

長期高脂肪食は食欲・日常運動量に影響するか

Does long term high-fat diet affect appetite and daily physical activity?

青木貴子・黒木由希子

Takako AOKI and Yukiko KUROKI

Abstract

The purpose of this study is to investigate the effect of high-fat diet to appetite and physical activity. Ten 9week-old rats were divided into two groups: 5 rats took control diet and other 5 took high-fat diet for 50weeks. They ate freely and voluntarily ran on the wheel. Energy intake of the rats in high-fat group had strong correlation to physical activity but not in control group. The rats in high-fat group were heavier than those in control group, judging from the energy intake. The rats were most active when they were about 15 week-old. Tendency of physical activity in elder period was determined by 24 week. There was no difference between two groups about physical activity. In conclusion, high-fat diet did not increase the appetite nor decrease the activity of the rats, but it gave weight easily to rats regardless the physical activity.

序

近年、日本人の食生活が欧米化し、エネルギー摂取源が炭水化物から脂肪に移行してきている。エネルギーに占める脂肪の望ましい割合は20~25%とされているが、1999年日本人の摂取量調査では26.5%という結果が得られている¹⁾。中でも若年者、30歳未満の摂取脂肪割合は、28%を越えていた。高脂肪食は心筋梗塞、乳がん、大腸がんの危険因子とみなされており、食事指導では「脂肪を控えるように」としばしばくりかえされる。

一方、余暇、労働を問わず、身体活動時は安静時より多くのエネルギーを消費する。運動によりエネルギーを消費するのなら、余分な脂肪は体内にたまりにくくなる。高脂肪食が続いても運動量が十分あれば、高脂肪食の害は打ち消されるのではないかと。逆に、高脂肪食を摂りつづけると運動意欲が抑えられていくとしたら、日常のエネルギー消費量は減っていき、体内に脂肪がたまりやすくなるだろう。若い成熟しているラットの5週間の飼育実験では、普通食群と高脂肪食群とに運動量の差はなかった²⁾。もっと長期でも同じだろうか。

運動にはエネルギーを消費するだけでなく、食欲調節を良好にする効果もあるらしい。5週間では、運動量の多いラットは必ず多くのエネルギーを摂ったが、運動量の少ないラットはエネルギーを少ししか取らないものばかりではなかった²⁾。つまり一部のラットは少ししか動かないにもかかわらず、たくさん食べてしまうわけだ。この傾向は高脂肪食よりも普通食のラットに多く見られた。もっと長期にわたってもこの傾向は続くのだろうか。

この研究では、高脂肪食が運動量に及ぼす影響と、エネルギー摂取量に及ぼす影響とを、1年間にわたって調べた。

方法

8週齢のウィスター系雄ラット10匹を購入し、1回転1mの回転車輪がついた運動ケージ(シナノ製SN-451)に1匹ずつ入れ飼育した。1週間の予備飼育後、コイン投げに従って普通食・高脂肪食のどちらかを5匹ずつに割り当てた。普通食はクレア製CE-2の粉末飼料を用いた。高脂肪食は普通食にラードを混ぜたものを基本とし、同じエネルギー量を摂取したときの蛋白質・ビタミン・ミネラルの含量がほぼ同じになるように調整した。高脂肪食の組成を表1に示す。途中メーカーの都合でビタミンの種類が変わった。飼料100gあたりのエネルギー組成(表2)によると、脂肪のエネルギー比率は普通食で12%、高脂肪食で41%だった。

表1 高脂肪食組成

CE-2 クレア製粉末	100g
ラード 雪印製	27
ミルクカゼイン	25
ミネラル混合 クレア製	4.6
ビタミン混合 クレア製混合または日本農産工業製 AIN-93VX	0.4 または 0.8
重石石酸コリン	0.31

飼育ケージ内でラットは、摂食、飲水、運動が自由にできる。摂食量は給餌量から残食量を差し引いて求めた。運動量は回転ケージに付属しているカウンターを読み取った。これらの計測と体重測定は午前8時40分ごろ行なった。午前8時から午後8時までを明期、残りを暗期とした。HEPA フィルターを通した

