

都民の身体運動に関する生態学的研究

— 歩行について —

飯塚 鉄雄**	中村 誠**	日丸 哲也**
影山 健***	中西 光雄**	岩崎 義正**
永田 晟*	二条 康邦**	磯川 正教**
小椋 博*	金本 益男**	品田めぐみ**

要 約

都市環境における身体運動を生態学的に把握するために、両者の有機的結合と相互関係を生体の生理的応答と環境実態測定並びに社会調査を実施した。具体的な身体運動として、日常生活上の歩行運動をとりあげ、歩数、歩速、心拍数応答、エネルギー代謝率等を測定した。環境は道幅、距離、群衆密度、群衆流動速度を休日、週日、時間帯別に調査した。

その結果、以下のような事柄が明らかとなった。

1) 歩行運動を規定する要因として、個体的なもの、環境的なもの、社会的なものが重疊的にからみ合って影響している資料が得られた。そして歩行運動の量と質は、都市生活とともに変動していく過程が把握された。

2) 日常生活における歩行運動は減少し、殆んど買物時に見られた。連続歩数1,000歩を過ぎると心拍数は100以上に上昇した。都市の便利性が人間の基本運動である歩行を奪った現象でもあろう。

3) 歩道橋を速く歩行することは、RMR 5の運動強度を示し、最高心拍数130、最大血圧40%の増加を示した。老人並びに身体障害者にとって強い運動刺激となる。

4) 歩行時の心拍数は、歩行者密度と指数関数的関係を示し、係数として安静心拍数が用いられた。

5) 銀座通りにおいては、群衆歩行のみでありその群衆流動係数は休日で1.8、速度は2.7km/時間、週日で1.65、速度は3.4km/時間であった。

6) 歩行運動に対して、好意的、意欲的な態度が示されたが、実態は歩行運動の不足を訴え、歩行環境の整備、充実を要望している。

1. 結 言

人工的な都市環境が自然環境を圧迫し、そこに生活する住民に何らかの影響を与え続けてきた。都市環境の分類と調査は数多く発表され、その特色は、他環境との比較において浮き彫りにされてきた。医学的にみた環境の捉え方は、ヒポクラテスの「空気、水、土地」と病気の成立において見出すことができる(小泉, 1972)。さらに最近デュボス(Dubos, 1965)の「環境と人間」にお

いても人間有機体の反応を環境との関連において見出している。過去、ベルナール(Bernard)やキャノン(Cannon)の恒常性(Homeostasis)と一連の実験、パブロフ(Pavlov)の条件反射学、セリエ(Selye)のストレス学説、これらすべてが人間の環境への適応過程として捉えられている。

生体はある限界内において環境の変化に適応する能力をもっているが、環境の条件や個体能力差によって、その適応性に差があらわれる。都市環境によってその住民の適応性に変化を与え、本来の機能を変容する場合も考

* 東京都立大学都市研究センター・理学部

** 東京都立大学理学部

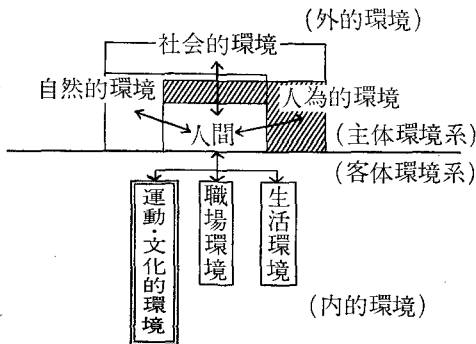
*** 愛知教育大学教育学部

えられる。都市環境はその住民にとって好適なものではなくてきたことは事実で、その程度も開発段階によって加速的に増加している。自然環境破壊、環境汚染の進行、有害物の骨内吸収、疾病に対する抵抗力減退、薬物や医療行為による過剰保護等によって人間本来のものが変化しつつある。これらの現実から、都市環境の中で人間の基本的身体運動の抑制状態を見出し、豊かな人間性あふれる健康都市づくりへの基本施策を確立しようとして本研究を行なった。

1-1 生態学的な都市環境

主体である生物社会と客体となる環境とが一体となつて、生体循環系のシステムを形成している。その循環系の一例を表示する。生体としての人間が社会を形成し、これらと機能的なつながりをもった外的環境との間に成立する生体環境系を構成する。そのシステム内の連関機能や構造を検査し、その中で機能すべき運動の実態を明らかにする。生態学的な環境の特徴は、生物社会における主体としての人間の作用であり、そして外的環境要素は勿論のこと、生物体内の環境要素も同時に解析していく。環境と人体との関係において最も理解され易い相互連関は、環境衛生学や公衆衛生学の立場であろう（ハートウッド, A., 1973; 小泉, 1972; 真辺, 1976）。放射線生物学における毒物の生体内循環や外的環境との関係もその一例である。環境は外から内へと個体に影響を与え、さらに内から外へとフィードバックされた情報は、外部環境すらも変容させるであろう。その結果、都市環境の把握の仕方、環境と遊離した捉え方は考えられない。

表1 都市における運動環境の位置づけ (循環系の一例)



都市環境を体育や医学的な立場で概観すれば、次のようにまとめられた。

1. 環境衛生上の問題。
2. 疾病発生の子防。

3. 身体運動実施。
4. 栄養(食), 住居, 交通, 経済性等。
5. 保健・体力・医学的なサービスの福祉施設。

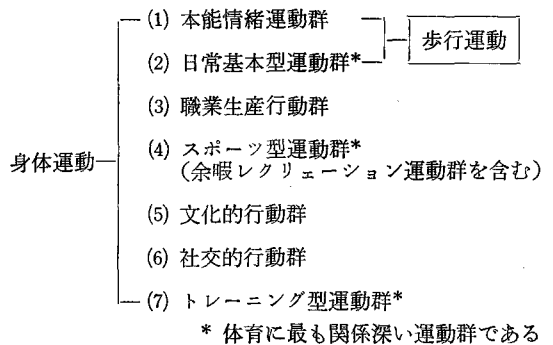
これらの問題把握は、都市環境のメリット、デメリットを評価する上で、重要な資料を提供することになる。

1-2 身体運動の分類

特に都市環境での身体運動を生態学的に分類した。それも環境変化による影響の大きいものをまとめた。生活が多様化し、都市機能が複雑化するにつれて、人の身体運動の態様も変化する。生活環境の保全に留まらず、身体運動環境の維持と調整が必要である。余暇の利用を例にとっても、人間の本能や欲求から由来する行動が求められている。表中の体育学が対象とする諸種の身体運動がその大半を占めるのも当然であろう。都民の生活実態を調査した諸報告(朝比奈, 1972)に、体育的にみて身体運動量が減少し、その質も変化しつつあることを述べている。さらに身体運動を都民一人一人が自由に選択して、自由な時間に、好きな仲間と実施することを望みながらもその困難性についても報告している。

