ノ ー ト

[*Nippon Nôgeikagaku Kaishi*
Vol. 60, No. 7, pp. 525~527, 1986]

回-直腸吻合ラットの消化管内容物移動
速度に対する食物繊維の影響

中島 昭, 海老原 清*, 宮田富弘*

(松山東雲短期大学食物科,
*愛媛大学農学部農芸化学科)

昭和 61 年 2 月 5 日 受理

Effects of Feeding Dietary Fibers on the
Gastrointestinal Transit Time of
Ileorectostomized Rats

Akira NAKAJIMA, Kiyoshi EBIHARA* and
Tomihiko MIYADA*

Department of Food Science, Matsuyama
Shinonome Junior College, Matsuyama 790

*Department of Agricultural Chemistry, Faculty
of Agriculture, Ehime University, Matsuyama 790

The effects of wheat bran, Solka-floc and pectin on gastrointestinal transit time (TT) were investigated in ileorectostomized rats. After the operation, the rats were fed a fiber free diet (FF diet), a FF diet with 10% wheat bran (WB diet), a FF diet with 10% Solka-floc (SF diet) or a FF diet with 5% pectin (P diet) for 4 weeks ($n=5$, in each group). No significant differences were found in the growth rate of rats fed the FF diet, WB diet or SF diet. However, the growth of rats fed P diet decreased compared with the other groups. Under P diet feeding, TT was remarkably delayed compared with rats fed FF diet. On the other hand, the WB diet or SF diet did not have any effects on TT. As it is well known that WB and SF diet decrease TT in the large intestine, over results here suggest that TT in the small intestine is delayed by feeding these dietary fibers.
(Received February 5, 1986)

食物繊維 (dietary fiber, DF) が種々の栄養学的効果を有することはすでに知られている⁽¹⁾。これらの効果のうちのいくつかは DF 摂取による腸内容物容量の増加

と腸内容物の移動時間 (transit time, TT) の短縮によるものと考えられている⁽²⁾。しかし一方では DF は大腸部での TT を短縮するが空腸-回腸間の TT はかわらないか逆に延長されるとの仮説も提起されている⁽³⁾。

一般に食品中のある成分の消化・吸収量は摂取量とフン中への排泄量との差から、また TT は標識物質のフン中への出現時間から求められている。しかしこれらの方法では長い時間をかけ大腸を通過した後の内容物を回収することになり、栄養素の消化・吸収に重要と考えられる小腸部での内容物の挙動を知ることは困難である。

そこで本研究では盲腸・結腸を経ずに小腸の内容物を回収できるように回-直腸吻合術 (ileorectostomy) をラットに試み、物理化学的特性の異なる 3 種の DF の小腸部の TT に対する影響について検討をした。

体重約 120 g のウィスター系雄ラット 20 匹に回-直腸吻合術を施した。手術の様式を Fig. 1 に模式的に示す。まず、①摘出する盲腸と結腸 (Fig. 1 打点部) に向かう血管、すなわち、回盲動・静脈、右、中、左結腸動・静脈の 4 組を腸管に近い場所で結紮し切断する。②回腸末端および結腸末端の 2 カ所で腸管を切断し盲腸と結腸を摘出し、③回腸と直腸の断端を吻合した。

飼料には精製飼料 (fiber free diet, FF 飼料) と、これに小麦ふすまを 10% 添加した飼料 (WB 飼料)、ソルカフロックを 10% 添加した飼料 (SF 飼料) およびペクチンを 5% 添加した飼料 (P 飼料) を用いた。FF 飼料の組成は以下のとおりである: カゼイン, 20%; コーン油, 5%; ミネラル混合物, 4%; ビタミン混合物, 1%; ショ糖により全量を 100% とした。

小麦ふすまの調製法および組成は既報⁽⁴⁾と同様である。ソルカフロックはファイザー社製、ペクチンは大日本製薬社製のものを使用した。

手術後 1 週間以上 FF 飼料で飼育し十分に回復したのち体重に従って 4 群に分け、各群にそれぞれ FF 飼料 (FF 群)、WB 飼料 (WB 群)、SF 飼料 (SF 群) あるいは P 飼料 (P 群) を与え 4 週間飼育した。

実験飼料にかえてから第 2 週目の 7 日間フンを採取し各種 DF の分解率を測定した。飼料およびフンについて小麦ふすま、ソルカフロックは NDF 含量を Van Soest の方法⁽⁵⁾に従って、ペクチンは Wise and Gilbert の方法⁽⁶⁾に従ってそれぞれ測定し、 $(I-F) \times 100 / I$ により分解率を求めた。I は摂取した、F はフン中のそれぞれ NDF あるいはペクチン量を示している。

Fig. 1. Schematic Drawing of the Digestive Tract in the Rat. Left, before the operation; right, after the ileorectostomy. The rectum, about 3 cm long, was directly continuous with the ileum.

