九州大学学術情報リポジトリ
Kyushu University Institutional Repository

肥満は必然であるその行動生理学的考察

緒方，道彦
Institute of Health Science Kyushu University

https://doi.org/10.15017/502

出版情報：健康科学. 10, pp.139-145, 1988-02-20. 九州大学健康科学センター
バージョン：
権利関係：

J. Health Sci., 10 : 139 − 145, 1988.

研究資料

〝肥満は必然である〟その行動生理学的考察

緒　方　道　彦

Ethnophysiological Aspect on Obesity

Michihiko OGATA

1．ラットと野ネズミ　—実験と実生活—

栄養や生理に関する生体内構構の研究は動物実験に負うところが大きい。但し，実験室で暮しているラットは自分で餌を探しに行く必要はない。いつでも食べられるラットには，自活する野ネズミたちのような苦労（生活行動）がない。

明晰な結果を得るために，慎重な実験条件が設定される。しかし精密であればあるほど，部分的な現象の解明に限られることになり，〝生の現実〟総体からの乖離が大きくなることは否定できない。健康科学は〝自立の条件〟を探求するものである。自活している動物たちの日常行動は，身体活動（運動）そのものである。実験室における研究成果を解釈する際は，ヒトも含めて被験対象本来の生活行動に配慮しつつ考察したいものである。

2．脂肪は少いほどよいのか

その昔〝太く短かく〟にはサッパリとしたいさぎよさがこめられていたが，昨今はコッテリ脂肪のイメージに変ったようである。人生は〝細く長く〟という時代になった。

脂肪は悪役なのだろうか。食物の不足に備えてエネルギー源を体内に確保しておきたい。そんなとき糖質よりも脂肪にすればコンパクトになる。脂肪畜積のメカニズムは，壮大な生物進化のプロセスを経て築きあげられた精妙な〝生物の智恵〟であった。万一の場合に備えてお金を貯めることは美徳，ヘソ繰りも大いに結構だが，現代社会ではおへその周りに脂肪を貯めるのは悪徳なのである。

理由はある。感染症の多くが克服された現在，人類究極の難題は〝心臓循環系疾患〟である。いわゆる先進工業社会における疫学統計は，肥満（脂肪の過剰畜積）を背景とする高血圧，高脂血，ストレス過剰などが究極の疾患と密接に関連していることを示唆している。

食べることは楽しい。飽食の時代ともいわれている。脂肪が貯るのは少々食べ過ぎるからというのだが，何故そうなるのだろうか。血糖値は飽食に関係している。血糖調節の機作においては，生活行動を維持するためのエネルギーが不足（血糖値の低下）すると，食物にありつくまでは体内のエネルギー備畜を動員する。その仕組みは多重であり，カテコール・アミン，グルカゴン，成長ホルモンなど複数のシステムが生物進化のなかで用意され組込まれている。しかしエネルギー過剰（血糖値の上昇）を処理するのは唯一インシュリン系しかない。生活水準の向上（文化的進化）はグルメの楽しみを与えてくれたが，このようなことは生物学的進化のなかではついぞ経験されることのなかった生活条件なのである。長年にわたる食べ過ぎは，唯一の処理システムを疲労させるもとになる。インシュリン系の不全による糖尿病は生物進化と文化の矛盾の産物といえるかもしれない。食べ過ぎなければよいのだが，食欲の調節機転も「食べ過ぎ」には甘いようである。

2．個体重は運動と摂食量を反映する

狭い囲いに入れられたトリやブタはタップリ餌を食べよく肥える。“Penning up” という手法は昔から知られている。運動が不足しエネルギーを消費しないから脂肪が増える。肥え過ぎると個体の存在には不利であったはずなのに，生物進化のなかで練り上げられた〝遺伝的プログラム〟は肥満防止に敏感ではないらし

Institute of Health Science, Kyushu University 11. Kasuga 816, Japan.

