

## 勤労者における身体活動支援環境に関する研究

田中千晶\* 田中茂穂\*\*

### RELATIONSHIP BETWEEN PERCEIVED NEIGHBORHOOD ENVIRONMENT AND OBJECTIVE MEASURES OF DAILY PHYSICAL ACTIVITY FOR JAPANESE WORKERS

Chiaki Tanaka and Shigeho Tanaka

#### SUMMARY

**Background:** Recent studies have shown the significance of environment as a determinant of physical activity in adults. However, few such studies have specifically looked at physical activity in Japanese workers by objective method.

**Purpose:** The aim of this study was to examine the relationship between daily physical activity evaluated by accelerometry and perceived neighborhood environment among Japanese workers.

**Methods:** Physical activity was assessed using a triaxial accelerometer (Active style Pro, Omron Healthcare) for 6 consecutive days, including weekdays and weekends, in 343 Japanese male and female workers. Subjects were asked to wear these devices at all times except when it was not possible, such as while dressing and bathing. Synthetic activity counts were recorded every 1 min by the accelerometer, and the METs (metabolic equivalents) and Ex (MET · hours/week) for locomotive and non-locomotive activities were estimated. Daily step counts were also measured. Neighborhood environment was evaluated using a questionnaire.

**Results:** Mean time spent in moderate-to-vigorous physical activity (MVPA) and physical activity level (PAL) were 94 ( $\pm 41$ ) min/day and 1.84 ( $\pm 0.16$ ), respectively. There were significant relationships between MVPA time for locomotive activities or Ex for locomotive activities and a residence, presence of home garden in house, presence of sidewalk and convenience of public traffic in the neighborhood after adjustment for age, sex, height, and weight. On the other hand, the relationship between step counts and convenience of public traffic was only significant. No significant relationship was observed between MVPA time for non-locomotive activities or Ex for non-locomotive activities and neighborhood environmental variables, although non-locomotive activities comprise the important portions of physical activity in free-living conditions. Total Ex was significantly related to presence of home garden in house.

**Conclusion:** These findings indicate that time spent in MVPA for locomotive activities are associated with specific neighborhood environmental attributes among Japanese workers. Evaluation of physical activity including non-locomotive activities is needed for further investigation on the environmental factors.

Key words: physical activity, neighborhood environment, accelerometer, questionnaire, worker.

\* 桜美林大学

J.F. Oberlin University, Tokyo, Japan.

\*\* 独立行政法人国立健康・栄養研究所 National Institute of Health and Nutrition, Tokyo, Japan.

## はじめに

成人期の生活習慣病の主要な要因として、身体活動量の減少がその1つではないかと考えられている<sup>27)</sup>。身体活動の決定要因として、環境要因が注目されている<sup>28)</sup>。しかし、これまで成人の生活環境と日常の身体活動量との関係は、個人差の抽出には問題があると考えられる質問紙が身体活動量の評価に用いられ<sup>29)</sup>、客観的な方法により日常生活全般をとらえた報告はいまだ少ないのが現状である<sup>28)</sup>。「健康づくりのための運動指針2006(エクササイズガイド2006)」でも、成人は「1週間に23メッツ・時(Ex)以上の身体活動」が推奨されており<sup>9)</sup>、成人の強度別の活動分類を客観的に定量化する方法として、加速度計法が着目されている<sup>2,3,20)</sup>。勤労者の日常の身体活動量は、歩・走行活動のみから推定すると職種によってはかなり過小評価されることが推測される。つまり、職種によっては、仕事に比較定的定量化しやすい、規則的な歩・走行の頻度・時間が少ない一方で、家事のような不規則な活動の割合が多いと考えられるためである。そのため、さまざまな職種に従事する日本人による日常の身体活動量を正確に定量化したうえで、その変動要因を把握することは重要な役割をもつと考えられる。従来、成人の身体活動量に関する研究では非運動性熱産生(nonexercise activity thermogenesis; NEAT)に大きな個人間差がみられることが報告されているが<sup>12-14,21,25)</sup>、最近、成人を対象に日常の活動強度を評価でき、かつ歩・走行と歩・走行以外の生活活動を区別する加速度計の妥当性を検討した報告がなされている<sup>17,18)</sup>。このような加速度計を用いると、歩・走行活動のみから推定すると過小評価される生活活動についても、客観的かつ正確に評価することが可能である。そのため、特に必ずしも歩・走行を十分に伴わないにもかかわらず、身体活動量の多い職種に関しては、新しい知見が得られる可能性がある。