著者らは以上の状況から、都民に実用的な身体運動の一つとして、歩行運動をとりあげた。人間の環境への適応能(Dubos, 1965)と基本的運動形態との変化に、研究の基盤を求めた。

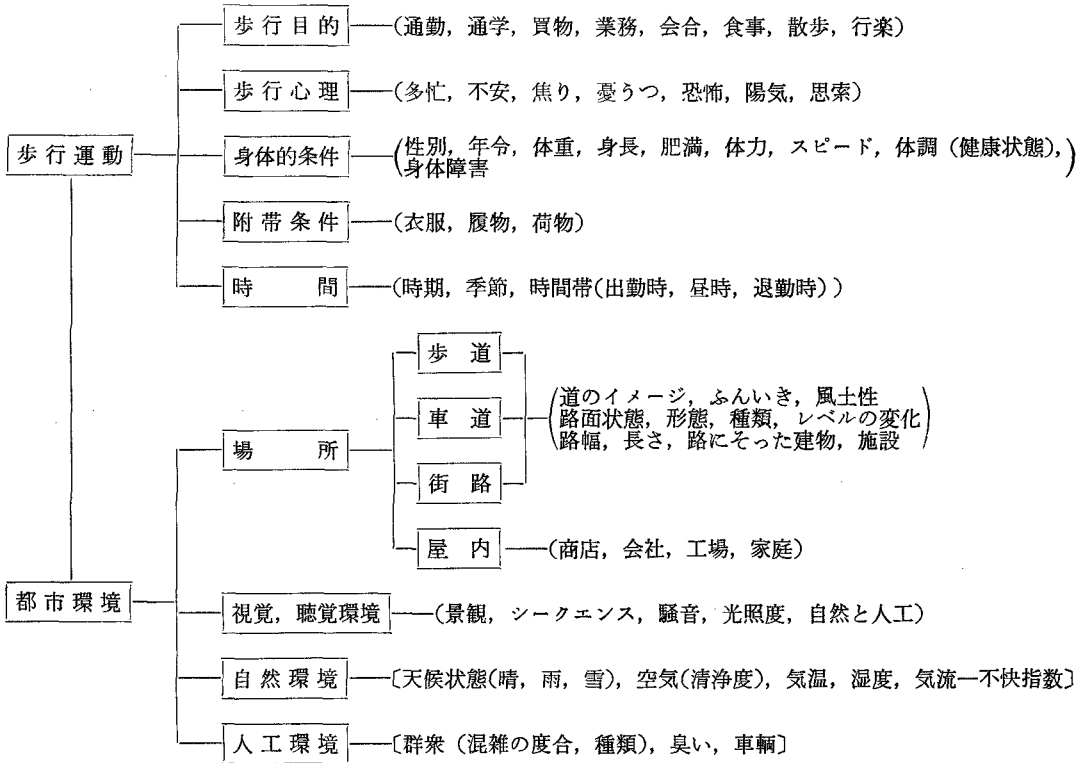
表2 身体運動の分類



1-3 都市における歩行運動

都市環境と結びつけた歩行運動を分析する上で、いかなる要因が関連しているかを一覧表にした。各種のファクターが複雑にからみ合って歩行を規制している。例えば、群衆やその混雑具合は、歩行を大幅に制約し、自由歩行を妨害している。他方楽しく歩ける環境としては、歴史的にも風土性の豊かな遊歩場や街路であろう(フルーイン, J., 1973)。通勤・通学・買物時の歩行に苦しみを与え、生体の負担を大きくしている環境は問題であろう。

表3 歩行運動ファクター



都市環境の中で、住民の身体運動中最も基本運動である歩行は、いかなる位置に置かれているのか考察する必要がある。二足歩行は本来、生体を移動させる方法であり、動物と人間との差異を著しく大きくした手段でもあった(真辺, 1976)。さらに人間が道具を使い始めたことにより、座位から立位姿勢へと進化していった(三浦, 1949)。歩行は文化人類学的にも最も人間らしい姿の象徴といえよう(阿久津, 1976; スタインハウス, A. H., 1965)。都市環境の中で、歩行の実態を見出すことは、都市問題を人間サイドから研究する上で多くの資料を提供することになる。

本研究の目的は、上記のような立場の上に立って、人間の基本的な身体運動として、特に歩行を都市環境の中に位置づけ、同時にその実態を見出すものである。都民の健康・体力に就て憂慮している者にとって、身体運動の制約現象はさらに大きな課題になる。そして都市内の交通事故等による人身事故を未然に防止する上でも、安全教育と歩行者教育の必要性が望まれよう。こうした目的遂行のために、主として運動生理学と体育社会学の立場から新たな知見を提示しようとした。

2. 研究方法

歩行を生態学的に研究する上で、二つの方法をとった。運動生理学的方法とアンケート調査を併用した。

2-1 運動生理学的な方法

1) 一日の歩行運動の実態——本学の教官男子1人(30才)、家庭の主婦2人(平均30才)を被検者とし、一日中の歩数と心拍数¹⁾を調べた。ハート・コーダー²⁾とペド・カウンター³⁾は被検者の腰部に固定し一日中携帯させた。

2) 横断歩道橋での実験——場所は目黒通りを横断する37.5m(片道)の歩道橋を選んだ。高さ4.76mであった。測定項目はダグラスバッグ法によるエネルギー代謝とテレメーター法による心拍数であった。そして運動強度としてRMR⁴⁾を算出した。被検者2人をゆっくり(120~100歩/分)とはやく(132歩/分)の両条件において横断歩行させた。

3) 速歩の実験——場所は都立大学と駅間の柿の木坂往復の距離900m、被検者4人、測定項目は速歩中の心拍数、歩数、歩速、歩行者密度(混雑度)で、出来る限

り速く歩くことを原則とした。なお歩行者数は写真撮影によった。

4) 銀座通りの歩行の実態——金曜日と日曜日の両日、7:00、9:00、12:00、15:00、18:00、の5時間帯について、3人の被検者を使って、銀座通り7丁目から4丁目にわたって歩道を歩行させた。その時の心拍数、歩数、歩行者密度を測定した。心拍数はハート・コーダー記録法により、歩数はベド・カウンター法により、歩行者密度は写真撮影法によった。

2-2 歩行実態のアンケート調査法

歩行の実態と意識並びに社会学的な背景を見出すためにアンケート用紙によって調査した。

1) アンケート項目——父母用と生徒・児童用のアンケートを作った。基礎的事項、健康について、スポーツ経験について、歩行活動について、歩行環境について、その他30項目にわたって記述調査した。