い。飢餓や空腹の場合と異り，食物があれば家畜たちは食べつづける。

ジャングルやサバンナの暮しを離れ，近代設備の整った動物園のなかにおさまった動物たちも例外ではない。もはや自分で餌を探しに行かなくともよくなったライオンやゴリラたちは，ゆったりと肥えて寝そべっている。

ヒトも含めて動物には，

① 運動しなくても食べられる

② 余分なカロリーは脂肪として畜える

という能力がある。どうしても肥えないひともあるが，一般的には肥満（単純性肥満）は〝生理的必然〟のようである。

× ×

生命系はホメオスティシス（Homeostasis）を特徴としている。生体機能の調節・制御は精妙を極め，生物個体の生存を可能にしている。前述の血糖調節も恒常性の好例であり，食欲調節の核心をなすとされている。

空腹になれば動物たちは〝摂食行動〟を起す。食物が眼前に置かれているような実験の場合なら，ことは簡単であるが，実際の生活になると食物を探し，獲得して食べるという行動は複雑で高次な生理・心理的活動である。自立する個体の生存がかゝっているのである。

うまく食物にありつけると，やがて血糖値が上昇してくる。ところで食欲を血糖の変化のみで説明すると，血糖の低下と上昇の間の機作をバイパスしてしまうことになる。

色気（性欲）は大切なものであり食気（食欲）に優るというひともある。事実，繁殖期に入ると全く食べず，すべてのエネルギーを生殖に使い果し，子孫を残して死んでいく動物たちがいる。しかし，繁殖期という特別の時期でなければ，生きることは食べることである。

今や，体重の調節は現代人の悩みのタネであるが，さて，体温調節の様に体重に関するセット・ポイントがあるといえるのだろうか。ともあれ体重は食欲調節と密接に係っているはずである。動物たちは腹一杯になるまで食べ，余分のカロリーは脂肪として貯える。体重は結果であり，ある目標値を厳密に調節・維持することはないらしい。どこで腹一杯と感じるかというので限界が決まることになる。

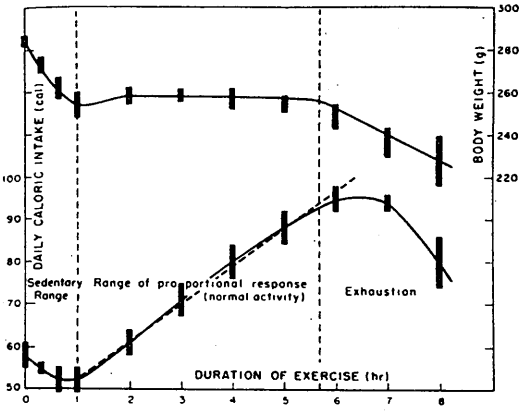
実験動物と違い自立して暮している動物たちは，敵を避け餌を取る主体的な生活行動を営んでいる。摂食行動は日常生活の重要な部分であり，食欲の生理学を論ずるときに決して無視（バイパス）する訳にはいかない。実生活において，食べることは動くことである。〝至適体重〟というのは，その個体にとって日常的な生活行動の効率が最もよい〝体重〟といえるだろう。動物の生存能力が充分に発揮され，よい体調が維持されるのが望ましい。〝生活行動〟は身体的活動，つまり運動により営まれる。体重は摂食量と運動量の反映であるが，実生活における運動量はゼロではない。

自然環境のなかで生き抜くための身体活動所要量があり，その活動を保証するような生理・心理的機構が進化のプロセスを通して動物個体に組み込まれるようになってきたはずである。動物それぞれの至適体重もこの視点から考えてみなくてはならない。

4．Mayer の示唆　—カロリー摂取と運動—

運動強度と隨意的（voluntary）な摂食量の関係について，Mayer 教授の評論(1)は多くの示唆を与えてくれる。

第1図



Voluntary caloric intake and body weight as functions of exercise in normal rats.