表2 飼料のエネルギー比率

	普通食	高脂肪食
重量 (g、飼料 100g 中)		
炭水化物	50.3	32.6
脂質	4.4	20.0
蛋白質	25.4	32.1
エネルギー量 (kcal、飼料 100g 中)		
炭水化物	201.2	130.4
脂質	39.6	180.0
蛋白質	101.6	128.4
合計	342.4	438.8
エネルギー比率 (%)		
炭水化物	59	30
脂質	12	41
蛋白質	29	29

空気を送気するユニット(日東エアテック製 BECSEA-S100V)内で飼育した。ユニット内の温度は $24 \pm 0.2^\circ\text{C}$ 、湿度は $64 \pm 7\%$ だった。途中(25 週齢時)ユニットの故障があった。58 週齢まで飼育した。

測定値は平均値 \pm 標準偏差であらわした。週ごとの比較のほか、9~58 週齢までを 4 期(9~14 週、15~24 週、25~39 週、40~57 週)に分けての分析も行なった。2 群の比較には Wilcoxon 検定を、相関のためには Kendall の順位相関係数の算出を行ない、危険率 5% 以下のものを有意とみなした。

結果

実験開始時 9 週齢での体重は、コントロール群 $273.9 \pm 15.5\text{g}$ 、高脂肪食群 $270.4 \pm 11.9\text{g}$ で、2 群間に差はなかった。

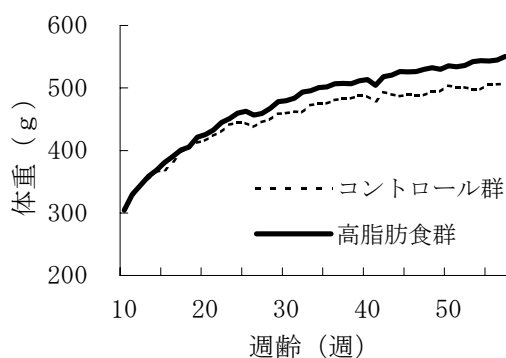


図1 平均体重

体重は週齢とともに増加した(図1)。体重増加量は若いときほど多かったため、体重グラフは上に凸となったが、週によっては減少することもあった。55 週齢ではコントロール群 506.0

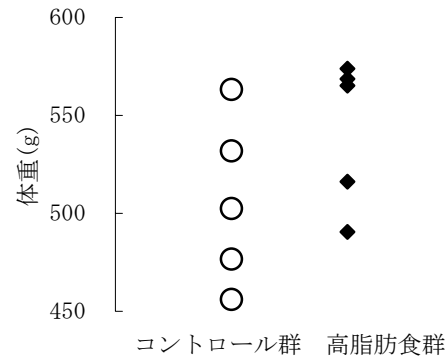


図2 55週齢の体重

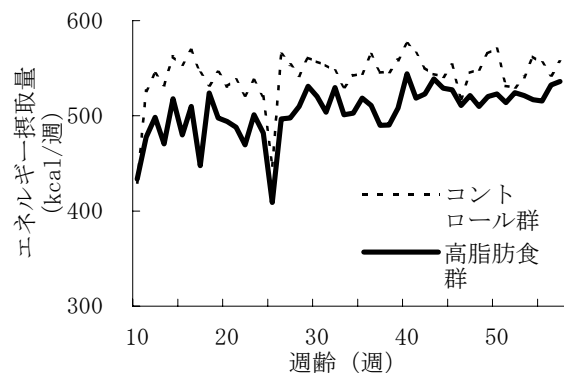


図3 平均エネルギー摂取量

$\pm 38.2\text{g}$ 、高脂肪食群では $542.9 \pm 33.4\text{g}$ となった(図2)。高脂肪食群のほうが平均値は高かったが、両群の差は有意なものではなかった。9 週齢から 58 週齢までを 4 期に分けてみると、期ごとの体重増加量が特定のラットで多い傾向は見られなかった。しかし、コントロール群では体重の順位は 25 週齢でほぼ固定し、大きいラットはずっと大きかった。高脂肪食群では、25 週齢で体重の少ない 2 匹は固定したが、残りの 3 匹の体重順位はその後もしばしば入れ代わった。

