

ペドメーター歩数からみた体重の定常維持に必要な活動量

吉田 勝志*

The Amount of Daily Physical Activity Required for Preserving a Constant Weight; On the Basis of Observation Both by Counting the Number of Steps with a Pedometer and by Checking Weights.

Katsushi YOSHIDA*

(Received May 28, 1993)

Observations of the number of steps per day (with a pedometer) and variations of weight (twice a day) of one subject over a six-year period turned out as follows:

- (1) a comparatively slight rise in weight shows a rapid descent when the amount of physical activity has a monthly average of more than 11,000 steps per day.
- (2) the weight once lessened is preserved nearly constantly with the yearly average of about 9,000 steps per day.
- (3) the weight begins to go up when the monthly average is about 7,000 steps per day, continuing to rise when the yearly average is 7,000 level steps per day.
- (4) the tendency toward a gradual increase in weight is kept down and fixed with the yearly average 8,000 level steps per day.
- (5) in terms of the weight check, for knowing the amount of daily physical activity and metabolism rate, it will be much significant to observe the difference of each weight in the morning and in the evening.

1. はじめに

高血圧、肥満、糖尿病および腰痛症等の成人病は、近年の食生活や作業様式等の生活改善に伴う運動不足病であると言われて久しい。和田¹⁾によれば、現代社会における社会環境の複雑さ、ライフスタイルの変化、および食生活の過剰充実等によって生ずる様々な疾病が現代社会病として捉えられ、それらの改善や予防に対して身体運動が広く利用されていることが示されている。とりわけ、カロリー過剰が原因の肥満とそれに伴って発生しがちな種々の成人病に対しては、カロリー消費や代謝の

改善を促すための、適度な身体運動が必要となる。こうした健康を目的とする運動について、T.K.Cureton²⁾は、運動負荷の総量に着目し、週3～5回行うとして300～500Kcalの運動量が望ましいとしており、1万歩運動の推奨もこのような考えに依拠するものである。そして、星川³⁾は、体重60kgの人が平均歩幅65cm、1分間の平均歩数115歩で1万歩歩いたとすると、計算上259.8Kcalとなり、1万歩運動がエネルギー消費量からみてもreasonableだとしている。しかし、1日1万歩運動は、相対的に過食になりやすい多くの人々を念頭に置いた提言であり、最小運動必要量には個人差の極めて大きいこと

*保健体育系列 (Health and Physical Education)

が指摘されている⁴⁾。このような運動と体重変動等に関する報告^{5),6)}の多くは、比較的短期間の成績に基づいたものであり、長期の測定・観測によるものはあまり見られない。

本研究の目的は、40才代男性の長期（6年）間にわたる日常のペドメーター歩数および朝・夜の体重測定の結果から、カロリーバランスの目安としての体重変動に影響をおよぼす運動量（活動量）について検討し、中高年者の健康管理上の指針を得ることである。

2. 方 法

(1) 測定期間

測定期間は、1986年4月～1992年3月の6年間。

(2) 被検者

被検者は、測定期間中の年齢が42～48才で、身長169.0 cmの男性1名。

(3) 歩数の測定

ペドメーター歩数の測定は、ヤマサ時計製のMANPO METER R(1回転1万歩)を用い、通常起床後可及的速やかに腰部ベルトに装着し、夕食後で入浴の直前に取外すまでとした。歩数の測定回数は、363～293回/年であった(表1参照)。また、ペドメーター指針の読みは、100歩未満を四捨五入した。

(4) 体重の測定

体重の測定は、YAMATO製の家庭用体重計(0～100 kg, 500g感度)を用い、ブリーフのみ着用の上、朝(起床して排尿の直後、およそ7時、朝食前)と夜(排尿して入浴の直前、およそ21時、夕食後)の1日2回行った。体重の測定回数は、朝が319～203回/年、夜が330～217回/年であった(表1参照)。体重計指針の読みは、0.1kgまで目測し、YAMATO製のL型体重計(10～100kg, 200g感度)により、時々精度の検定を行った。

表1. 歩数および体重の測定回数(回/年度)

年度	86	87	88	89	90	91
歩数	351	360	363	347	302	293
体重・朝	203	311	319	287	262	272
体重・夜	217	308	330	285	270	286