そこで、本研究では、歩数計や質問紙では十分に評価できなかった身体活動の強度を評価できる3軸加速度計を用いて、勤労者の日常の身体活動強度と環境要因との関係を明らかにし、勤労者の健康増進に寄与することを目的とする。本研究に

より、今まで未知であった歩・走行以外の身体活動量を評価したうえで、勤労者の身体活動の決定要因を明らかにすることが可能であり、公衆衛生学上の重要課題の1つである、勤労者における身体活動の推進策を講じるうえで有益な資料となる。

## 方法

### A. 対象者

対象は、東京都(町田市, 八王子市, 23区など)、神奈川県(相模原市など)および茨城県(つくば市)など幅広い地域在住のさまざまな職種に従事する日本人男女を、掲示や口コミなどを通じて募集した。

問診により、甲状腺機能の異常などエネルギー代謝や通常的身體活動に影響を与えられられる疾病についての既往歴がある者は対象から除いた。最終的に、本研究の実施に同意した男女は、343名であった。主な職種と人数は、清掃員14名、警備員17名、サービス業25名、保育者(幼稚園教諭あるいは保育士)47名、運転手14名、飲食物調理従事者20名、主婦20名、専門職・技術職7名、学生65名、事務職32名であった。本研究は桜美林大学の研究倫理委員会の承認を得て実施した。測定にあたって、本人に測定の目的、利益、不利益、危険性、データの公表について説明を行い、書面にて同意を得た。

### B. 測定項目

身長と体重は、各々、0.1 cmと0.1 kg単位で計測した。身体活動量の調査は、3軸加速度計(Active style Pro HJA-350IT, オムロンヘルスケア)を用いた。腰部にActive style Proを装着し、4月を除くいずれかの月に装着し、1週間後の同じ曜日に回収した。水泳や着替え、入浴などやむを得ない場合を除いて装着するように依頼した。装着しなかった時間および睡眠時間については、記録をつけてもらった。加速度計の値は、すべての測定が終了した後、コンピュータに取り込んだ。Active style Proは、1分ごとの活動強度(metabolic equivalents; METs)に基づいて、総エネルギー消費量、Ex(エクササイズ:3 METs以上の身体活動のMETs値に、その実施時間(時)をかけた1週間当たりの量)、および歩数を測定できる。単位時間ごとのMETs値やEx量を、歩・走行と生

活活動（家事活動など、あまり歩・走行を伴わない活動）に要した時間に分けて評価できる点、および、そうした判別に基づいて特に生活活動の強度をかなり正確に推定できる点に特徴がある。MVPA (moderate-to-vigorous physical activity) の指標として3 METs 以上の歩・走行時間、生活活動時間および総計、歩・走行と生活活動に要したEx、および総計を算出した。また、歩数についても算出した。

本研究で用いた身体活動支援環境調査に関する質問は、Sallis and Owen<sup>22)</sup> の身体活動量と環境要因に関するレビューなどを参考に抽出した。自宅および自宅周辺の状況として、以下の項目について尋ねた。自宅については、居住形態（一戸建てあるいは共同住宅）、一戸建てにおける庭の有無、共同住宅における総階数、居住階数およびエレベーターの有無、トレーニング器具所有の有無であった。自宅周辺の状況については、公共スポーツ施設（公園、市町村立体育館、プール、テニスコートなど）や都市型の民間スポーツ施設（フィットネスクラブ、スイミングクラブ、テニスクラブ、ゴルフ練習場など）について、以下の項目を尋ねた。これらのスポーツ施設の有無、アクセス、休日でも使えるスポーツ施設であるか、夜間でも使えるスポーツ施設であるか、スポーツ施設への満足度であった。更に、自宅周辺に歩道がある、自宅周辺は交通量が多く歩くのに危険である、自宅周辺は街灯などが少ない、自宅周辺は道路の起伏が激しい、自宅周辺は犯罪がなく安全である、自宅周辺は自然が豊かである、自宅周辺に好きな景色がある、公共交通機関が利用しやすい、といった項目について尋ねた。更に、歩行による通勤時間、悪天候の日は運動・スポーツ・外出を控える、季節によって運動・スポーツ・外出を控える、についても尋ねた。