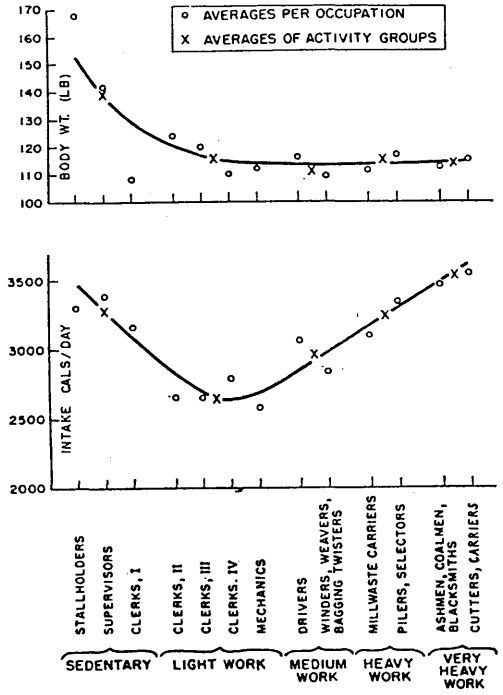
(MAYER, 1960)

第1図はラットについての実験である。横軸は運動負荷の持続時間であり，縦軸の左側はカロリー摂取量（cal/日），右側は体重(g)の目盛である。枠内二本の点線に狭まれた部分は摂取カロリー量が，運動負荷の増大に比例している領域（Range of proportional response, 以下 RPR）であり，RPR の中ではラットの体重は略一定である。RPR の右側で運動負荷は過重となり摂食量も低下し，体重は減少，明らかに exhaution の領域である（以下 EXH)。これに対して

RPR の左側では，運動負荷は軽減されていくにも拘らず摂取カロリーは増大してゆく。それとともに体重も増加している。脂肪畜積のおこる領域（以下 SED）である。運動をしなくても食べられ肥えることが明らかである。

この様な傾向がヒトの場合にもみられることを Mayer は示している。

第 2 図



（西ベンガル人，MAYER, 1960）

第 2 図はインドの西ベンガルにおける研究の結果である。動物実験の場合と異り，ヒトの日常生活において長期間にわたり摂取カロリー量を正確に把握することは至難であるが，西ベンガルでは食事内容が極めて単調である。さらに対象を自炊生活者に限定したことも有利であった。その上で一日中座っている仕事から，毎日 9 時間は体重の倍近い荷物を運ぶ仕事まで多様な職業に従事している人々について調査したものである。対象者は 5 グループにわけられ，サブグループも設けられている（図 2 参照）。図 2 では体重データは上段，摂食量は下段に，仕事の強度に対して示されている。ヒトの場合にもラットの実験と同じ様な傾向があり，RPR や SED の領域の存在が認められる（EXH はみられない）。

Mayer は既にこの研究にもとずいて，運動不足と肥満の関係を度々指摘しているが，こゝでは，至適体重について考察してみることにする。

5．進化・遺伝と〝至適体重〞

地球の生態系に占めるそれぞれの位置に応じて動物たちは生活している。適者生存を果している個体は，進化の成功種としての構造・機能を駆使して食物を獲得し，ベストの健康状態を維持している。この状態における個体重量は，望ましい「至適体重」（optimum body weight, 以下 Wop）といえる。Wop は，必要かつ充分な栄養摂取量によるのは当然であるが，その摂取を可能とする健康な体調，活力に溢れる生理・心理的行動に支えられている。

体温調節の研究でも，個体内の調節機転に注目してしまうことが多いが，環境温が個体内の調節能力を超えるようになると，動物たちはより適当な温度条件の環境に移動する。つまり，行動性の体温調節というものがある。体重の場合，例えば血糖調節は重要な体内機転であるが，それよりも個体全体としての生活行動をみなくてはならない。個体の体重は適度な摂食量と，それを可能とする日常的行動量の結果とみるべきである。体重維持は，体温調節よりも包括的な，「行動性調節」あるいは「行動性制御」とみる必要がある。実験室的な研究では行動学的な側面が欠落し易い。体重のコントロールが，栄養摂取の可否にされ勝ちであったが，ヒトも含めて動物たちの栄養摂取は，生活行動（運動）に支えられていることを忘れてはならない。