注：年度は、各年の4月から翌年3月まで（以下同様）とするが、1986年度については7月から測定を開始した。

(5) ペドメーター歩数および体重測定の動機について

腰痛による運動不足から体重増加(およそ60→64kg)の傾向が生じてきた1986年5月、本被検者の勤務する学内定期健康診断における尿検査により、尿糖のプラス反応が認められた(その後の糖負荷試験にて前糖尿病と診断された)。そこで、体重増と糖尿との2つの要因に対処すべく、①食物の過剰摂取に注意(主に間食を摂らないように)し、②それまで以上に日常の運動量(以後活動量と呼ぶ)を増すことによって、体重の減少を計ろうとした。その際、被検者の理想体重は62～63kgであるが、経験的にはそれよりやや低い状態の方が体調の良いことから、目標値を60kgとし、それを維持するように努めた。

(6) 被検者の運動実施状況について

ペドメーターに歩数として刻まれるであろう、被検者の年間の基礎的運動条件については図1に示す通りである。図中の実線は、左に示す運動内容の各実施期間を現している。これらの中で、上の2つは、本被検者が本学の体育実技およびサッカー部の顧問を担当していることから、毎年度ほぼ同様な実施状態にあるものと思われ、ペドメーター歩数の積算上最も基礎的な運動条件と言える。ところが、ジョギングと速歩は、体調や好み、或いは気候条件等に応じて補足的に行っているもので、それらの実施状況については表2の通り年度間で大きく異なっている。

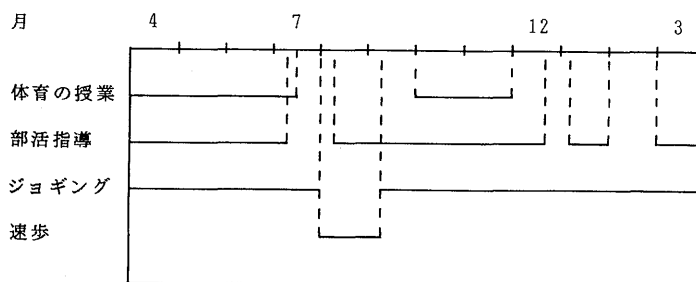


図1. 年間の基礎的運動条件（実線は実施期間）

表 2. ジョギングの年度別実施状況

年度	86	87	88	89	90	91
回数 (回/年度)	118	83	8	13	29	41
1 回の平均時間 (分)	34.5	33.6	29.8	23.4	15.4	34.5
± S D	7.3	6.0	14.0	4.7	10.7	6.2
最大値 (分)	60	46	41	30	35	50
最小値 (分)	12	5	5	13	5	15

3. 結 果

年間のペドメーター歩数、体重（朝・夜）の平均値±標準偏差、および朝と夜の体重平均値の差（体重差＝夜－朝）について、年度別に整理し表 3 に示した。これらの結果を踏まえながら、以下ペドメーター歩数および体重の各月間平均値の年度内変動傾向について確かめる。

まず、初年度（1986年 4 月～1987年 3 月）の結果は、図 2 の通りである。体重の測定については年度途中の 7 月から行った。図より、4～7 月における月間の歩数平均値は、約 8000～9000 歩/日であり、その間の体重は、記録は無いが約 64kg であった。そこで、方法の項に示した通り、体重を目標値の 60kg に低下させるため、日常の活動量を努めて多くするように心掛けた。その運動内容は、具体的にはジョギングや歩行を励行し、また体育実技の授業や部活動指導時に、できる限り学生達と身体活動を共にすること等である。それによって 8 月には、月間の歩数平均値は 11360 歩/日に増加し、それに対して体重は、月間平均値で夜（N）が 60.31kg へ、また朝（M）が 59.78kg へと低下した。その後、月間の歩数平均値は 11860（10 月）～9280（2 月）歩/日の範囲内で多少の変動もみられるが、体重は約 60kg とほぼ一定に保たれている。なお、当年度における年間の歩数平均値は 9860±4380 歩/日、体重の平均値は朝（N）が 59.50±0.59kg、夜が 60.44±0.78kg であった（表 3 参照）。