### C. 統計処理

Active style Pro は、装置を装着していない等、動作を感知していない状況においては、「計測なし」と判定される。それに基づいて、装着した時間が、1日当たり600分以上みられた日のデータを採用することとした。多くの対象者においては、平日4日、土日・祝日それぞれ1日ずつであるが、この基準に従い、少なくとも平日2日以上、土

日・祝日のいずれか1日以上のデータが得られた者の結果を分析に用いた。METs がそれぞれ3以上 (MVPA) の時間、Ex、歩数およびPAL (physical activity level) については、平日の平均値と土日・祝日の平均値を求め、それぞれ5日、2日と重み付けすることによって、個人ごとの値を求めた。更に、歩・走行時間と生活活動に要した時間についても、各々算出した。

統計処理は、SPSS package17.0J for Windows (SPSS, Tokyo, Japan) を用いて行った。すべての結果は、平均値±標準偏差で示した。統計上の有意水準はすべて両側5%未満とした。性差の比較には、対応のないt検定を用いた。2変量間の関係は、Pearsonの相関係数、および性、年齢、身長および体重を制御変数とした偏相関係数を用いて評価した。3軸加速度計で得られた、MVPAにおける歩・走行時間と生活活動時間およびその総計時間、Ex および歩数などの身体活動と近隣環境との関係は、目的変数を身体活動量、共変量を性、年齢、身長および体重、説明変数を近隣環境に関する変数とした共分散分析 (analysis of variance; ANCOVA) を用いて評価した。なお、B値は、基準となるカテゴリーとの差の推定値を示す。また、連続量は3分位のカテゴリー変数にした。各変数は、環境上望ましいと考えられるカテゴリーを基準となるよう設定した。

## 結 果

対象者の身体的特徴を表1に示した。年齢を除くいずれの変数も男性が女性に比較して有意に高かった。日常の身体活動量は、表2に示した。歩・走行に要したMVPAとExおよび歩数は、男性が女性に比較して有意に高かった。生活活動に要したMVPAとExおよびPALは、女性が男性に比較して有意に高く、女性においては歩・走行に要したMVPAより生活活動に要したMVPAのほうが大きな平均値が得られた。MVPAとExの総時間と総量は、性差がみられなかった。MVPAと歩数との単相関係数は、 $r=0.661$ であり、統計的に有意であった。質問紙による通勤時の歩行時間と歩数や歩・走行に要したMVPAおよびExとの間の関係を性、年齢、身長、体重を制御した偏相関分析によって検討した結果、両者の間にはいず

表 1. 対象者の身体的特徴  
Table 1. Physical characteristics of subjects.

Variables	Male (n=107)		Female (n=236)		Total (n=343)	
Age (years)	38.0	± 15.5	36.2	± 11.3	36.8	± 12.8
Height (cm)	170.5	± 5.9	157.7	± 5.9	161.7	± 8.4 *
Weight (kg)	68.0	± 11.7	51.5	± 7.1	56.7	± 11.6 *
BMI (kg/m <sup>2</sup> )	23.4	± 3.7	20.7	± 2.6	21.5	± 3.2 *

BMI; body mass index, \*: male vs. female ( $P<0.05$ ).

表 2. 日常の身体活動量  
Table 2. Characteristics of daily physical activity.