2) 調査対象と方法——区立中学校3校(中野1、杉並2)の2年生各2クラス及び市立小学校1校(三鷹)の6年生3クラスの児童・生徒(336人)と、成人のサンプルとしてその保護者を対象とし、1977年2月2日～16日の間、質問用紙法により調査を行なった。

3) 調査内容

成人——性・年齢・職業・居住形態・通勤方法及び所要時間・自家用車の有無等の基礎的事項と、健康・スポーツ活動・歩行活動の意識と実態、生活環境、成人が子供時代に受けた教育、児童・生徒に対する歩行教育等である。

児童・生徒——性・年齢・通学のための所要時間とその方法等の基礎的事項と、健康状態・スポーツ活動・歩行活動の意識と実態、生活環境、学校での歩行指導等である。

3. 結果

1) 一日の歩行実態について

図1にみられるように、家庭主婦の一日の歩数は約10,000歩で、買物時(約1,500歩)や掃除、洗濯時(約1,000歩)に多くの歩行運動がみられる。事務・研究職の通勤者の場合は、一日約6,500歩で、出勤と退勤時(約1,600歩)に多くの歩行運動がみられる。その時の生体反応の指標として、図2に一日の心拍数変化曲線を4人の被検者についてまとめた。心拍数の経時的な変化からみて、買物・掃除・洗濯・通勤時の歩数が1,000歩を越えると、心拍数は100前後にまでなる。すなわち約1,000歩の連続歩行運動によって心拍数の上昇がみられ、生体への運動生理学的な刺激となる。

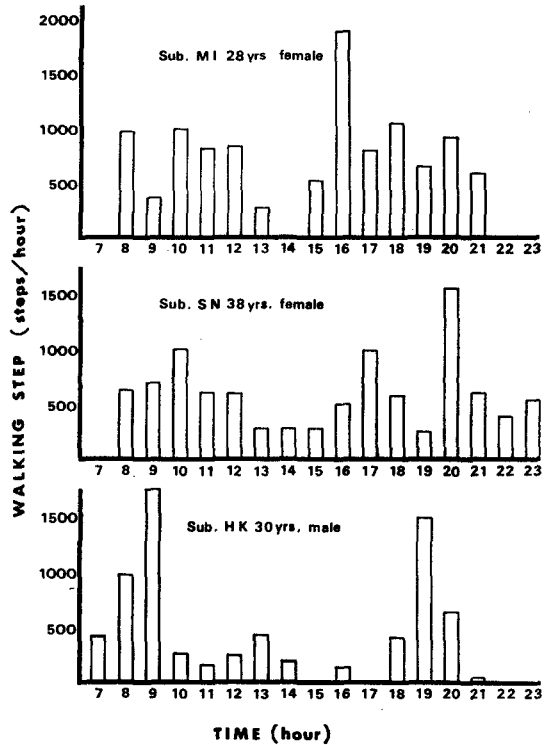


図1 一日の時間別歩数ヒストグラム

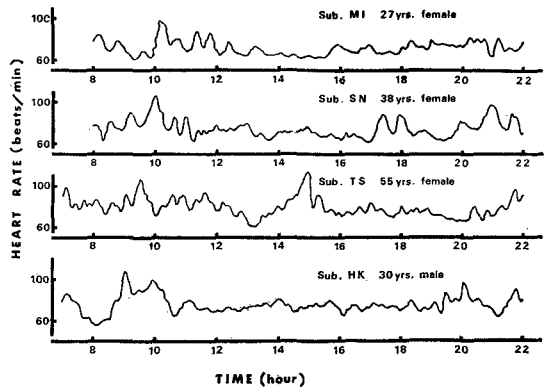


図2 一日の心拍数変化

歩行時間と距離についてアンケート調査した結果をみると表4のようになった。

成人の場合、1日の平均歩行時間は、トータルで1時間以下と答えた者が45.5%、また平均歩行距離は、2km以下が32.2%である。

児童・生徒においては、まず平均歩行時間を見ると、1時間以下が65.1%、距離は2km以下が51.4%となっている。従って、一日の歩行時間及び距離をみるかぎり、児童・生徒よりも成人の方が歩行量が多い。

表4 一日の平均歩行時間と距離

(%)

時間 対象	0	1	2	3時間以上	無回答	距離(km) 対象	0	1	2	3	4km以上	無回答
	1	2	3				1	2	3	4	以上	
成人	45.5	20.5	7.1	13.3	13.6	成人	15.2	17.0	14.6	7.5	21.4	24.5
児童・生徒	65.1	17.6	1.5	1.2	7.4	児童・生徒	26.1	25.3	15.5	9.6	14.3	9.2

表5 連続4km以上の歩行経験 (%)

歩行経験 対象	有	無	不明	無回答
成人	48.6	34.4	11.1	5.9
児童・生徒	69.2	29.5	0	1.3

表6 居住地での歩行環境 (%)

環境 対象	気歩持よく	気歩持よくない	どもちいらえとな	無回答
成人	25.4	23.2	34.1	12.4
児童・生徒	33.6	27.7	30.1	8.6

しかし「過去一年間に続けて4km以上歩いた経験があるかどうか」を質問してみると(表5),「ある」と答えた者は成人で48.6%, 児童・生徒で69.2%となっている。したがって、連続して長い距離を歩いた経験に関しては、児童・生徒の方が成人よりも高い割合を示している。これは学校行事における遠足やハイキングの実施と関連しているものと思われる。

2) 歩行の環境について

2-1 道路の状況

対象者が日常歩いている道路について、どのように感じているかを聞いたものが表6である。「気持ちよく歩ける」、「歩けない」、「どちらともいえない」のそれぞれがほぼ同じような割合を示しているが、成人の場合、「どちらともいえない」が若干多い。

さらに歩行中の不快事項を調べることによって、歩行環境を浮き彫りにするために歩行への意識を調査した。

歩行中に経験する不快な具体的な事柄について、それをどの程度経験したのかをたずねたものが表7である。表から明らかなように、「違法駐車や自転車が悪魔で歩きにくい及び自動車による危険を感じた」という項目に、あったと答えた者の割合が高い。

2-2 歩道橋での歩行

歩道橋(高さ4.76m)でのエネルギー代謝の実験(表8)によれば、ゆっくりとした歩速(100歩/分)ではRMR 4.1, ; 132歩/分のはやい運動となるとRMR 5.7, となり、体力の程度によっては強い運動となろう。特に身体的障害のある者、60才以上の老人にとっては、激しい運動となるような代謝強度の値が得られた。

エネルギー代謝の実験と同時に心拍応答の実験を試みた。図3は経時的な心拍数変動である。120歩/分以上の

表7 歩行時における不快事項頻度

(%)