それぞれの動物種における Wop を考える実例として，Mayer のラットの場合は図 1 における RPR 領域の体重があげられる。実験室的研究であり，ラットが自ら生活している状況ではないが，運動負荷量に比例して摂食量は増大するのに体重は一定水準を保っている。その左端，SED に移行する附近の運動量は進化学的な意味で，自立可能な生活における運動所要量の必要最少限度（Minimum essential level, 以下 M 点）とみなすことができよう。

種個体の構造・機能は遺伝的プログラムによって規定される。遺伝型は環境との対応によって表現型となるものであり，Mayer のラットたちも，それぞれの実験条件により体重は異っている。糖質利用能（摂食量）が体重変化に影響しない領域 RPR は，永い進化の過程のなかでラットの遺伝形質の形成に有利となった生

活行動のあり方を反映するものであろう。反面EXHはラット個体の健康を脅やかすものであったといえる。この点SEDでは脂肪畜積がみられるが，その意味は後に述べる。ラットの運動負荷実験における摂食量の動態は，〝遺伝型〟を暗示しているのである。

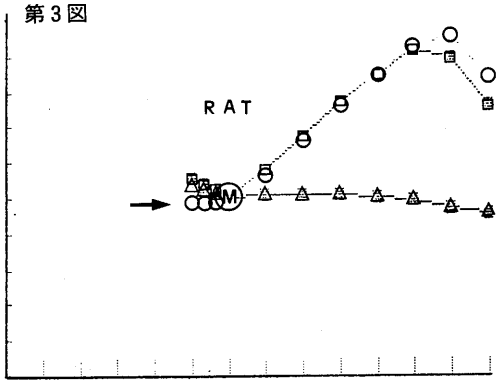
M点以上の運動量をこなさなければ，ラットは自活できなかったのである。

それならヒトは，ということになる。西ベンガルの調査で，Mayerは，ほゞ同じ身長（155 cm～160 cm）の対象者を選んでいる。その結果が図2であったが，こゝでもRPR相当の領域では体重は摂食量の増大に反応していない。軽作業グループのなかに，SEDとRPRの変移点があり，やはりヒトについてもM点は存在しているようである。

6．ラットとヒトの一般的な傾向

体重と摂食量の三者の関連を総括してみるために，ラットとヒトを合わせてプロットすることにした。

第3図

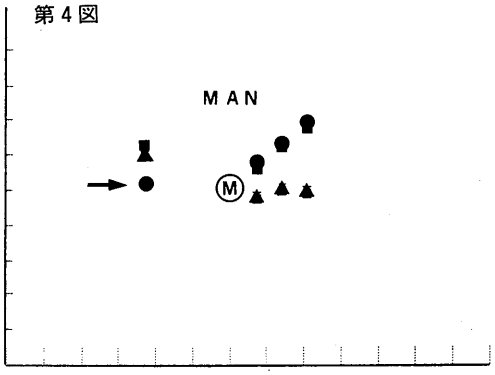


第3図はラットのデータを無次元化したものである。M点を基準とし，M点における運動量，摂食量，体重をそれぞれ1.0とおく。この基準からの相対値で図1を描き直したものが図3になる。中央がM点であり右半分がRPRとEXH，左半分はSED領域となる。図中の△は体重，□は摂食量である。こゝで体重と摂食量の関係をみるために，単位摂食量として

単位摂食量≡〔摂食量，Cal/日〕÷〔体重，gm〕

単位体重当りのカロリー摂取量を検討してみることにする。第3図のなかの○がM点の単位摂食量を基準としているものである。RPRとEXHでは体重にあまり変化がないので，○と□は殆んど重なっている。しかし，SEDになるとこの単位摂食量は一定となり，M点の基準レベルを維持しているのが認められる（矢印参照）。