Variables	Male (n=107)		Female (n=236)		Total (n=343)	
Time in locomotive MVPA (min/day)	63	± 38	45	± 28	50	± 33 *
Time in non-locomotive MVPA (min/day)	25	± 22	52	± 33	44	± 33 *
Time in total MVPA (min/day)	88	± 45	97	± 39	94	± 41
Ex for locomotive activities	4.2	± 2.7	3.0	± 2.1	3.4	± 2.4 *
Ex for non-locomotive activities	1.4	± 1.3	3.0	± 1.9	2.5	± 1.9 *
Total Ex	5.6	± 3.1	5.9	± 2.6	5.8	± 2.7
Step counts (steps/day)	9644	± 4298	8570	± 3086	8905	± 3538 *
PAL	1.79	± 0.15	1.87	± 0.16	1.84	± 0.16 *

MVPA; moderate-to-vigorous physical activity, Ex; MET · hours/week, PAL; physical activity level, \*: male vs. female ( $P<0.05$ ).

れも有意な関係はみられなかった。

各環境要因と日常の MVPA の歩・走行時間、生活時間および総活動時間、そして歩数との関係について、性、年齢、身長、体重を調整した ANCOVA を行った結果を表 3-1 および表 3-2 に示した。自宅については、居住形態と有意な関係がみられ、共同住宅に居住する群は、一戸建てに居住する群に比較して、有意に MVPA での歩・走行時間と Ex が大きかった。更に、一戸建てにおいて庭を有しない群は、有する群に比較して MVPA での歩・走行時間と歩・走行による Ex が大きかった。更に、Ex の総量も有意に大きかった。これら以外の自宅の環境に関する変数と身体活動量との間には、いずれも有意な関係はみられなかった。

一方、自宅周辺の状況については、自宅周辺に歩道がある群は、ない群に比較して、有意に MVPA での歩・走行時間と歩・走行による Ex が大きかった。また、公共交通機関が利用しやすい群は、しにくい群に比較して、有意に MVPA での歩・走行時間、歩・走行による Ex および歩数が大きかった。更に、悪天候の日に運動・スポー

ツ・外出を控えない群は、控える群に比較して、生活活動時の Ex が有意に大きかった。また、季節によって運動・スポーツ・外出を控えない群は、控える群に比較して、MVPA の歩・走行時間および MVPA の総活動時間、歩・走行での Ex および Ex の総量、歩数が有意に大きかった。これら以外の自宅周辺の環境に関する変数と身体活動量との間にはいずれも有意な関係はみられなかった。

## 考 察

日常生活全般の活動強度を評価する方法として、最近、加速度計が多数用いられている。日常の生活活動は、歩・走行にて妥当性を検討された加速度計を用いて評価すると、過小評価されることが指摘されている<sup>15)</sup>。そこで、本研究では、成人を対象に日常の生活活動を含み、妥当性の検討を行った加速度計<sup>17,18)</sup>を用いて、日常の身体活動量全般について評価し、生活環境の影響との関係について検討した。

本研究の対象者の PAL の平均値は、食事摂取基準 (2010 年版) によると、男女とも「ふつう」

表 3-1. 中強度以上の活動や歩数と主観的環境との関係

Table 3-1. Association between moderate-to-vigorous physical activity or step counts and perceived environment.

