. 便秘と食物摂取状況及び食生活に対する意識との関連性. 栄養学雑誌 1995; 53: 385-394.
- 9) 池上幸江, 大沢佐江子, 深谷志成, 他. 若年者の排便習慣と食物繊維摂取の関係. 栄養学雑誌 1996; 54: 307-313.
- 10) 坂田由紀子, 石樽清司, 新保慎一郎. 女子学生の排便およびその日間変動 第1報. *日本公衛誌* 2000; 47: 385-393.
- 11) 竹久文之. 食物繊維の性質と機能. 土井邦紘, 辻啓介. 食物繊維. 東京: 朝倉書店 1997; 67-69.
- 12) 大村節子, 門司和彦, 竹本泰一郎. 慢性便秘症患者の食生活と食物繊維摂取量. *日本栄養・食糧学会誌* 1994; 47: 349-356.
- 13) 平塚秀雄. 女性と便秘. *日本大腸肛門病会誌* 1990; 43: 1070-1076.
- 14) 健康・栄養情報協会編. 国民栄養の現状 平成11年国民栄養調査結果. 東京: 第一出版 2001; 72.
- 15) Burkitt D. P., Walker A. R. P., Painter N. S. Effect of dietary fiber and transit-times, and its role in the caution of disease. *The Lancet* 1972; 2: 1408-1411.
- 16) Cummings J. H. *CRC Hand book of Dietary Fiber in Human Nutrition.* Florida: CRC Press 1993; 263-350.
- 17) Miyoshi H., Okuda T., Oi Y., Koishi H. Effects of rice on fecal weight, apparent digestibility of energy, nitrogen and degradation of neutral detergent fiber in young men. *J. Nutr. Sci. Vitaminol.* 1986; 32: 581-589.
- 18) 中村公英, 牧野 勲. 便秘と食物繊維. 土井邦紘, 辻 啓介. 食物繊維. 東京: 朝倉書店 1997; 317-318.
- 19) 岡本英三, 庭本博文, 大橋秀一. 難治性の慢性便秘症. *外科* 1993; 55: 2-6.
- 20) 坂本一久. 便秘. 診断と治療 1986; 23: 13-19.
- 21) Dreher M. L. In *Handbook of Dietary Fiber*, New York: Marcel Dekker, Inc, 1987: 218.
- 22) Stephen A. M., Cummings J. H. Mechanism of action of dietary fiber in the human colon *Nature* 1980; 283-284.
- 23) 奥 恒之. 食物繊維の生理. 食物繊維. 東京: 第一出版 1995: 88-89.

FECAL WEIGHT AND ITS DAILY FLUCTUATION IN YOUNG WOMEN PART 2 RELATED PARAMETERS

Yukiko SAKATA* and Shinichiro SHINBO*

Key words : female students, time series, correlation, daily variation in defecation, related aspect in defecation

Objective In the first part of this survey, we examined the influence of one's dietary habits and physical conditions on the frequency of defecation and fecal weight. We concluded a need for a time series analysis for further investigation.

In the present supplementary study, we analyzed the correlation between fecal weight and nutrient intake, dietary intake and exercise and the daily variation in defecation and its related aspects.

Method The survey was conducted for two 30-day sessions, during which we amassed data for four 20- to 22-year-old females, focusing an eight different parameters, including the fecal weight, the number of defecations per day, the weight of free-access food items, and kinds of dietary intake. We first standardized the measured data: for comparison of the data from the two time series analyses, we used the "relative", standardized weight, after minimizing the difference between the measured weight and the average weight. This allowed examination individual of correlation coefficients, for the relation between the two time series, in terms of the cycles of the constituents.

Results Time series analysis indicated that variation in fecal weight occurs 3- or 4-day cycles with a correlation coefficient higher than 0.7.

Fecal weight and physical exercise or dietary intake are correlated; the total dietary intake over the two previous days is the most important influence followed by how much dietary fiber one continues. A correlation with the total quantity of water was also found, with lower correlation coefficients for fat intake and physical exercise.

Regarding relationships between fecal weight and dietary component: the greatest correlations were with vegetables, followed by fruits, cereals, potatoes, and starch in that order.

* Department of Food Science, Kyoto Women's University