不快事項	頻度(成人)					不快事項	頻度(児童・生徒)				
	しゅた よう つあ ちつ	とあ きど たき	あま りた な	全 くた なか	無 回 答		しゅた よう つあ ちつ	とあ きど たき	あま りた な	全 くた なか	無 回 答
排気ガスで気持ちが悪くなったこと	2.2	25.4	21.7	31.3	15.5	排気ガスで気持ちが悪くなったこと	6.0	24.4	31.3	38.4	0
自動車による危険を感じたこと	9.6	35.6	28.2	13.6	13.0	自動車による危険を感じたこと	6.0	21.4	43.2	28.6	0.6
足をくじきそうになったとき	2.2	17.6	23.5	39.3	17.3	足をくじきそうになったこと	6.5	23.5	36.6	32.4	0.9
違法駐車や自転車がじゃまで歩きにくいこと	13.0	36.5	24.1	11.5	14.9	違法駐車や自転車がじゃまで歩きにくいこと	17.3	39.9	26.5	14.9	1.5
雨の日に傘でつつかれそうになったこと	3.7	19.2	30.3	29.7	17.0	雨の日に傘でつつかれそうになったこと	6.8	24.4	37.8	30.7	0.3
自動車に泥水をかけられたこと	5.6	33.1	28.5	19.2	13.6	自動車に泥水をかけられたこと	13.1	29.5	31.5	25.6	0.3
その他、歩いていて不快になったこと	5.3	18.0	28.8	18.3	29.7	その他、歩いていて不快になったこと	41.4	26.2	15.2	7.7	9.5

表8 横断歩道橋のエネルギー代謝

項目 被検者	ペース	運動時間	運動代謝	RMR	運動中量	基礎代謝
	(steps/min)	(分・秒)	(ℓ)		(ℓ/min)	(mℓ/min)
M. I (32才)	120	8' 19"	9.208	5.7	23.2	194.3
	132	7' 48"	8.881	5.9	24.7	194.3
T. H (49才)	100	10' 42"	8.515	4.1	23.4	195.2
	132	7' 52"	8.612	5.6	30.8	195.2

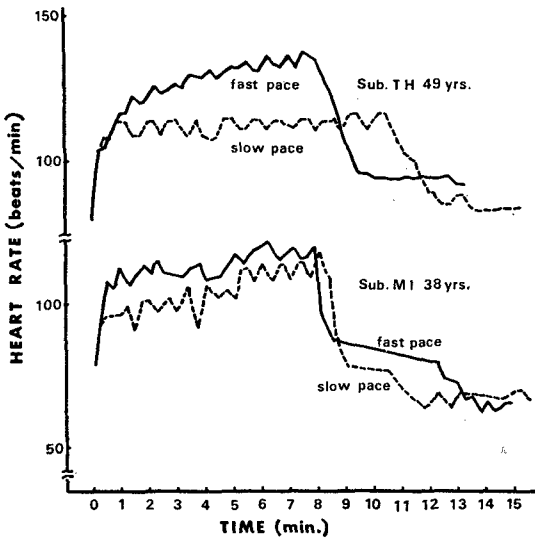


図3 歩道橋を渡る時の心拍数変化(6往復の場合)

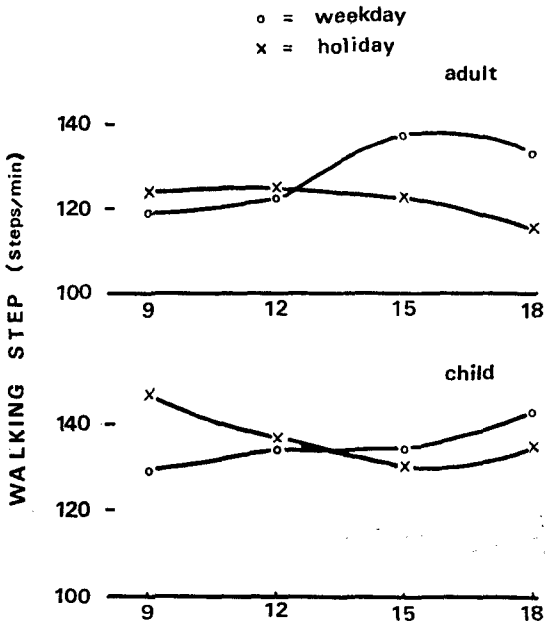


図4 銀座通り歩行時の時間帯別歩数変化

ペースでの歩行では漸次時間とともに上昇する傾向を示し、生体への負担は蓄積されていく傾向を物語っている。100歩/分程度のペースでは、心拍数の増加傾向はみられず、負荷が軽いことを示す。

3) 歩行時の生体負担について

生体へ及ぼす影響として、主に歩数と心拍数によって評価した。図4のように時間別の歩数は群衆密度の変化とともに変化し、大人と子供では差がみられる。一般に成人男子のステップ数は120歩/分であり、女子では130歩/分が平均である。子供は普通140~150歩/分といわれている。銀座通りでの測定において、午後には歩数(136歩)の増加がみられ、午前(125歩)には減少の傾向であった。子供の場合、午後には約138歩、午前には約142歩であった。子供は混雑時には自由な歩数で歩行が出来ないことを示

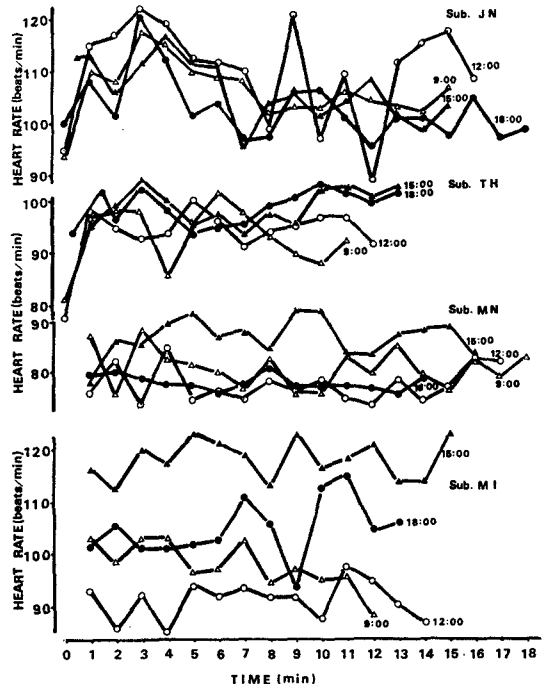


図5 銀座通り歩行時の心拍数変化 (注、各時間帯の所要時間は異なる)