Explanatory variables	Category	Range of continuous variables n	MVPA (moderate-to-vigorous physical activity)												Step counts (steps/day)			
			Time in locomotive activities (min/day)				Time in non-locomotive activities (min/day)				Total time (min/day)				Estimated		Standard	
			Estimated marginal mean	Standard error of mean	B	P-value	Estimated marginal mean	Standard error of mean	B	P-value	Estimated marginal mean	Standard error of mean	B	P-value	Estimated marginal mean	Standard error of mean	B	P-value
<Living environment>																		
Residence	House	136	40.0	2.4	-8.8	0.03	46.4	2.4	5.5	0.18	86.3	3.3	-3.3	0.55	8099	291	-733.4	0.14
	Apartment	73	48.8	3.3	0		40.9	3.3	0		89.7	4.5	0		8832	400	0	
Home garden in house	No	11	62.2	6.9	18.1	0.02	46.6	10.1	-0.7	0.95	108.8	11.5	17.4	0.17	10463	899	1746.6	0.07
	Yes	78	44.1	2.5	0		47.4	3.6	0		91.5	4.2	0		8716	324	0	
Number of floors in apartment	Low (2-3)	13	66.3	9.3	11.3	0.39	31.8	7.0	3.4	0.73	98.1	11.2	14.7	0.36	10716	1077	843.9	0.58
	Middle (4-9)	18	47.4	7.8	-7.6	0.53	32.6	5.8	4.3	0.64	80.1	9.4	-3.3	0.82	8555	902	-1317.1	0.35
	High (11-20)	12	55.0	9.2	0		28.4	6.9	0		83.4	11.1	0		9872	1063	0	
Floor of residence in apartment	Low (1-2)	15	54.4	7.4	4.9	0.66	33.0	6.2	6.6	0.47	87.4	9.5	11.4	0.42	9186	901	26.3	0.98
	Middle (3-4)	13	55.1	8.0	5.5	0.63	34.7	6.6	8.3	0.38	89.8	10.2	13.8	0.34	9762	969	602.3	0.66
	High (5-19)	14	49.6	7.7	0		26.4	6.4	0		76.0	9.9	0		9159	937	0	
Elevator in apartment	No	17	58.6	9.0	2.2	0.85	27.7	5.6	-5.4	0.47	86.3	10.7	-3.1	0.83	9909	993	200.6	0.88
	Yes	25	56.3	7.4	0		33.1	4.6	0		89.4	8.8	0		9709	814	0	
Home fitness equipment	No	106	51.3	3.0	1.1	0.87	39.5	2.8	-9.6	0.13	90.8	3.9	-8.5	0.33	9319	353	34.7	0.97
	Yes	27	50.1	6.0	0		49.2	5.7	0		99.3	7.7	0		9284	704	0	
<Neighborhood environment>																		
Recreational facilities																		
Recreational facilities	No	18	37.5	6.3	-4.4	0.50	51.2	6.5	5.9	0.38	88.7	8.8	1.5	0.87	7964	761	-290.7	0.71
	Yes	238	41.9	1.7	0		45.3	1.8	0		87.3	2.4	0		8254	208	0	
Accessibility of facilities	Bad	21	41.0	6.3	-5.2	0.43	42.9	6.4	-1.5	0.82	83.9	8.5	-6.8	0.46	8086	736	-738.2	0.35
	Good	164	46.3	2.2	0		44.4	2.3	0		90.7	3.0	0		8824	262	0	
Availability of recreational facilities on weekends	No	34	42.7	5.0	-4.2	0.45	49.3	5.0	6.6	0.24	92.0	6.7	2.4	0.75	8435	586	-467.9	0.47
