

## 白ネズミの排便と食餌のエネルギー密度

中永征太郎・彌益 あや・佐藤 孜郎

ノートルダム清心女子大学 家政学部食品・栄養学科

動物の健康状態を知るための一つとして、糞便の状態を観察することは重要な事柄である。その糞便量は、食餌中の難消化物量の多少をあらわしており、この難消化物は動物の消化管機能を維持するために必要なものであるとされている。動物に与える食餌は、可消化成分量と不消化物量から構成されているので、動物の飼育管理には、常に両者を考慮しておかなければならない。

ここでは、飼料中の可消化物量と難消化物量の割合を変えることにより、排便に対してどのような影響がみられるかについて検討を加えることにした。そこで、可消化物量の指標を飼料中の可消化エネルギーにもとめ、一方、難消化物として食品成分表にエネルギー量が示されていない海藻に着目し、エネルギー密度（エネルギーと難消化物の比）と排便との関連性を検討した。そして、排便の効果を高めるためには、食餌のエネルギー密度をどの程度に調整することが望ましいかについて把握しようとした。

実験は、25日間に涉って行った。この場合の白ネズミには Sprague-Dawley 系の雄(84日令~108日令) 5匹を用い、市販の固型飼料を粉碎し、1日3時間(午前8時~11時)給餌した。そして、まず、固型飼料を4日間与え、その間の1日の平均飼料摂取量を固体別にもとめ、5日目に、固型飼料摂取量の80%量の精白米(アケボノ種・糠の歩留り8.4%)を粉碎して与えた。この精白米食はカーミンにより赤食に着色し、精白米食に由来する糞便が識別できるようにした。次に、精白米に市販のわかめを水洗いし通風乾燥後、粉碎したものを1、3、5、10%配合した飼料を5日毎に同一白ネズミに繰り返し給餌した。そして、各供試飼料の摂食開始時から排便までの時間(胃腸通過時間)ならびに排便直後の糞便水分含量を測定した。ここで、1日3時間給餌(21時間絶食)をし

た理由は、供試食を一斉に摂取させ、排便までの胃腸通過時間を測定すると同時に、排便直後の糞便を採取し、その水分含量(保水性)を測定するためであった。前者の胃腸通過時間を知るために、供試食を摂食させた後、白ネズミを常時観察し、最初に赤食便が排泄されるまでの時間を実測した。また、後者の糞便の水分測定は、排泄直後の糞便を、あらかじめ秤量しておいたアルミ箔に採取し、糞便重量を精秤した。そして、135℃、2時間恒温器中で乾燥させ<sup>1)</sup>、30分間デシケーター中で放冷後再度重量を秤量し、糞便水分含量を算出した。

供試飼料として使用した精白米のエネルギー量については、四訂日本食品標準成分表<sup>2)</sup>に示されている356 kcal/100gの値を用い、一方わかめの難消化物含量は、ワカメ中の水分と灰分を常法<sup>3)</sup>により定量し、全体からそれぞれの含量を差し引き、Bulk含量{100-(水分+灰分)}としてあらわした。その結果、ワカメの水分と灰分の値は、それぞれ12.9%、10.6%であった。したがって、Bulk量は76.5%となった。

ここで、精白米とワカメを1、3、5、10%配合した際のエネルギー密度をもとめると、表1に示したようであり、供試飼料のエネルギー密度は、509 kcal/gから39 kcal/gの範囲であった。このようなエネルギー密度の変動が排便に対してどのように影響するかを、胃腸通過時間ならびに糞便水分含量を指標として検討した。まず、胃腸通過時間は(図1)、精白米のみを与えた場合には、13.5時間となり、ワカメの割合を増すことにより胃腸通過時間は短縮し、ワカメ10%食において、6.4時間となり、ワカメを3%以上配合することにより、胃腸通過時間は統計的に有意に短くなった。また、エネルギー密度(表1)と胃腸通過時間との相関係数(r)は、 $r=0.95$  ( $P<0.05$ )となった。

次に糞便の保水性についてみると(表2)、ワカ

表1 精白米とワカメ混合飼料のエネルギー密度

配合割合		精白米に由来する		ワカメの Bulk <sup>2)</sup>	難消化物量 <sup>3)</sup> (B)	エネルギー密度 <sup>4)</sup> kcal/g
精白米 (%)	乾燥ワカメ (%)	エネルギー (A)	食物繊維 <sup>1)</sup>			
100	0	356	0.70	—	0.70	509
99	1	352	0.69	0.77	1.46	241
97	3	345	0.68	2.30	2.98	116
95	5	338	0.67	3.83	4.50	75
90	10	320	0.63	7.65	8.28	39