している。当然歩行速度もこの歩数と比例して変化し、自由な歩数と自然な歩行速度は、午前中にみられる。

銀座通り歩行時の心拍数変化は図5にまとめた。被検者、曜日、歩行時間ごとの変化からみて、休日と週日において差がみられ、休日においても時間帯による差がみられた。特に日曜日の15:00は最も混雑度が大きくなり、自由歩行から群衆歩行に移行した時間でもある。この時の最高心拍数は被検者 M. I. で125、被検者 J. N. で130、被検者 M. N. で95であった。この値は歩行運動刺激に原因するよりも、混雑による精神的なストレスが大きいと思われる。群衆中をぬって歩行することの難しさと精神的影響は大きく、自然な歩行を断念し、群衆の流れに即応するパターンがみられた。週日における各時間帯の心拍数変動は少なかった。

意図的に群衆の中を速い歩行を実施した場合は、柿の木坂(都立大⇄駅前)での実験データがみられる。最高心拍数は、被検者 M. N. で135、被検者 M. I. で130となった。途中での坂道の負担も考えられるが、歩速100 m/min. 以上の速さの場合、生体負担はそれだけ大きくなる。銀座通りでの歩行では、生理学的な負担は顕著でなかった。

4. 考察

1) 生活の中の歩行について

一般に運動学の立場からみれば、心拍数 120 以上で生体負担となり、この値を長時間持続すればトレーニング効果を生むような刺激・条件となる。その点、日常生活時の歩行のみによって、体育学的な生体刺激効果はなく、外出時の歩行によって、わずかの生体刺激反応がみられる程度である。都市生活環境において、自由な選択

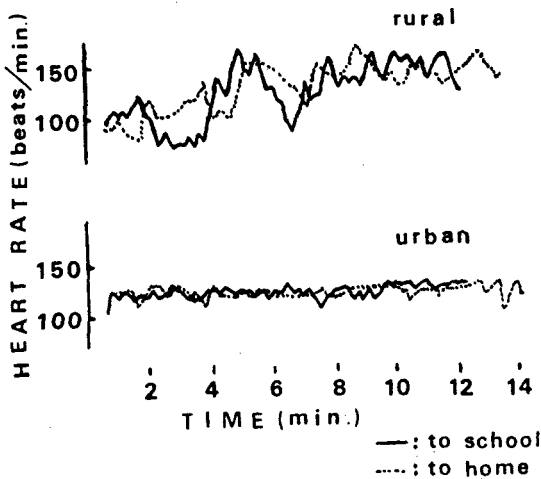


図6 登校下校時の心拍数変化

によって自由な時間の歩行運動実施は不可能であり、生活の中での歩行運動処方やトレーニング効果は望めない現状である。

年齢別・性別・居住別・職種別にみた歩行運動についても、同様の結果がみられ、わずかに都市と農村の通学・職種別の差異があらわれている(図6参照)。都市における通勤・通学方法には個人差はみられず、時間に差があるだけである。この資料は吉沢(1973)の報告を著者らが改図したものであるが、市街地と農村部の心拍数変化は著明である。

一般に都市生活における歩行運動の減少は著明な事実となり、現代社会での運動形態の変化が進みつつあり、買物や通勤・通学のための歩行となり(距離は最大約1,200 m)、他の生活形態においては歩行はほとんど見られなく

表9 散歩・ハイキングの実施回数 (%)

回数(散歩)	回数								無回答	回数(ハイキング)	回数								無回答
	0	1	25	50	75	100	125	150以上			0	1	3	5	7	9	11以上		
対象	24	49	74	99	124	149			2	4	6	8	10						
成人	51.7	37.5	3.1	3.4	0	2.2	0	2.2	0	62.8	24.8	7.4	3.1	0	0.9	0.9	0		
児童・生徒	7.7	59.8	6.8	3.6	0.3	5.7	0	4.8	11.3	9.8	36.6	18.5	8.3	1.2	4.2	3.6	17.9		

表10 日常生活での歩行量と歩行への努力意識 (%)

歩行量	歩行量					努力意識	努力意識				
	多すぎる	多い	少ない	非常に少ない	無回答		努めていて	心いがる	あがなまけいりて心い	全けい然て心い	無回答
対象											
成人	2.5	25.1	48.3	17.6	6.5	15.8	44.6	24.9	2.5	7.7	
児童・生徒	2.7	33.0	57.4	6.0	1.0	1.8	37.0	53.6	6.3	1.5	

表11 良い環境への歩行意欲 (%)

意欲	是て非み歩たいい	で歩たきいいれてばみ	あきいりまく歩な	全たく歩ない	無回答
成人	31.0	52.6	10.5	2.2	3.7
児童・生徒	29.5	53.3	12.8	3.9	0.6

なっている(渡辺他, 1976)。生態学的にみれば、生活環境上の便利性、快適性が人間本来の運動を喪失させるのに拍車をかけたことになっている。

歩行の運動形態に類似した散歩、ハイキングについて、その実施状況を調べると表9のような結果であった。

成人において散歩、ハイキングとも全く実施しなかった者が、それぞれ5割以上を占めているのに対し、児童・生徒の方が実施率は高く、児童・生徒の運動量はかなり満たされていると思われる。

さらに住民が歩行についてどのような意識をもっているのかを調べると表10のようになった。

成人の場合、日頃の歩行量について「少ない」又は「非常に少ない」と答えた者は合わせて65.9%であり、歩行量が少ないと評価している者が多い。また「普段、歩くように心がけているかどうか」を聞いてみると、「心がけている」者は60.4%であった。

児童・生徒の場合、歩行量の評価に関しては、成人と同様の傾向を示しているが、歩く努力については、「歩くよう心がけていない」と回答した者は約60%に達し、成人とは全く逆の結果を示している。

さらに歩行に対する意欲として「環境のよい所で十分歩いてみたいと思いますか」という質問に対して、成人、児童・生徒とも80%以上が歩きたいと答えている。(表11)

以上のことから、特に成人の場合、環境さえよければ、充分歩いてみたいと思ひ、また歩くように心がけている者が多いにもかかわらず、実際の自分の歩行量については、少ないと評価している者が目立っている。

2) 歩道橋と身体運動

各種の歩行環境があるが、その中で最も歩行に結びつく障害として歩道橋がある。高さ約5mの歩道橋では、1分間85~90歩程度のゆっくりしたペースでの歩行では、軽い運動負荷となり、ペースの増加とともに強い運動負荷となり得るであろう。しかし歩道橋の一往復程度の歩行時間では、あまり強い生体負担とはならないと思われる。