	Yes	155	46.8	2.3	0		42.7	2.3	0		89.6	3.1	0		8903	271	0	
Availability of recreational facilities at night	No	104	45.6	2.8	-0.2	0.96	47.2	2.8	7.9	0.07	92.8	3.7	7.7	0.18	8811	326	91.5	0.85
	Yes	81	45.9	3.2	0		39.3	3.2	0		85.1	4.3	0		8720	371	0	
Satisfaction with recreational facilities	No	97	46.4	2.9	0.2	0.96	44.0	3.0	0.9	0.84	90.4	3.9	1.1	0.85	8871	347	67.8	0.90
	Yes	87	46.3	3.1	0		43.1	3.1	0		89.3	4.1	0		8803	367	0	
Availability of sidewalks	No	36	36.0	4.6	-11.8	0.02	48.5	4.8	5.1	0.33	84.5	6.4	-6.7	0.34	7826	550	-1131.3	0.06
	Yes	163	47.8	2.2	0		43.4	2.3	0		91.2	3.0	0		8957	258	0	
Safety of sidewalks	No	135	47.0	2.4	4.0	0.36	45.2	2.5	2.6	0.55	92.1	3.3	6.6	0.26	8958	285	638.3	0.21
	Yes	64	43.0	3.5	0		42.5	3.6	0		85.5	4.8	0		8319	416	0	
Streetlights	No	102	48.6	2.8	5.9	0.15	44.5	2.9	0.3	0.94	93.1	3.8	6.3	0.27	9096	333	704.4	0.15
	Yes	97	42.6	2.9	0		44.2	3.0	0		86.8	3.9	0		8391	342	0	
Hills	No	113	45.2	2.7	-1.3	0.75	44.5	2.7	0.4	0.92	89.8	3.6	-0.9	0.87	8602	313	-383.1	0.43
	Yes	85	46.6	3.1	0		44.1	3.2	0		90.7	4.2	0		8985	362	0	
Safety from crime	No	78	46.8	3.2	2.0	0.63	43.4	3.3	-1.6	0.71	90.1	4.4	0.4	0.94	8831	381	117.9	0.81
	Yes	120	44.8	2.6	0		44.9	2.6	0		89.7	3.5	0		8713	306	0	
Rich nature	No	47	48.0	4.1	3.1	0.51	47.8	4.2	4.7	0.34	95.9	5.6	7.8	0.23	9018	489	322.5	0.57
	Yes	150	44.9	2.3	0		43.2	2.4	0		88.1	3.1	0		8696	272	0	
Environment aesthetics	No	85	45.7	3.1	0.1	0.98	44.6	3.2	0.5	0.90	90.3	4.2	0.6	0.91	9039	364	468.3	0.34
	Yes	112	45.6	2.7	0		44.1	2.7	0		89.7	3.6	0		8571	316	0	
Convenience of public transport	No	65	38.5	3.4	-10.5	0.01	49.3	3.5	7.4	0.09	87.8	4.7	-3.0	0.60	8027	408	-1090.1	0.03
	Yes	133	49.0	2.4	0		41.9	2.5	0		90.9	3.3	0		9118	285	0	
Commuting time by walking	Short (1-10)	16	48.9	8.1	-23.7	0.07	43.9	9.3	0.0	1.00	92.8	11.3	-23.7	0.19	8904	1022	-2903.2	0.08
	Middle (15-20)	17	67.8	7.2	-4.9	0.66	34.8	8.1	-9.0	0.47	102.6	9.9	-13.9	0.36	11440	899	-366.7	0.79
	Long (25-90)	13	72.6	8.6	0		43.9	9.7	0		116.5	11.9	0		11807	1077	0	
Influence of bad weather	No	57	46.2	3.8	0.8	0.86	50.5	3.8	8.7	0.06	96.8	5.1	9.4	0.12	8776	444	33.7	0.95
	Yes	142	45.5	2.4	0		41.9	2.4	0		87.3	3.2	0		8743	279	0	
Influence of season	No	124	49.4	2.5	9.8	0.02	45.4	2.6	3.5	0.41	94.9	3.4	13.3	0.02	9118	296	981.8	0.04
	Yes	74	39.6	3.2	0		41.9	3.3	0		81.5	4.4	0		8136	383	0	