TT の測定は 22 日目と 25 日目の 2 回行い平均値を求めた。ラットを 8 時間絶食させ、0.5% カルミンを含む各実験飼料を 15 分間摂取後カルミンを含まない通常の飼料と取りかえた。その後 15 分ごとにフンを観察し、カルミンで赤く染まったフンが初めて観察されるまでの時間を TT とした。

各実験食での 28 日間の体重増加量を Fig. 2 に示す。手術後ラットは順調な成長を示し、FF 群での体重増加量は 181 ± 8 g であった。WB 群および SF 群での体重増加量はそれぞれ 197 ± 5 g と 164 ± 5 g であり、FF 群と同様の成長であった。しかし P 群では 153 ± 13 g と有意な成長の低下が認められ、飼料摂取量も低下していた。P 群では肛門周辺に炎症が観察されたが、あるいはこのことが成長低下と関係があるのかもしれない。

各 DF の分解率を Table I に示す。小麦ふすまおよびソルカフロクの分解率はそれぞれ 19% と 11% であり、これらの DF は小腸ではほとんど分解されないことが明らかになった。これに対しペクチンは約 65% がすでに分解されていた。ペクチンは微生物によって分解されやすい DF でありラットでは回腸にもかなりの腸内細菌を有しているので、これらの微生物による影響を受けたのかもしれない。

DF の摂取により胃-肛門間の TT の短縮されることはよく知られている。しかし Table II に示すように回-直腸吻合術を施し盲腸と結腸を切除したラットでは小麦ふすまやソルカフロクによる TT 短縮効果はみられなかった。小麦ふすまやソルカフロクのような水不溶性食物繊維には耐糖性改善効果のみられない点⁽⁶⁾からこれらは胃内滞留時間にはあまり大きな影響を与えないと

Fig. 2. Effects of Three Types of Dietary Fibers on the Body Weight Gain in the Ileorectostomized Rats. Each point is the mean value of five rats, respectively. Average initial body weight was 126 ± 3 g ($n=20$). ○—○, Fiber-free diet (FF); W—W, FF+10% wheat bran; S—S, FF+10% Solka-floc; P—P, FF+5% pectin.

考えられる。今回の手術では直腸および肛門は残存しており、内容物は通常の排便反射により排泄される。この反射は直腸内容物が一定の体積と圧力に達したとき生じるので、排泄されるまでの時間は内容物中の不消化成分の量に直接影響を受けると考えられる⁽⁷⁾。筆者らの結腸造瘻ラット⁽⁸⁾や結腸部分切除ラット⁽⁹⁾の実験でも直腸部の TT は小麦ふすま摂取により有意に短縮された。前述のように小麦ふすまあるいはソルカフロクはほとんど分解されていないので直腸部の TT はこれらの DF 摂取により短縮されるものと考えられる。しかし胃-肛門間の TT は Table II に示すように FF 群とかわらなかった。これは小腸部の TT は小麦ふすまやソルカフロクにより延長される可能性を示している。

Table I. Apparent Digestibilities of Pectin and Neutral Detergent Fraction in Wheat Bran and Solka-floc in Ileorectostomized Rats Fed a Fiber-Free Diet Containing 5% Pectin, 10% Wheat Bran or 10% Solka-floc¹

Dietary fiber in diet	Apparent digestibility (%) of		
	Pectin	Wheat bran NDF ²	Solka-floc NDF
Pectin	64.6±3.9	—	—
Wheat bran	—	19.1±1.0	—
Solka-floc	—	—	10.5±0.9

¹ The measurement was done with the feces collected for 7 days from the 9th day to the 15th day in 28-day experiment.

² Neutral-detergent fiber, estimated by the method of Van Soest⁽⁴⁾.

これに対しP群のTTはFF群に比べ有意に延長された。ペクチンはグルコースの胃内滞留時間を延長させる⁽⁹⁾ので胃での影響を考慮する必要があるが、これはペクチンが小腸部でのTTを延長させる可能性を直接的に示唆している。

このように小腸部ではDFのTT短縮効果は認められずむしろ延長されと考えられ、DFのTTへの影響は消化管の部位によりまったく異なることが示唆された。

(1) 桐山修八：化学と生物，18，95 (1980)。

(2) D.P. Burkitt：Cancer，28，3 (1971)。

(3) 海老原 清，宇都宮富美，宮田富弘，水田 昭：

Table II. Gastrointestinal Transit Time in Ileorectostomized Rats Fed a Fiber-Free Diet with or without Dietary Fiber¹

Diet	Gastrointestinal transit time (hr)
Fiber-free diet (FF)	2.4±0.3 ^{a,2}
FF+10% wheat bran	2.8±0.2 ^a
FF+10% Solka-floc	2.5±0.1 ^a
FF+ 5% pectin	4.2±0.3 ^b

¹ Gastrointestinal transit time was measured at the 22nd day and the 25th day in 28-day experiment. The values in table are the average of two measurements.

² Mean±SEM (n=5), values not sharing a common superscript letter are significantly different (p<0.05).

農化，57，1025 (1983)。

(4) P.J. Van Soest：J. Assoc. Off. Anal. Chem.，46，825 (1963)。

(5) A. Wise and D.J. Gilburd：Fd. Cosmet. Toxic.，18，643 (1980)。

(6) 印南 敏，桐山修八編：「食物繊維」，第一出版，1982，p.73。

(7) 水田 昭，宮田富弘，有光ゆかり，海老原 清：第38回日本栄養食糧学会総会講演要旨集，1984，p.127。

(8) K. Ebihara and S. Kiriyaama：Nutr. Rep. Int.，26，193 (1982)。

(9) K. Ebihara，R. Masuhara and S. Kiriyaama：Nutr. Rep. Int.，23，1145 (1981)。