次に、2 年度（1987年 4 月～1988年 3 月）の結果は図 3 に示す通りで、年間の歩数平均値は 8820±3960 歩/日であった（表 3 参照）。この年の活動量は、4、6、9、10 および 11 月には 1 万歩/日を上回ったが、図のように右下がりの傾向となり、全体では初年度より 1040 歩/日（ $P<0.01$ ）少なかった。しかし、体重は、年間を通して約 60kg によりコントロールされ、むしろ初年度より低下（朝 $P<0.05$ 、夜 $P<0.01$ ）している。ところが、被検者の担当している体育実技の授業が 11 月（10100±5520 歩/日）末に終了すると、翌 12 月（7230±4220 歩/日）からの活動量は大幅（2870 歩/日）に低下し、それに対して体重は幾分増加する傾向が示されている。

また、図 4 には 3 年度（1988年 4 月～1989年 3 月）の結果を示した。当年度の年間歩数平均値は、7620±3230 歩/日（表 3 参照）と 2 年度よりさらに低下（ $P<0.01$ ）している。それに伴って、体重の平均値は、前年度より相対的に増加（ $P<0.01$ ）してきた（表 3 参照）。そして、12 月の歩数平均値が 6000±2570 歩/日と 11 月（8560±3990 歩/日）より急低下した時点から、体重の増加し始める傾向が顕著に示されている。このような体重の増加傾向は、その後月間の活動量が 3 月（7260±3260 歩/日）まで僅かながら漸増するにもかかわらず、それを無視して継続している。

さらに、4 年度（1989年 4 月～1990年 3 月）には図 5

表 3. 歩数、体重の年度別平均値および朝と夜の体重差

年度	86	87	88	89	90	91
歩数 (歩/日)	9860 **	8820 **	7620	7510	7890	8130
± S D	4380	3960	3230	2910	3520	3050
体重・朝 (kg)	59.50 *	59.39 **	60.07 **	60.82 **	62.09 **	63.25
± S D	0.59	0.61	0.63	0.61	0.63	0.51
	**	**	**	**	**	**
体重・夜 (kg)	60.44 **	60.23 **	60.85 **	61.54 **	62.77 **	63.96
± S D	0.78	0.58	0.66	0.61	0.67	0.56
体重差 (kg) (夜－朝)	0.94	0.84	0.78	0.72	0.68	0.71