Depending variables: MVPA or step counts, covariates: sex, age, height, body weight.

表 3-2. MET · hours/week と主観的環境との関係

Table 3-2. Association between MET · hours/week and perceived environment.

Explanatory variables	Category	Range of continuous variables n	Ex (MET · hours/week)											
			Locomotive activities				Non-locomotive activities				Total			
			Estimated marginal mean	Standard error of mean	B	P-value	Estimated marginal mean	Standard error of mean	B	P-value	Estimated marginal mean	Standard error of mean	B	P-value
<b>&lt;Living environment&gt;</b>														
Residence	House	136	2.6	0.2	-0.6	0.04	2.6	0.1	0.3	0.17	5.2	0.2	-0.3	0.48
	Apartment	73	3.2	0.2	0		2.3	0.2	0		5.5	0.3	0	
Home garden in house	No	11	4.5	0.5	1.7	0.00	3.0	0.6	0.4	0.56	7.5	0.7	2.1	0.01
	Yes	78	2.8	0.2	0		2.6	0.2	0		5.5	0.3	0	
Number of floors in apartment	Low (2 - 3)	13	4.3	0.7	0.7	0.45	1.8	0.4	0.2	0.74	6.1	0.8	0.9	0.40
	Middle (4 - 9)	18	3.2	0.6	-0.4	0.63	1.8	0.3	0.2	0.67	5.0	0.6	-0.2	0.84
	High (11 - 20)	12	3.6	0.7	0		1.6	0.4	0		5.2	0.8	0	
Floor of residence in apartment	Low (1 - 2)	15	3.6	0.5	0.3	0.67	1.9	0.4	0.4	0.45	5.5	0.6	0.7	0.44
	Middle (3 - 4)	13	3.6	0.6	0.3	0.68	1.9	0.4	0.5	0.38	5.6	0.7	0.8	0.41
	High (5 - 19)	14	3.3	0.6	0		1.5	0.4	0		4.8	0.7	0	
Elevator in apartment	No	17	3.9	0.6	0.2	0.83	1.5	0.3	-0.3	0.45	5.4	0.7	-0.1	0.88
	Yes	25	3.7	0.5	0		1.9	0.3	0		5.6	0.6	0	
Home fitness equipment	No	106	3.4	0.2	0.2	0.72	2.3	0.2	-0.5	0.16	5.6	0.3	-0.3	0.56
	Yes	27	3.2	0.4	0		2.8	0.3	0		6.0	0.5	0	
<b>&lt;Neighborhood environment&gt;</b>														
<b>Recreational facilities</b>														
Recreational facilities	No	18	2.4	0.4	-0.3	0.47	2.9	0.4	0.3	0.39	5.3	0.6	0.0	0.99
	Yes	238	2.7	0.1	0		2.6	0.1	0		5.3	0.2	0	
Accessibility of facilities	Bad	21	2.6	0.4	-4.9	0.39	2.4	0.4	-0.1	0.79	5.1	0.6	-0.5	0.40
	Good	164	3.0	0.2	0		2.5	0.1	0		5.6	0.2	0	
Availability of recreational facilities on weekends	No	34	2.8	0.3	-0.3	0.40	2.8	0.3	0.3	0.30	5.5	0.4	0.0	0.98
	Yes	155	3.1	0.2	0		2.4	0.1	0		5.5	0.2	0	
Availability of recreational facilities at night	No	104	3.0	0.2	-0.1	0.69	2.6	0.2	0.4	0.13	5.6	0.2	0.3	0.50
	Yes	81	3.1	0.2	0		2.3	0.2	0		5.3	0.3	0	
Satisfaction with recreational facilities	No	97	3.1	0.2	0.0	0.93	2.5	0.2	0.1	0.72	5.6	0.3	0.1	0.77
	Yes	87	3.0	0.2	0		2.4	0.2	0		5.5	0.3	0	
Availability of sidewalks	No	36	2.3	0.3	-0.9	0.01	2.7	0.3	5.4	0.35	5.0	0.4	-0.6	0.18
	Yes	163	3.2	0.2	0		2.5	0.1	0		5.6	0.2	0	
Safety of sidewalks	No	135	3.1	0.2	0.2	0.43	2.6	0.1	0.2	0.54	5.6	0.2	0.4	0.30
	Yes	64	2.8	0.2	0		2.4	0.2	0		5.2	0.3	0	
Streetlights	No	102	3.2	0.2	0.5	0.12	2.5	0.2	0.0	0.94	5.7	0.3	0.5	0.20
	Yes	97	2.8	0.2	0		2.5	0.2	0		5.3	0.3	0	
Hills	No	113	3.0	0.2	-0.1	0.81	2.6	0.2	0.1	0.72	5.5	0.2	0.0	0.96
	Yes	85	3.0	0.2	0		2.5	0.2	0		5.5	0.3	0	
Safety from crime	No	78	3.1	0.2	0.2	0.53	2.5	0.2	-0.1	0.83	5.6	0.3	0.1	0.73
	Yes	120	2.9	0.2	0		2.5	0.2	0		5.4	0.2	0	
Rich nature	No	47	3.2	0.3	0.2	0.50	2.7	0.2	0.2	0.37	5.9	0.4	0.5	0.26
	Yes	150	2.9	0.2	0		2.5	0.1	0		5.4	0.2	0	
Environment aesthetics	No	85	3.0	0.2	0.0	0.87	2.5	0.2	0.1	0.80	5.5	0.3	0.0	0.97
	Yes	112	3.0	0.2	0		2.5	0.2	0		5.5	0.2	0	
Convenience of public transport	No	65	2.5	0.2	-0.8	0.01	2.8	0.2	0.4	0.13	5.2	0.3	-0.4	0.30
	Yes	133	3.2	0.2	0		2.4	0.1	0		5.6	0.2	0	
Commuting time by walking	Short (1 - 10)	16	3.3	0.6	-1.5	0.10	2.5	0.5	0.0	0.97	5.7	0.7	-1.5	0.19
	Middle (15 - 20)	17	4.5	0.5	-0.2	0.75	2.0	0.5	-0.4	0.52	6.5	0.6	-0.7	0.47
	Long (25 - 90)	13	4.8	0.6	0		2.4	0.5	0		7.2	0.7	0	
Influence of bad weather	No	57	3.1	0.3	0.2	0.58	2.9	0.2	0.6	0.03	6.0	0.3	0.7	0.06
	Yes	142	3.0	0.2	0		2.4	0.1	0		5.3	0.2	0	
Influence of season	No	124	3.3	0.2	0.7	0.02	2.6	0.1	0.2	0.36	5.8	0.2	0.9	0.01
	Yes	74	2.6	0.2	0		2.4	0.2	0		4.9	0.3	0	