速いペースによる歩行では、心拍数が125~130にまで上昇するので、強い運動となりうる可能性をもっている。

高さを持つ歩道橋を渡るとは、高令の歩行者にとっ

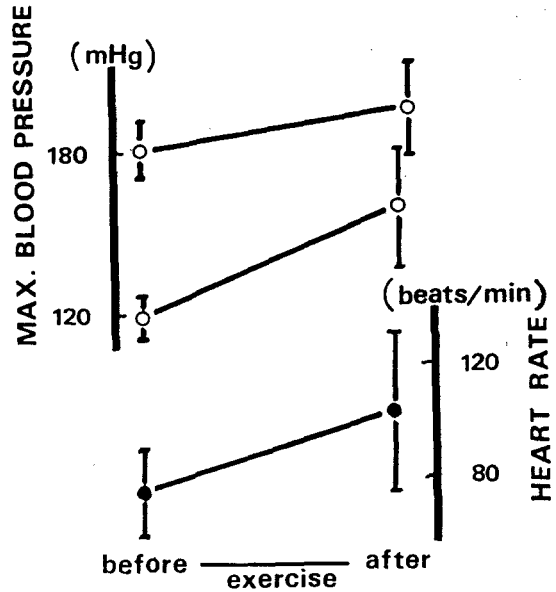


図7 歩道橋を渡る時の心拍数と最大血圧値の増加

表12 歩道橋についての意識

意識	車であら先わ愉のれ快	現やな状むいでは得	危為作ある危険積るべきのに	その他	無回答
成人	22.1	49.1	21.8	2.0	4.9
児童・生徒	25.3	38.7	37.2	6.8	1.5

て、いかなる負荷をかけることになるだろうか。従来から都市工学上問題にされてきた事柄である。しかし実際の測定実験報告は少なかった。一部、日野原(1973)の報告がみられる程度である。図7に歩道橋を渡る前と後の最大血圧変動と最高心拍変動を示している。60才以上の高令者にとっては、激しい運動になっている生理的な事実がみられる。運動前に高血圧状態(約180mHg)の老人は運動負荷後においても最大血圧はあまり上昇しないが、約120mHgの普通の老人の場合、165mHgにも上昇している。いずれの場合も、過度な運動負荷となっている。

歩道橋に対する評価をアンケート調査から考察すると、歩道橋の存在については賛否両論に分かれているが、今回の対象となった人々の歩道橋についての評価は、表12のような結果であった。これによると、成人の場合、否定型、肯定型ともに約2割で、いわば条件つき賛成型が最も高く約5割を占めていることは注目される。他方児童・生徒は、条件つき賛成型と肯定型の者がほぼ同じ割合を占め成人に比べ、歩道橋に対して肯定的割合が高い。

成人は歩道橋のために快適な歩行を奪われ、老人や身体障害者の動く権利すら侵害する危険もあらわれている。速歩での階段歩行は、安静代謝量の約6倍を必要とし、人間の疲労を招く原因ともなろう。この反面スポーツマンや体力増強を心掛ける若い住民は、急速なスピードと繰り返しの往復運動を設定して、歩行によるトレーニング効果を期待する場合も考えられる。後者の設定は、生体負担度の強さを逆に運動刺激として把握し、都市環境中での適切な運動場としての代替と考えられる。

いずれにしても車輛優先の都市環境、特に横断歩道橋は、生体への影響が大きいという資料から推察して、十分な対策が必要である。歩行する権利と歩行者優先の行政が、都市環境の中に位置づけられることを願いたい。

3) 群衆歩行と自由歩行

自由に自然に運動できた場合の歩行を“自由歩行”と名付け、群衆内での規制された場合の歩行を“群衆歩行”とする。都市環境内の街路での歩行は、すべて後者に属し、歩行者天国実施中の場合は、前者に属し都市における唯一の自然的運動といえる。著者らの速歩の実験、銀座通りでの実験はすべて群衆歩行の測定といえる。単位時間、単位道路幅当りの歩行者数は、群衆流動係数や交通密度係数Nとして算出される。(フルーイン, J. 1973)

$$N = P / m/sec \dots\dots\dots ①$$

(N : 群衆流動係数
ρ : 歩行者数)

①式のNの係数が2以上になることは、通常考えられず、デモやモップ状態の時にしか見られない。Nが1以下では群衆の流れの滞流はなく、スムーズな流れを示す(植田, 1975)。著者らの調査によると1以下の群衆流動係数は見られず、すべての時間において、歩行者の滞留がみられた。都市環境内での自由歩行はわずかに早朝(7:00頃)のみに見られる状態である。

ブランド(Brand, 1973)によれば、群衆歩行速度Vを以下の式で見出している。

$$V = N / \rho \dots\dots\dots ②$$

(N : 群衆流動係数
P : 群衆密度(歩行者数/道幅))

この群衆歩行者速度3.4km/時間(週日)と2.7km/時間(休日)の値は、自由意志によって追い抜き困難時にあらわれたが、歩行者天国時や早朝時の歩行においては見られなかった。

一般に個人の歩行速度は4.8km/時間で、理想的な空間密度は3㎡/人以上を示すといわれる(日本建築学会, 1975)。上記の個人歩行速度は、自由自然歩行速度とほぼ等しく、銀座通りの調査による都市歩行速度は、約3.4km/時間(午前中)となった。夕方の空間密度は0.2㎡/人にも達し、ガブリエルの1㎡/人(都市速度)、0.52㎡/人(社会速度)以下の値を示した(日本人間工学会人体計測編集委員会, 1973; 植田, 1975)。当然、銀座通り

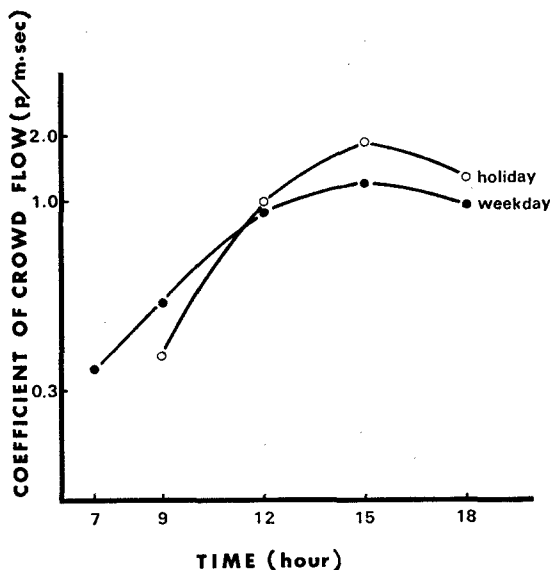


図8 銀座通り歩行時の時間帯別群衆流動係数

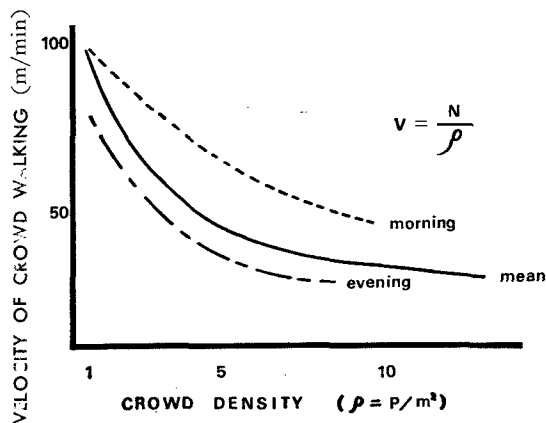


図9 歩行速度と歩行密度 (P : 歩行者数)