注：* は 5%水準、** は 1%水準で平均値間に有意差を認める。

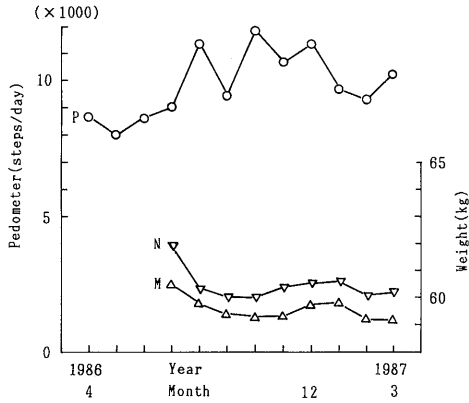


図2. 月別にみたペドメーター歩数平均値 (P) と朝 (M)・夜 (N) の体重平均値の年度内推移

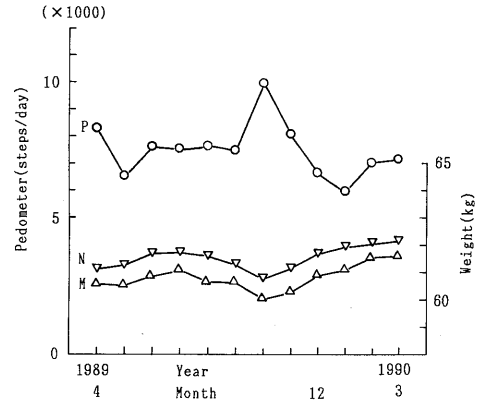


図5. 月別にみたペドメーター歩数平均値 (P) と朝 (M)・夜 (N) の体重平均値の年度内推移

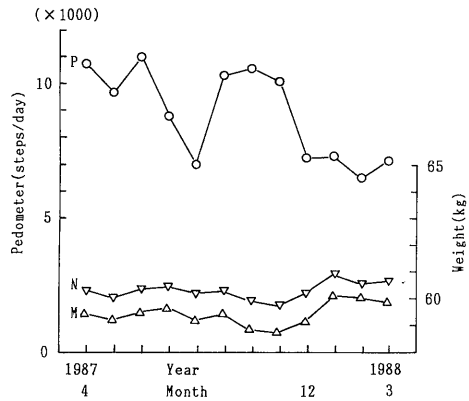


図3. 月別にみたペドメーター歩数平均値 (P) と朝 (M)・夜 (N) の体重平均値の年度内推移

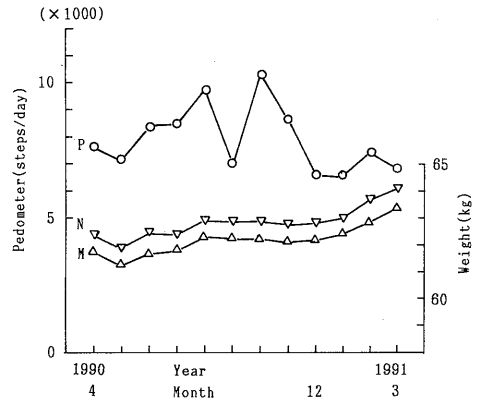


図6. 月別にみたペドメーター歩数平均値 (P) と朝 (M)・夜 (N) の体重平均値の年度内推移

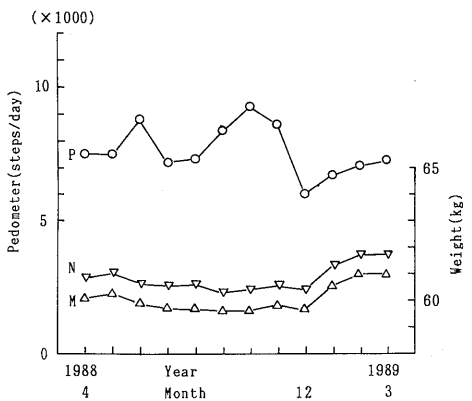


図4. 月別にみたペドメーター歩数平均値 (P) と朝 (M)・夜 (N) の体重平均値の年度内推移

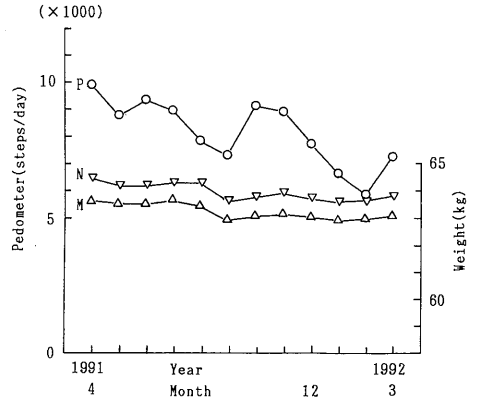


図7. 月別にみたペドメーター歩数平均値 (P) と朝 (M)・夜 (N) の体重平均値の年度内推移

の通り活動量が低下し、年間の歩数平均値は 7510 ± 2910 歩/日 (表3 参照) と、6 年間のうち最も低い値であった。それによって、体重の平均値は、年間を通してみた場合(朝 60.82 ± 0.61 kg, 夜 61.54 ± 0.61 kg), 明らかに前年度(朝 60.07 ± 0.63 kg, 夜 60.85 ± 0.66 kg)より増加($P < 0.01$) してきた (表3 参照)。

しかも、5 年度 (1990年4月～1991年3月) には、年間の歩数平均値は 7890 ± 3520 歩/日と、4 年度に比べ380 歩/日増加した (表3 参照)。それにもかかわらず、体重は依然として増加し続けている (図6)。そして、ここでも12月以降、月間の活動量が1 日の平均値でおおよそ7000 歩/日 (6560～7420歩) に低下すると、やはり体重は急激に増え始める傾向が示されている。

ところが、最終年度 (1991年4月～1992年3月) には、4 月当初の活動量がその前月 (6810 ± 1430 歩/日) より2500歩/日急増した。そして、それは徐々に低下するが、年間の歩数平均値では 8130 ± 3050 歩/日となり、前年度をやや上回って1 日8 千歩台に増加した。それによって体重は、ようやくその増加傾向が抑止され、ほぼ一定に保たれている (図7)。T-検定の結果、4 と5 年度および5 と6 年度の歩数平均値間に有意差は無かったが、4 と6 年度の間には5 %水準で有意差が認められた。