第4図



第4図は西ベンガル人の場合（Mayer，図2）について同様の操作を加えたものである。ヒトの体重は▲，摂食量は■で示し，単位摂食量を●でプロットしている。

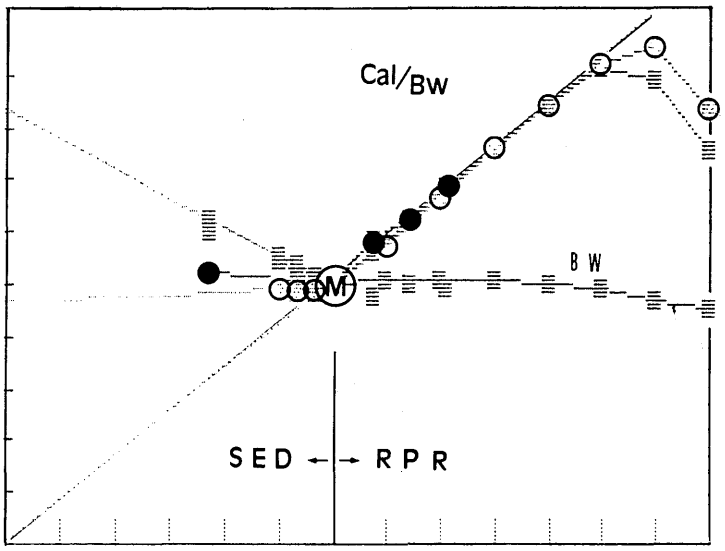
ヒトのM点は軽作業（事務職）グループの平均値とした。このM点に対する重作業の相対強度はラットの場合ほどの広がりはみせない。仕事中の個々の作業強度に大差があるにしても，一週間を通し，通常の日常生活行動量も含んだ「平均運動所要量」となると，グループ間の相違は縮少することになる。最も重い作業者（Very heavy work, 図2）で，ラットの運動負荷の3時間/日を下廻る程度に相当している。一方SED領域ではラットの運動負荷ゼロよりも，ヒトの坐業者（sedentary, 図2）グループの方が遙に活動量が低い。ラットの負荷ゼロは，実験上のタスクが免除されているのみで，ケージのなかの日常的な活動量は結構大きい（せわしなく動き廻る）ことを考えると当然である。このSEDにおけるヒトの単位摂食量もM点とほぼ同じレベルを示す（矢印参照）。肥えたひとが沢山食べるというのは，単位摂食量は同じでも体重が大きいからなのである。これに対して，よく動くRPR領域のひとは，活動量に応じた糖質利用能の増大＝単位摂食量の増加，により沢山食べているのである。

第5図は，図3と図4をまとめ相互に関係する量の回帰直線を入れたものである。

ラットとヒトの実験・研究を通じて一般的な傾向が，M点を中心として認められるようである。

第4節における図1と図2のいづれも，身体的活動量のあるレベルで摂取カロリー量が最低となる点があることを示している。動物個体の構造・機能はそれぞ

第5図



れの遺伝的プログラムに依存している。そのプログラムの形成が進化学的な時間のオーダーでなされてきたことを考えると，人為的な飼育環境のもとでもラット本来の生活に必要な身体活動量がM点に示されるとみなすことができる。このM点におけるラットの摂取カロリーと体重は，それぞれ52.5 Cal/日，253.5 gm程度（Mayerのグラフより推定）である。

西ベンガル人の場合，M点を軽作業グループの平均値においた。摂取カロリーは2674 Cgl/日，体重52.7 Kg（推定値）である。

ラットのデータは一定負荷のタスクを6～7日連続した上でほぼ定常的となった値が示されている。つまり，運動負荷の前後の生活行動を含めた身体活動のレベルにもとづいているのである。西ベンガル人の場合も一週間以上の日常生活の総体が含まれて身体活動レベルが示されているのである。このような長時間のエネルギー摂取量は，定常的な生活行動が維持されているという意味でエネルギー消費量を表現している点にも留意しておく必要がある。個々の運動負荷実験などにおけるエネルギー・バランスとは別のタイム・スケールであり，日常生活におけるエネルギー消費量をかえって忠実に反映しているものといえる。日本や西欧の場合には，食物摂取の実態をとらえることが難しい。その意味で西ベンガル人を対象としたMayerのデータは貴重なものである。こゝではM点が浮び上っている。そのデータは図5に示したように，ラットの傾向によく一致していることがわかる。