での歩行は、自然ではなく、群衆歩行の典型であろう。図8に一日の時間帯別歩行者密度分布、即ち流動係数を示す。銀座通りの流動係数は休日で1.8、週日で1.65のピークを示した。週日と休日では、有意な差を示し、銀座4丁目交差点における群衆状態を如実に示している。

群衆歩行速度と群衆密度との関係は、図9のように指数関数的な関係を示し、 $V = V_0 \rho^{-0.7954}$ の式が導かれた。これは歩行者速度をV₀(自然歩行速度)とN(流動係数)との関係において示している。

上式の $V = N/\rho$ に著者らが調査した平均流動係数0.8を代入すれば、図9の点線で示される。午後と午前の群衆歩行速度には差があり、それぞれ点線と破線で示される。図中の実線は一般式である。銀座通りの歩行速度は休日で2.7km/時、週日で3.4km/時に達した。

群衆歩行は都市環境の一部である路幅や歩行者密度、流動係数等によって規制されることが判明したが、住民にとって自由歩行への願いは強いものがある。車輛の都心部への進入禁止や、自然歩行道路の設置、遊び広場の設置などで行政面にも生かされている。

群衆歩行は、密度が大となり、流動係数も小さくなると（例えば0.3人/m²）、左側通行によるすれ違いが多くなっていく（貝沼他, 1966; 竹内他, 1975）。銀座通りの松坂屋百貨店前附近では、特に顕著にみられた現象であった。大人人間の流れは左回りと近道歩行が多く、横断歩道や曲路での衝突事故は、この歩行習性のためとも考えられる（西条, 1975; Massy, S. A., 1962）。車輛の左側通行に対する批判、人間の右側通行に対する不便も改善する方向が望まれる。歩行者の犠牲と本性（習性）を無視した行政は、歩行安全上考慮する必要がある。

4) 群衆歩行密度と心拍数の関係

環境条件の一つとして群衆密度をとりあげ、生体側の反応として心拍数をとりあげた。その中間に歩行という運動を介在させた。環境・人間・運動の関係式を本報告の調査から算出して、都市内での生態学的研究結果とした。

心拍数と群衆密度との関係を図10に示す。

速歩の時の関係式は

$$H = H_0 \rho^{0.685}$$

遅歩の時の関係式は

$$H = H_0 \rho^{0.762}$$

(H: 歩行時の心拍数
H₀: 安静時の心拍数
ρ: 群衆密度)

で示される。群衆密度と心拍数との関係は、指数関数的であり、身体的な影響とともに群衆中の精神的ストレスが心拍数に影響していると考えられる（スタインハウス, A. H., 1965; Hettinger, F., 1953）。

5. 結語

都市環境と身体運動を生態学的に把えるために、身体運動の実態を測定し、環境との相互関係を見出した。都

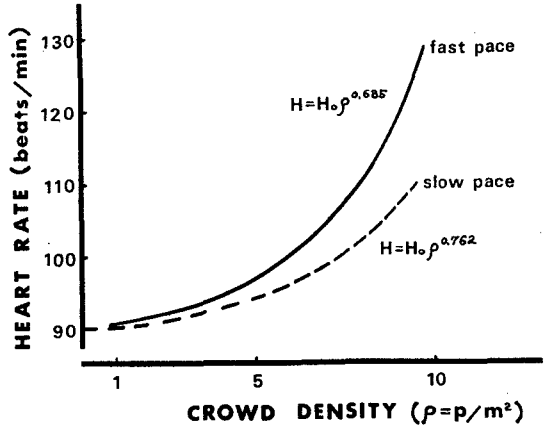


図10 歩行密度と心拍数の関係

市環境は人口、住宅、社会、経済的条件、環境変化等の点から調べたが、身体運動との関係が深いものとして特に道路条件、群衆密度と速度そして生体負担度をとりあげた。身体運動のうち最も基本的な動きとして、歩行を選びその本質と環境による変動を中心にまとめた。生体側の測定として、主に運動生理学的方法と体育社会学的なアンケート方法を選び、歩行運動による生理学的な応答、社会的環境、都市工学上の諸条件、都市住民の意識を測定した。

その結果、歩行運動の量と質の変化要因は、図11のようにとめられ、3要因が相互にからみ合って影響し合い、人間の健康・体力や福祉に関係していることがわかった。個体的な要因や環境的な要因を個別に重視した過去の報告以上に、3要因を総合した結果の定量的な分析が可能となった。健康・体力の保持並びに人間性維持のために、身体運動（特に歩行）を利用し、自由で自然な歩行が可能な環境を作らねばならない。

本研究の要約は下記の通りである。

1) 都市家庭の主婦の一日の歩数は約1万歩で、買物時、洗濯・掃除時に多くの歩行運動がみられた。通勤者の一日の歩数は約6,500歩で、出勤と退勤時に多くの歩行がみられた。そして連続歩数1,000歩を越えると、心拍数

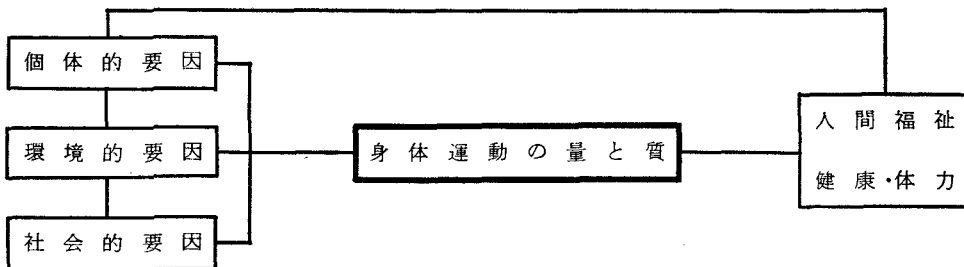


図11 身体運動への相互要因

は100以上に応答する。

2) 成人および児童・生徒ともに、歩行運動に対して、「歩くのが好き」という好意的回答は70%を占めた。又、歩行に対する意欲の面でも、環境がよければ歩きたいと回答したものが80%を示した。しかし、1日の平均歩行時間では、1時間以下の者が約半数を示し、全体の66%の者が、自分の歩行に対して不足感を訴えている。