なお、ペドメーター歩数平均値 (P) と朝 (M)・夜 (N) の体重差 (表3 参照) をそれぞれ年度別にプロットし、それらの傾向について比較してみた (図8)。年間の歩数平均値 (●) については上記の通りである。一方、朝と夜の体重差 (■) は、活動量の最も多い初年度に最大値が示されたが、その後体重の減少した2 年度から徐々に

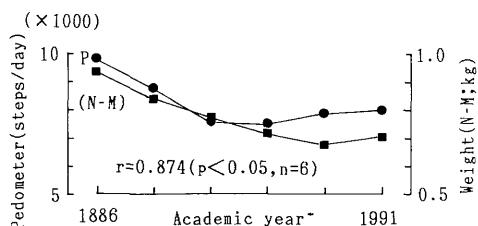


図8. 年度別にみたペドメーター歩数平均値 (P) と朝 (M)・夜 (N) の体重差 (N-M) の推移
*Academic year (April to next March)

低下し、5 年度には最小値となった。しかし、6 年度にはそれがわずかに増加している。この傾向は、5 年度を除けば歩数平均値とよく類似しており、両者の間には $r = 0.874$ ($p < 0.05$) の高い相関が認められた。

4. 考 察

歩数計またはペドメーターは、0.2Gでは全く動かな

かったが、0.5G以上の加速度の場合、誤動作は1 %以下であり、歩き方や歩行速度によって歩数の正確性が異なることが確かめられている^{3),7)}。それに加えて、星川³⁾は、ペドメーター歩数が必ずしも歩行とは限らないこと、および心拍数と酸素摂取量と高い相関関係のあることから、歩数計とみなすよりも、アクトメーター (活動量計) として考えることの方がより実際的だと指摘している。このように見てくると、今回のペドメーターによる歩数積算値には、歩行やジョギング等のみでなく、ほぼ起床直後から就寝直前に至る、1 日の種々な行動 (daily physical activities) に伴って発生する、一定の加速度以上の振動が全て含まれているわけである。したがって、単なる歩数と言うよりは、まさに活動量と言った方が適切であろう。こうしたことから、本論文では「歩数」を「活動量」と置き換えて呼ぶこともあるが、両者は同じ意味として用いている。

1 日の総歩数は、上述のように日常生活行動をトータルに現すもので、個人の職業や生活様式によって異なるのは当然である。その意味で、図1には被検者の身体運動のベースとなる、年間の生活行動について示した。図より、日常の活動量は、体育実技の授業や部活動の指導の有る時期には、必然的に大きくなることが推測されよう。そのことは、2 年度 (図3) ～5 年度 (図6) における各年度の、11月から12月にかけての月間歩数平均値の減少傾向から見て明らかである。すなわち、体育実技の授業を行っている時期 (4～7 月、および10～11月) に比べ、授業の無い時期 (12月～翌年3月) には、活動量が明らかに低下しているのである。しかも、サッカーの部活動が無く、グラウンドに出かけない7 月および2 月には、体育実技の授業の無いことも重なって、日常の活動量は全般に低かった。このことは、1 週間の生活周期の面からみても同様であり、授業の有る日と無い日とは明らかに活動量 [1986年度の平均値; 最大11160 (木曜日) ～最小7930 (日曜日) 歩/日] に差が認められている⁹⁾。したがって、年間の活動量を高めるには、授業や部活動指導の無い日をどう過すかが重要なポイントになるであろう。そこで、日常生活行動にバリエーションを持たせ、かつ活動量を補足する目的から、ジョギングと速歩を取り入れようとしたのである (図1)。しかし、表2で見たように、6 年という長い年月の間には、ジョギングや速歩等の任意の運動は思うように履行されず、年間の歩数平均値は年度によってかなり異なる (最大差; 2350歩/日, 表3 参照) のが実状であった。

このような条件下で、年間平均して1 日1 万歩の活動量を確保するのは相当に難しいことであり、被検者の場合最高でも初年度の 9860 ± 4380 歩/日、すなわち約1 万歩であった。厚生省の栄養調査結果⁹⁾によれば、30才