- 1) 精白米の食物繊維含量0.7% (文献値：主要食品の食物繊維量測定に関する研究，地方衛生研究所全国協議会，1988年)
- 2) ワカメの Bulk {100 - (水分 + 灰分)} = 76.5 (%)
- 3) 精白米中の食物繊維量 + ワカメの Bulk 量
- 4) エネルギー (A) / 難消化物量 (B)

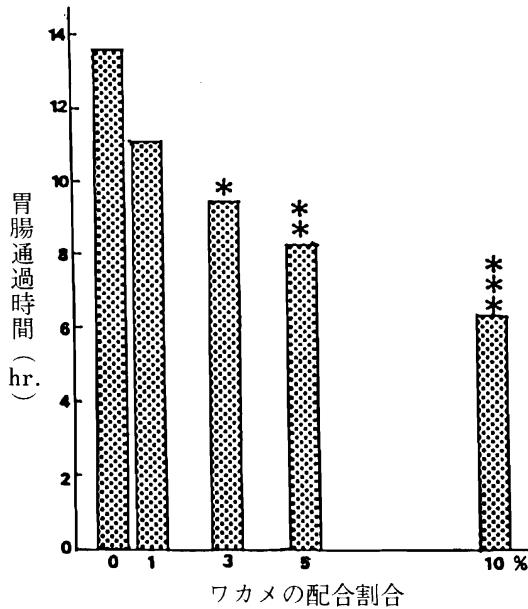


図1 精白米食中のワカメの配合割合による胃腸通過時間の変動  
精白米食 (0%) に対する差  
(\*p < 0.05, \*\*p < 0.01, \*\*\*p < 0.001)

メの配合割合を増すことにより，水分含量は56.1%から72.9%と高まり，精白米食のみを与えた場合に比較して，ワカメ5%食で統計的に有意な増加がみられた。このことは，糞便の保水効果を期待するためには，エネルギー密度を75 kcal/g程度に低下させる必要があることを示唆するものであった。この際のエネルギー密度の変動と糞便水分含量との相関性は  $r = -0.86$  ( $p > 0.05$ ) となっ

表2 精白米食中のワカメの配合割合と糞便水分含量

ワカメの配合割合 (%)	エネルギー密度 kcal/g	糞便水分含量 (%)
0	509	56.1 ± 6.3
1	241	61.3 ± 4.6
3	116	63.7 ± 8.7
5	75	64.4 ± 3.8*
10	39	72.9 ± 5.7*

\* 0%との差 ( $P < 0.05$ ) (平均 ± 標準偏差)  
エネルギー密度に対する糞便水分含量との相関係数  
 $r = -0.86$  ( $p > 0.05$ )

た。

以上のように，難消化物の給源をワカメの藻体中の Bulk 量にもとめ，消化管内容物の移行速度ならびに保水性について検討を加えてきたが，それぞれのエネルギー密度との相関係数からみれば限りでは，胃腸通過時間への影響が大であった。

ここで，両者の関連性を知るために，胃腸通過時間と糞便水分含量との相関性を図2に示した。この結果から胃腸通過時間を短縮するための条件として腸管内容物の保水性を高めることの必要性が示された。すなわち，排便効果の指標として，両者を別々に扱うことは必ずしも適切なことではない。したがって，以上の結果からみて，エネルギー密度を約100 kcal/g (116~75 kcal/g) に調整することにより排便の機能を高めることができるものと考えられる。