3) 都市と農村において、通学・通勤方法の差異から歩数に大幅な差がみられ、心拍応答も農村部においては、約130に上昇する。都市環境では連続的な歩行はほとんどみられず、環境の利便性が、人間本来の運動を奪ったことになる。

4) 約5mの高さの歩道橋を渡ることは、RMR 4~5の運動強度を示し、速いペースで最高心拍数が125~130に上昇した。老人や身体障害者の渡橋は、強い運動負担となり、最大血圧値や最高心拍数は20~40%の増加を示した。歩道橋は住民の基本的な運動形態を阻害する可能性をもつもので、歩行者優先の行政が望まれる。

5) 歩行環境に関しては、歩行の妨害として自動車及び自転車による障害をあげている。又、歩道の整備については、85%の者がもっと充実させることを要望している。さらに歩道橋の評価として、特に成人では、条件つき賛成型が5割で、否定、背定型はそれぞれ2割であった。

歩行という身体運動への態度は、好意的、かつ、意欲的なものであったが、実態は、歩行そのものに対して不満を訴えている者が多く、歩行環境の充実を望んでいる。

6) 都市環境の街路においては、自由(自然)歩行は見られず、銀座通りの群衆流動係数は休日で1.8、週日で1.65の混雑を示した。

7) 銀座通りや柿の木坂での群衆歩行速度Vは次式で示される。

$$V = N/\rho$$

$$\left(\begin{array}{l} N: \text{群衆流動係数 } 0.85 \\ \rho: \text{群衆密度} \end{array} \right)$$

その結果、銀座通りの平均群衆歩行速度は3.4km/時間(週日の午前中)と2.7km/時間(休日の午後)に達した。

8) 歩行者密度と生体負担度としての心拍数との関係は次式で示される。

$$H = H_0 \rho^{0.685} \quad (\text{速歩の時})$$

$$= H_0 \rho^{0.762} \quad (\text{遅歩の時})$$

$$\left(\begin{array}{l} H: \text{歩行時の心拍数} \\ H_0: \text{安静時の心拍数} \\ \rho: \text{群衆密度} \end{array} \right)$$

9) 銀座通りでの午後の歩数は、大人の場合136歩/分、午前中は125歩/分であったが、子供の場合、午後は138歩/分、午前中は142歩/分であった。心拍数は曜日、時間帯、個人差により変動がみられるが、休日の午後に130まで上昇した例もあった。

未来の都市づくりと都市環境改善のための基本原則として、人間本来の生活空間は必須のものであり、生態学的にみた健全なスペースが要求される。健康な都市計画と社会システムの建設が望まれ、知的で人間味のある都市づくりの志向が必要である。歩行という基本的身体運動すらも制約されている実態と資料が提示されたので、今後の都市問題の検討材料ともなる。

都市環境と身体運動との有機的結合と相互関連の立場から、再度都市住民の行動・運動体系を反省する必要がある。

注

1) 心拍数, Heart-Rate

脈拍と心拍とは異なるが、心臓の拍動数を1分間当りに平均した値である。このために心電図を利用してよいし、拍動をカウントしてもよい。一般人の安静心拍数は、70前後で、スポーツ心臓の持主は50代を示す。運動刺激、ストレスによって比例的に増加するといわれる。

2) ハートコーダー, Heart-Corder

胸部双極誘導法によって、2つの関電極を心臓近くの胸壁上に固定し(心底と心尖部)、両電極間の電位差を誘導し、磁気テープに記録する。記録器は小型テープレコーダー(商品名パールコーダー)を利用した。

3) ペド・カウンター Pedo-Counter

足底部にテープ・スイッチを内蔵させ、電磁気カウンター(桁数4)を動作させる。歩行ステップごとにカウント積算される。都立大の試作品である。

4) RMR, Relative Metabolic Rate,

エネルギー代謝率で、運動の強さを相対的に表わすために、毎分需要カロリー量をその人の基礎代謝時の毎分熱量で割って算出する。例えばサッカーは6.3、ラグビーは11.1、体操は5.0のRMRを示す。

5) 運動・行動

運動は主に身体活動に限定し、Exercise または Physical Activity の用語で表現する。一方、行動は Behavior であらわし、心理的な意識下の運動をあらわす。ただし生態学的にみた人間の動態は、運動または行動で表現する。

文 献 一 覧

阿久津邦男

1976 『歩行の科学』不味堂。

朝比奈一男他

1976 「都市青少年の有酸素的作業能力に関する研究」『体力科学』16巻4号, pp.197-214。

植田 実

1975 「特集セミナー道空間」『都市住宅』7504号、
鹿島出版。

貝沼良行・埜 克郎・宇留野藤雄

1966 「横断歩道における歩行者の特性に関する研究
(第一報)」『科学警察研究報告』7巻1号、
pp. 32—36。

小泉 明

1972 『人間生存の生態学』杏林書院。

西条秀博

1975 「歩道幅に関する研究」『交通工学』10巻5号、
pp. 23—24。

スタインハウス, A. H.

1965 『フィットネス』(高倉正治 訳) YMC A同盟
出版部。

竹内伝史・岩本広久

1975 「細街路における歩行者挙動の分析」『交通工
学』10巻4号, pp. 3—14。

日本人間工学人体計測編集委員会(編)

1973 『人体計測値図表—デザインのための資料—』
人間と技術社。

日本建築学会(編)

1975 『建築設計資料集成1』丸善。

ハートウッド, A.

1973 『都市の遊び場』(大村虔一・大村璋子 訳)
鹿島出版。

日野原重明

1973 「実験歩道橋を渡る」『明日の友』1号、
pp. 44—47。

フルーイン, J.

1973 『歩行者の空間』(長島正充他 訳) 鹿島出版。
真辺春蔵(編)

1976 『都市環境と人間』人間と技術社。

三浦豊彦

1949 「履物と歩行エネルギー消費」『労働科学』25巻
3号, pp. 109—114。

吉沢茂弘

1973 「都市と農村青少年の有酸素的作業能に関する
比較的研究」『体育学研究』17巻4号、
pp. 185—204。

ルドフスキー, B.

1973 『人間のための街路』(平島敬一・岡野一字 訳)
鹿島出版。

渡辺俊男・川原ゆり

1976 「都市と農村における健康度の比較」『体育学
研究』21巻2号, pp. 101—116。

Dubos, R.

1965 Man Adaptng. New Haven and London:
Yale Univ. Press.

Hettinger, F. and E. A. Müller

1953 "Der Einfluss des Schukgewichtes auf den
Energieumsatz beim Gehen und Lastentr-
agen." Arbeitsphysiologie 15 (1) : 33—40.

Massey, S. A.

1962 "Mathematical Determination of Warrants
for Pedestrian Crossings." Traffic
Engineering 9 : 19—21.