以上の男女について、毎日1万歩以上歩いている人は、最高血圧と最低血圧の平均が134-82(男), 129-78(女) mmHgで健康な状態にあったが、歩数の少ない人ほど特に最高血圧が高くなる傾向にあり、しかも血液に含まれていて心筋梗塞などを防ぐ働きをするHDLコレステロールも、1万歩以上歩く人は平均値よりも7%程度高く、2000歩未満の人は5%程低かったとされている。また、平松¹⁰⁾によっても、ウォーキング(強歩)の前日と翌日に自身の血液検査を行った結果、総コレステロール、中性脂肪および β -リポタンパク等は減少し、HDLコレステロールは逆に増加することが確かめられている。一方、佐藤と押田¹¹⁾は、インスリン非依存性糖尿病に対して有効なMCR(インスリン感受性)の改善は、1日平均歩数1万歩以上群にのみ有意に認められ、1万歩未満ではMCRに影響を与えなかったと報告している。これらの点および本結果からみて、1日1万歩の活動量は、血圧や体重のコントロールに加え、さらに脂質代謝や糖代謝等の改善にも有効だと考えることができよう。

ところが、個人にとっての最小運動必要量は、かなり個人差があるとされている⁴⁾。そこで、6年間のペドメーター歩数と体重関係から、被検者のカロリーバランスについて検討し、その結果を模式図として図9に示した。図より、初年度の当初約64kgであった体重は、その8月に月間の歩数平均値が11000(11360)歩/日以上に増加すると、1~2ヶ月の短期間中に約60kgまで減少した。2年度には年間の歩数平均値が約9000(8820)歩/日に低下したが、この程度の活動量であれば体重は約60kgに維持されている。しかし、月間の歩数平均値が7000歩/日前後にまで低下すると、体重は明らかに増加し出し、年間7000(7620, 7510, 7890)歩/日台では体重は増加し続ける。こうした活動量が3年間(3~5年度)も続けば、体重はほとんど元(測定開始時期)に戻ってしまった。そして、年間の歩数平均値が8000(8130)歩/日台に増加したところで、体重の増加傾向は抑止され、ほぼ一定に保たれていた。ここで、最終年度に体重がほとんど変化しなくなったのは、年間の歩数平均値が8000歩/日台を上回ったことによるものか、それとも体重が測定開始時期の値に戻ったためにそれ以上増加しなくなったのかは明らかでない。しかし、島岡ら⁵⁾によれば、中高年者を対象とした健康増進教室期間(2ヶ月間)中の活動量と体重減少との関係は、7000歩/日以下では失敗例が多く、8000歩/日以上では成功例が多いところからみて、7000~8000歩/日が減量の境界領域であったとされている。このことからみれば、年間の活動量が8000歩/日台を上回ったことにより、体重の増加傾向が抑止され、かつ一定に保たれたと考えることができよう。と

ここで、体重の定常維持に関しては二通りの方法が考えられる。すなわち、ウエイト・コントロールを目的とした、一つは体重の減量とその維持であり、他の一つは体重の漸増傾向の抑止とその維持である。被検者の場合、それらの活動量は、年間平均値で前者が約9000歩/日、後者が約8000歩/日であった。後者は体重の増加するのを停止させる働きだけでいいのに対し、一定の減量後の体重(前者)は再び元の体重へ戻ろう(太ろう)とするのを抑えつつ維持するために、後者より余分に約1000歩/日の活動量が必要になるのであろう。したがって、個人の最小運動必要量は、ウエイト・コントロールの目標値を何れに置くかで、このように多少異なるものと考えられる。

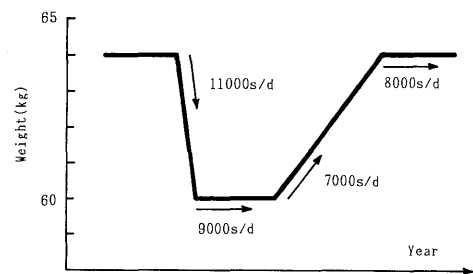


図9. ペドメーター歩数(s/d*)と体重変動の模式図
*s/d (steps/day)