ヒトのM点は，軽作業グループに現われているが，興味深いのはサブグループの事務員（ClerksⅡ，Ⅲ）である。仕事中の身体活動量は，図2中のClerks Ⅰと同様であるが，Ⅰは工場内の社宅暮しであるのに，Ⅱ，Ⅲは毎日3～6マイルの通勤歩行を必要としている。ヒトの場合の日常的な身体活動所要量は，〝毎日5～10 Kmほど歩く〞程度以上であることを示唆している。

日常的な身体活動レベルがM点を下廻るようであっても単位摂食量の減退は起らないから，脂肪は畜積し体重が増加していく。先進工業社会の一般的なライフ・スタイルで，ときたま激しいスポーツをしても、週平均の身体活動量はM点を上廻りそうにない。

〝肥満は必然である。〞

7．個人の至適体重，Wop，を探す

生命を維持するエネルギーの消費と供給について，複雑・精妙な生理的調節がある。しかし体重の変動は大きい。±40%の増減もありうる。個人の〝体重〞は生体内調節に加えて生活の総体を表現する総合的な生理的指標とみることができるだろう。

現代生活で脂肪が貯るのは必然であるが，本来，SED領域で単位摂食量が運動量の低下に比例しなくなり，脂肪の畜積を起すのは重要な生理的機構なので

ある。この仕組みがなければ，動物たちは空腹や飢餓に長期間耐えられない。冬眠や渡りのような長い断食下の生活は不可能になる。自然の暮しのなかで，多くは望めない安静・休息の間，エネルギーを効率よく備蓄する生理機構は〝悪役〟ではなかったはずである。それだけに血糖の場合と同じく脂肪過剰という異常事態が続くと，自律諸機能に狂いを生じ易くなることも宿命なのであろう。動物は〝飽食〟に対して進化学的に経験不足なのである。生活できるなら体重は何キロでもよい。しかし生理・心理的機能の効率が最も望ましい状態を保つような体重があるはずである。図5のM点附近は総合的にみて至適条件とみなしうるものであろう。

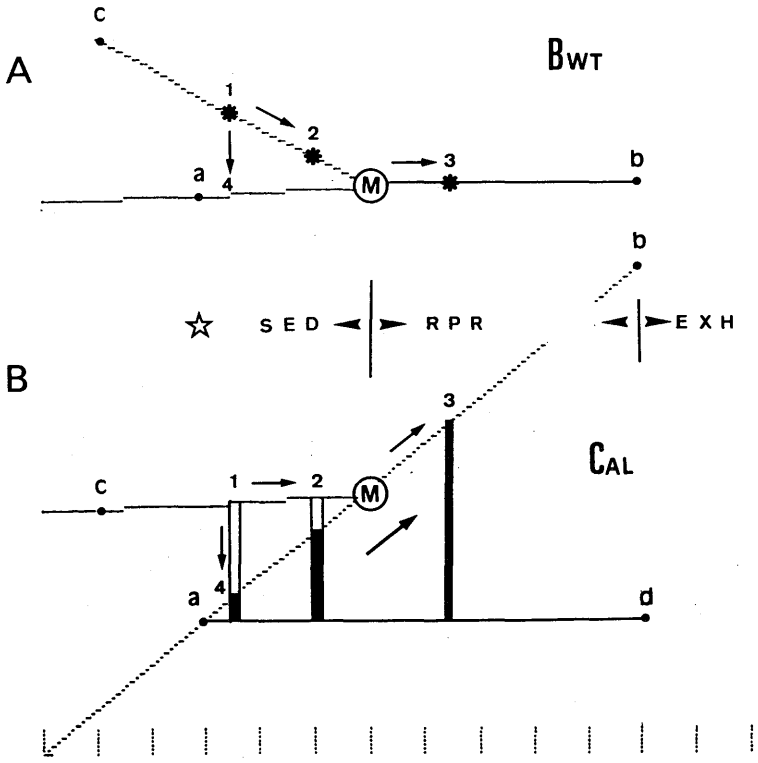
形態や機能に関する様々な変数で個体の健康度が表現される。生涯にわたって殆んど変化しない「身長」は，個体の遺伝的指標になるが，「体重」はこれまで述べたように，総合的な生活関連の変数としての性格を持っている。疫学的な標準値も充分参考にはなるが，個人的なWopは自分のM点を求めてみればよい。