摂食量はコントロール群のほうが多かったが、100g あたりのエネルギー量は高脂肪食のほうが高いので、摂食量から摂取エネルギー量を計算し、それを比較した。摂取エネルギー量の平均値の変化を図3に示す。25 週齢で摂取量が落ちているのは、飼育ユニットの故障で、気温、湿度が異常に高くなってしまったためである。エネルギーの摂取量は 11 週齢以降では高脂肪食群のほうが低かった。ただし、ばらつきが大きく、2 群の差が有意であることも、そうでないことも、あった。54 週齢でのエネルギー摂取量は、コントロール群 $562.2 \pm 21.9\text{kcal/週}$ 、高脂肪食群 $516.9 \pm 35.0\text{kcal/週}$ だった(図4)。4 期に分けて各期のエネルギー摂取量合計を比較すると、よく食べるラットはどの

長期高脂肪食は食欲・日常運動量に影響するか

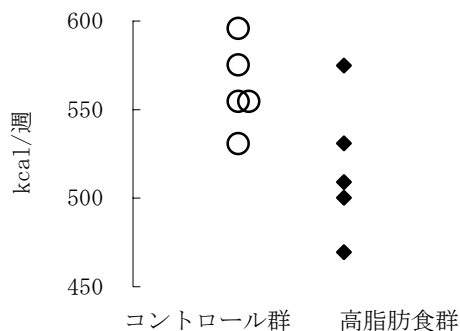


図4 54週齢摂取エネルギー

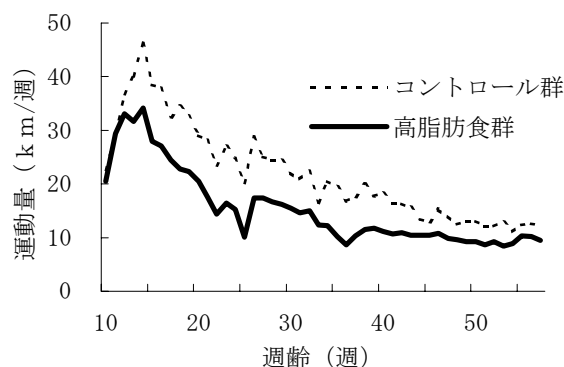


図5 運動量の平均値

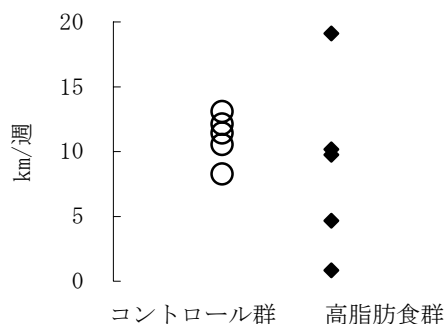


図6 54週齢の運動量

期でもよく食べる傾向があった。

運動量は初め 4、5 週増加した後、減少していった。平均値は高脂肪食群のほうが低かった (図 5) が、ばらつきはとて大きく、2 群間の有意差はまったくなかった。54 週齢での運動量 (コントロール群 $11.1 \pm 1.6 \text{ km/週}$ 、高脂肪食群 $8.9 \pm 6.2 \text{ km/週}$) を図 6 に示す。期間毎の合計 (図 7) を個々のラットで見ると、コントロール群の 1 匹を除けば、2 期以降に線の交差はなく、運動量の順位の入れ替えは見られなかった。つまり、2 期によく動いたラットは最後までよく動くラットだったということである。例外の 1 匹 (◇) は左後肢の足底に腫瘍ができて

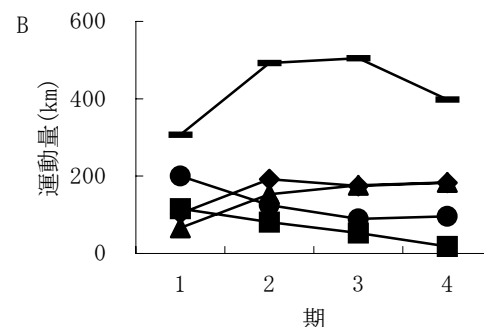
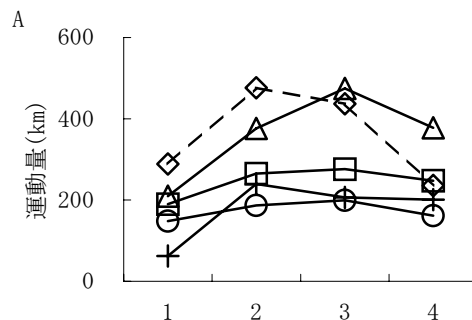