一方、年間の歩数平均値と朝・夜の体重差との間に高い相関関係が認められた(図8)。このことは、活動量が多ければ体重は減少し、反対に活動量が少なければ体重が増加する傾向を端的に示している。この場合、体重差(N-M)は、朝(M)と夜(N)の年間の各平均値から求めているため、主に夜就寝中における体重の減少傾向を現わすものと考えられる。鈴木¹²⁾は、中年になると肥満しやすくなるのは、活動量の不足によって筋肉がその量と代謝活性の両面で低下してくることにより、基礎代謝が低下し、エネルギー消費、特に脂肪の分解がうまくいなくなるためだと指摘している。本結果では、初年度から2年度にかけて活動量が有意($P<0.01$)に低下したにもかかわらず、体重そのものはむしろ有意(朝 $P<0.05$, 夜 $P<0.01$)に減少していた(表3参照)。ところが図8で見る限り、体重差は活動量の低下によって確実に縮まり、太り出しへの第一歩を踏出していることが推察された。これらのことから、年間単位の長期の測定結果に基づいた朝と夜の体重差は、年間活動量の多少についてばかりでなく、代謝活性の様子についてもよく反映することが明らかである。そして、日常の体重測定は、このような点に意義があると言えるであろう。

なお、本研究では、当初から研究を意図したものでは

なかったで、体重変動に最も大きく関与するであろう食事内容や摂取カロリー、或いは季節的な影響等に関する調査は行っていない。6年間という長期間中には、日によってそれらが異なるのはむしろ当然である。しかし、長期的にみれば大きな変動はなかったとも言えるし、また活動量と同様に慢性的な変化があったことも考えられよう。これらの点に関しては、今回のような研究では基礎的な資料として重要な意味を持つだけに、次の機会には併せて調査したいものである。

〔付記〕なお、本論文の要旨については、東海体育学会第40回大会（於岐阜経済大学，平成4年10月18日）および日本体育学会第43回大会（於大妻女子大学，平成4年12月23日）において発表した。

5. まとめ

一被検者のペドメーター歩数および体重を6年間にわたって測定することにより、次のような結果が得られた。

（1）月間平均値11000歩／日以上で活動量であれば、わずかな体重増（約64kg）は1～2ヶ月の短期間中に目標値（約60kg）まで減量された。

（2）一旦減量した体重（約60kg）は、年間平均値約9000歩／日の活動量により、ほぼ一定に維持された。

（3）体重は、月間平均値約7000歩／日の活動量では何時でも増加し始め、年間平均値7000歩／日台では増加し続けた。

（4）体重の漸増傾向は、年間平均値8000歩／日台の活動量によって抑止され、かつ一定（約64kg）に維持された。

（5）なお、体重測定は、日常の活動量や代謝活性の程度を知るうえで、特に朝と夜の体重差（夜一朝の値）を観測することに意味があると思われる。

引用文献

- (1) 和田 攻：現代社会と運動——運動の功罪，毎日ライフ，23(12)：pp.24～25，1992.
- (2) T.K.Cureton：〔勝木新次：中高年者における体育運動の効果めぐって，体力研究，23：pp.1～11，1972.〕より引用.
- (3) 星川 保：ペドメーターに基づいた運動の消費カロリーの算出法とその問題点，体育の科学，36(11)：pp.864～869，1986.
- (4) 小野三嗣：健康づくりのワナ——自分の最小運動必要量探れ，朝日新聞，朝刊：1992.4.16（木）.
- (5) 島岡 清，他：健康づくり教室における減量指導とその効果，名古屋大学総合保健体育科学，13(1)：pp.115～120，1990.
- (6) 菅井敬子，他：中高年女性の身体運動効果について，日本体育学会第43回大会号，B：p.790，1992.
- (7) 大塚貴子：スポーツ医学からみた歩数計の使い方，臨床スポーツ医学，9(2)：pp.143～147，1992.
- (8) 吉田勝志：1日の平均総歩数1万歩を確保するには——Pedometerによる1年間の私的調査結果より，三浦学園体育研究会誌，20：pp.17～24，1988.
- (9) 厚生省：厚生省の国民栄養調査，朝日新聞，朝刊：1991.4.30（火）.
- (10) 平松 携：ウォーキングの効果，中国新聞，夕刊：1992.11.14（土）.
- (11) 佐藤祐造，押田芳治：糖尿病・肥満治療としてのウォーキング，臨床スポーツ医学，9(2)：pp.149～152，1992.
- (12) 鈴木正成：スポーツと食事，暮らしと健康，48(3)：36～37，1993.