第6図はM点を中心とするこれまでの考察を要約したものである。図6のAは体重，Bは摂食量につき，第5図の要領で示している。図の左下端から右上方に向う点線（a—M—b）は，RPRにおける単位摂食量と運動量の回帰直線である。点線上の点aは安静臥位に相当する。ヒトのM点は体重1キロ当り約50 Cal/日になるので，その半分程度とみなし，線（a－d）が基礎摂食量レベルを示している。基礎レベルより上で線（a—M—b）に沿った摂食量を超えない場合，体重はAにおける線（a—M—b）上またはそれ以下になる。Bの線（C—M）はアドリブ（ad libitum）摂食の場合，SED領域における単位摂食量の回帰直線である。運動量の減少につれて線（C—M）と線（a—M）の差が増大している。摂食増大に対応する体重の増加が，Aの点線（C—M）に示されている。

個人の体重変化の様子を図6により考えてみる。あるひとの体重がAの点線（C—M）上の点1である場合，摂食量はBにおける1の棒グラフ＋（a—d）になる。このひとが日常行動はそのまゝ（低い運動量のまゝ）でも，棒グラフの1→4と単位摂食量を抑える（減食）と，体重はAの1→4に減少する。この場合，糖質利用能の増大，生理代謝の活性化は起らない。

もし同じひとが，減食することなく運動量を増す，

第6図



Bの線（C—M）上で1→2と右に動いた場合は，2の棒グラフにみられるように脂肪代謝量（白い部分）が減少し，糖質利用能（黒い部分）は増加し生理代謝は活性化される。その結果，体重はAの点線（C—M）上を1→2に動き減少する。運動量がM点より右，RPR領域の3まで高められていると，Bの棒グラフ3のように活発な糖質利用能の増大（黒い部分のみ）があるが，体重はAの線（a—M—b）上の点3で，一定体重が維持されるのである。万一，摂食量がBの点3を下廻ることがあれば，体重は一定値を保ち得ないで減少する（EXHで起る現象と同じ）。

個人はそれぞれの遺伝的プログラムに応じて，個別のM点を持つと考えられる。このM点を求める実際的な方法は，運動量を変化させてみることである。疫学的な標準値もほゞM点の体重に近いであろうが，生理代謝不活発のまゝで減食に依存する減量は進化の自然に反する矛盾があるようである。普通に食べながら（アドリブ方式）の減量の方が望ましい。こゝでいう運動量は日常生活の総体を含んだ平均量であることに留意する必要がある。

例えば万歩計を歩数計というより身体活動度の計測に使うこととし，起床直後から就寝直前まで着用し記録してみる。一週間連続して記録した値の平均値を，平均運動量とする。食事は従来のまゝでよいが，体重は朝晩測り記録してゆく。週または月単位の持続が必要であるが，平均運動量の増加にともない体重が減少傾向をみせれば，M点の左測SEDの領域であるということになる。西ベンガル人のデータから推測すれば，M点とは万歩計の平均値が1万～1万5千以上である。この方法は簡単，（但し根気が必要）ではあるが，これまでに述べた考察の実際的な応用である。〝20才体重〞は生理代謝活性の高い年令でもあるが，ほゞその個人のM点とみなしてよいであろう。

この小論は，極めて当り前のことを述べているに過ぎないが，多くの科学的な研究や方法が，「日常的な生活行動」の意味をなおざりにして精密さを誇っている傾向がある。その面を強調し，生活人でもある研究者の参考になることを期待するものである。

1. MAYER, J. Nutrition and Athletic Performance, Physiol. Revs., 40, 369. 1960.