図7 運動量の期間合計 A:コントロール群、B:高脂肪食群

いた。これが痛んで動きづらくなったのかもしれない。

測定値間の関連をみてみると、高脂肪食群では運動量とエネルギー摂取量とに強い相関が見られた。つまり、たくさん食べたものはよく動いた。期間別合計での相関係数は、どの期間も 0.8 以上で、いずれも有意な正の相関であった。この相関はコントロール群には見られなかった。例を図 8 に示す。

体重の増加量とエネルギー摂取量との相関は両群とも 4 期の内どの期もみられなかった。体重の増加量と運動量との相関は、コントロール群の 2 期でだけ強い負の相関 (相関係数 -0.8 、危険率 0.05) がみられた。

9 週齢から 57 週齢までのエネルギー摂取量の合計と、58 週齢の体重との関係を図 9 に示す。どちらの群にも相関は見られなかった。しかし、図 9 に便宜的に書き込んだ直線で区別されるように、コントロール群は高摂取低体重側に、高脂肪食群は低摂取高体重側に、分布がかたよっていた。

考察

この実験では、1)高脂肪食群のほうが運動量とエネルギー摂取量との相関がいいこと、2)にもかかわらず、高脂肪食群のほうが過体重になりやすいこと、の 2 点がわかった。

図 8 に示したように、高脂肪食群の 5 匹は運動量が多いほどよく食べる傾向がはっきりしていたのに、コントロール食の 5 匹は運動量が少なくてもよく食べるものもその逆のものもいて、

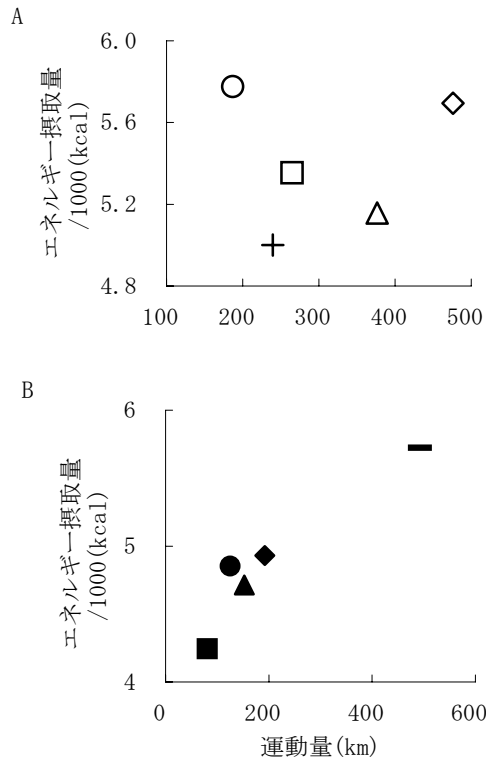


図8 2期の合計運動量とエネルギー摂取量
A:コントロール群、B:高脂肪食群

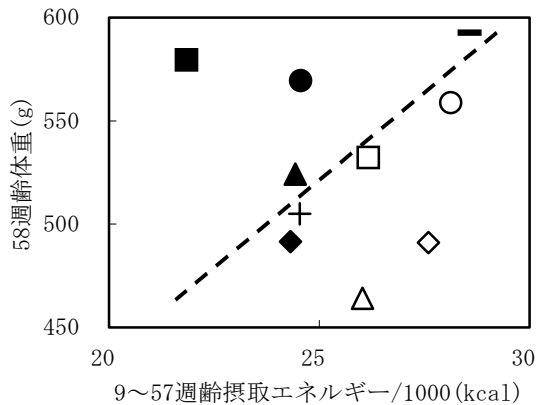


図9 摂取エネルギーと体重との関係
○+□◇△:コントロール群
●■◆▲:高脂肪食群

運動量と摂食量との相関はなかった。前回の実験²⁾で、15週齢までで見られた傾向が、58週齢まで続いていたことになる。なぜそうなるのかはこの実験からはわからない。食餌組成の違いにより、肝・筋のグリコーゲン含量に差がでる可能性はある。コントロール食のほうが炭水化物含量が多いから、グリコーゲンをためるのが容易である。高脂肪食では体のグリコーゲンがい