本報の実験内容からみて，供試食に由来する糞便を全て採取することができなかったが，本来な

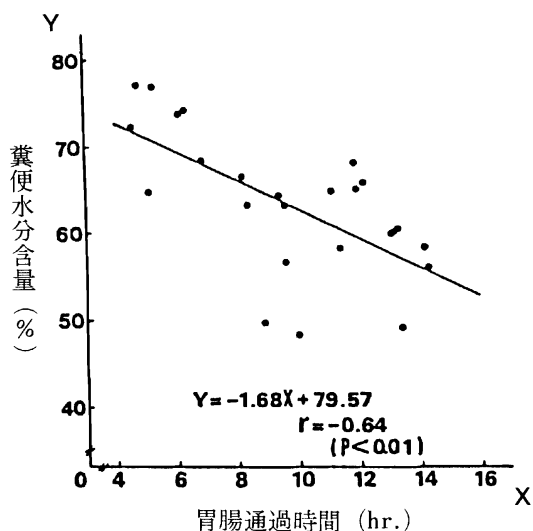


図2 胃腸通過時間と糞便水分含量の関係

らば、糞便個数と重量、糞便の形状等についてのデータを示す必要があった。

この点について、筆者らはすでに、難消化物の給源をアルギン酸、キチン、ヘミセルロース、オリゴ糖にもとめエネルギー密度と糞便量・排便の実態を検討した。その結果からもエネルギー密度が100 kcal/g程度の食餌において、排便の亢進が認められた<sup>4),5)</sup>。しかしながら、糞便の保水性は、摂取する食物繊維源の粒度が関係しており<sup>6)</sup>、微粉末の状態では、糞便の水分含量は、必ずしも高まらないことがある。そのため、本実験に使用したワカメの粒度(20~60 mesh)についても検索する必要があるが、それ以前に、ワカメ藻体中の難消化性多糖類の保水性が問題視されるところである。この点を考慮して、本報においては、ワカメ自体の食物繊維の定量値を採用せず、Bulk量によりエネルギー密度を算出した。ここでは、ワカメのみに焦点をあてて記載したが、コンブ、ヒジキ、ノリ等の海藻についても類似した排便の効果が期待できるものと予想されている<sup>7)</sup>。

エネルギー密度は、単に、食餌中の可消化物量と難消化物量との比ではなく、可消化成分の消化管内における加水分解速度、あるいは腸管吸収のパターン<sup>8)</sup>、また、消化管内容物の物性と容積、消

化管への刺激の度合、ひいては消化管ホルモン分泌<sup>9)</sup>、腸内細菌叢<sup>10)</sup>に関与するものであり、最終的には、排泄刺激に影響を及ぼすものと考えられる。

最後に、この実験結果は、白ネズミにより得られたものであるが、食餌条件をエネルギー密度(100 kcal/g)にもとめ、これをヒトに外挿すれば1日の難消化物が推測される。つまり、日本人の中等度の労作強度におけるエネルギー所要量は、成人男子では2,000~2,500 kcal/日、成人女子では1,700~2,000 kcal/日とされている<sup>11)</sup>ので、難消化物量は男性においては、20~25 g/日、女性で17~20 g/日であると推定される。この難消化物の摂取量が、そのままヒトの食物繊維の推奨値と考えることは問題の残るところであるが、少なくとも摂取エネルギーと食物繊維量を同時に考慮するための食餌条件設定の際の目安として、エネルギー密度の検討がなされなければならない。

## 文 献

- 1) 森本 宏：動物栄養試験法、養賢堂、東京、pp. 283-284, 1971.
- 2) 科学技術庁資源調査会編：四訂日本食品標準成分表、大蔵省印刷局、東京、pp. 50, 1982.
- 3) 永原太郎、岩尾裕之、久保彰治：全訂食品分析法、柴田書店、東京、pp. 140-145, 1964.
- 4) 日本栄養・食糧学会編：第42回日本栄養・食糧学会総会講演要旨集、pp. 17, 1988.
- 5) 日本栄養・食糧学会編：第43回日本栄養・食糧学会総会講演要旨集、pp. 141, 1989.
- 6) S. N. Hellere et al: Dietary fiber, The effect of particle size of wheat bran on colonic function in young adult men. Am. J. Clin. Nutr., 33: 1734-1748, 1980.
- 7) 日本栄養・食糧学会編：第38回日本栄養・食糧学会総会講演要旨集、pp. 129, 1984.
- 8) 中永征太郎：Dietary fiber の生理的效果について I - ノートルダム清心女子大学紀要 生活経営学・児童学・食品・栄養学編、通巻23号：59-63, 1978.
- 9) M. C. Woussen-Colle, et., al: Relationship of the gastrin response to the amount of food ingested in normal subjects. Digestion, 15: 322-328, 1977.
- 10) G. G. Birch, K. J. Parker: Dietary fiber. Applied

Science Publishers, pp. 256–264, 1983.

本人の栄養所要量。第一出版，東京，pp 8–20, 1987.

11) 厚生省保健医療局健康増進栄養課編：第3次改定 日