つも少なめとなりやすい。運動に使うエネルギー源として、ブドウ糖、グリコーゲンは不可欠で、たとえエネルギーとして十分量の脂肪が体内にあっても、グリコーゲンが枯渇すると私たちは動くことができなくなる³⁾。そのため、グリコーゲン備蓄の少ない高脂肪食群は、長く運動することができず、少し動いては食べ、次にまた動いては食べ、の繰り返しをしていたのかもしれない。コントロール群はグリコーゲン含量に余裕があるため、飽きるまで運動することができ、その「飽き」に個体差があるため、運動量に差ができるのかもしれない。もしそうなら、高脂肪食群では、個々のラットの「運動欲」といったようなものが運動量と食餌量を決めることになり、コントロール群では、「運動欲」が運動量を、それとは別に何か「食欲」を決め、それが食餌量を決めていることになる。

高脂肪食群はエネルギー摂取量と運動量とに正相関があったにもかかわらず、エネルギー摂取量が適正ではなかった可能性が高い。図9のようにエネルギー摂取量を横軸に、体重を縦軸にとったとき、右上がりの1本の直線で2群をほとんど分けることができた。コントロール群は直線の右下、高摂取・低体重側に、高脂肪食群は1匹を除けば直線の左上、低摂取・高体重側に偏ったのである。つまり、高脂肪食群のラットは、コントロール群と同じエネルギーを摂ったとすると、コントロール群よりも体重は多くなってしまふわけだ。このうち運動量も摂取量も多かったラット（最も体重の多かったもの）は筋肉量が多かった可能性があるが、その他のラット、特に2番目に体重の多かったラットは運動量がけて多くなく、過体重が筋肉・血液などの充実組織のせいとは考えにくい。むしろ脂肪太りであった可能性のほうが考えやすい。そうだとすると、高脂肪食は「食べない割には太ってしまう」食事ということになる。脂肪は私たちにとって貴重なエネルギー源ではあるけれど、エネルギー以外の利用は少なく、余った分はためておくしか方法がない。高脂肪食では、最低限の糖や必須アミノ酸の摂取のための食事量が、結果的に「過脂肪」となってしまうのではないだろうか。

運動量の経時変化は山形となった(図5)。9週齢から運動ケージに入れた場合、15週齢あたりでピークを迎え、だんだん運動量が減っていった。前回の実験²⁾は15週齢までだったから、このピークまでで終わっていたことになる。15週齢以後、24週齢までの運動量の多少が、その後の運動量を決めてしまった。若いうちに日常的な運動習慣をつけておいたほうが、年をとってから体を動かしやすいということかもしれない。テレビ・コンピュータゲームの普及、住居環境、交通事情により、若年者の身体活動量が低下していることはよく知られている⁴⁾。このまま中高年の運動不足に続いていくことを暗示しているとも考えられる。もともと、ラットの「運動欲」をヒトにそのまま当てはめて考えるのは難しいかもしれないが、

以上まとめると、高脂肪食でラットの運動量が減るとはいえ

長期高脂肪食は食欲・日常運動量に影響するか

ないし、エネルギー摂取量が多くなるともいえない。にもかかわらず、高脂肪食ラットはコントロール食ラットよりも体重が多い傾向があった。

文献

- 1) 国民栄養の現状（平成 11 年国民栄養調査結果）、健康・栄養情報研究会、2001、第一出版
- 2) 長谷川園子・青木貴子、「高脂肪食で運動量が減少するか」、1996 年、岐阜市立女子短期大学紀要第 45 輯、p55-60
- 3) 運動生理学、McArdle, W.D. 他著、田口貞善他訳、1992、杏林書院
- 4) 小林修平「健康にかかわる食事と運動」（食事と運動—ネスレ科学振興会監修より）、2000、学会センター関西
(提出期日 2003 年 3 月 5 日)