Depending variables: Ex, covariates: sex, age, height, body weight.

に分類された(表2)<sup>10)</sup>。一方、歩数の平均値は、平成19年国民健康・栄養調査結果と比較すると、男女ともにやや高かった<sup>11)</sup>。本研究の女性の生活活動におけるMVPAの時間は、歩・走行のMVPAの時間より大きかった(表2)。これは、日本人の子どもと一致する結果であった<sup>26)</sup>。そのため、特に女性では、従来着目されてきた歩・走行に加え、歩・走行以外の活動内容に着目することは意義深い。本研究では、対象者の負担を考慮して、詳細な活動内容の記録は依頼しなかったが、居住する近隣の環境によって、活動強度だけでなく、活動内容も異なる可能性が考えられる。そこで、日常のMVPAを、歩・走行、生活活動および両者を合わせたMVPAの総活動時間や総活動量(Ex)、更に歩数によって評価し、それらと関連する環境要因として、自宅および自宅周辺のいくつかの生活環境について検討した。その結果、自宅については、居住形態と有意な関係がみられ、一戸建てに居住する群は、共同住宅に居住する群に比較して、歩・走行のMVPAとExが有意に短かった。MVPAは、普通歩行から速歩や走行に該当する<sup>1)</sup>。一戸建てに比較すると、共同住宅では、建物内の構造や立地条件により、これらの歩・走行を伴う活動が多かったかもしれない。ただし、共同住宅における総階数や居住階数との間には、いずれも有意な差はみられなかった。子どもでは、住宅あるいは学校での高層化が外出頻度や外遊びと関係していることが指摘されているものの<sup>16)</sup>、勤労者では低階層の居住やエレベーターの有無に身体活動量は、貢献しないことが明らかとなった。一方、一戸建てにおいて庭を有する群は、歩・走行活動が、有しない群に比較して有意に低かった。更に、Exの総量も有意に小さかった。ただし、歩数には有意な差はみられなかったことから、庭においてMVPA以下のゆっくりした歩行活動が行われていた可能性がある。また、トレーニング器具所有の有無は、いずれの変数の間にも有意な関係がみられなかった。これは、自宅内でできるトレーニングは、歩・走行を伴う活動が少ない、あるいは、たとえ歩・走行を伴う活動であってもMVPAの強度まで達するものが少なかったのかもしれない。また、本研究で用いた加速度計では、自転車駆動時の活動量を検知す

ることができないため、例えばエアロバイクのような活動を評価できず、両者の関係がみられなかったのかもしれない。一方、生活活動は、いずれも有意な関係がみられなかった。歩・走行以外の日常の活動は、植物への水やりや動物の世話といった家事活動など、MVPA以下の強度の活動が多数該当する<sup>1)</sup>。そのため、自宅周辺の環境とは関係がみられにくかったのかもしれない。ただし、これらの環境要因に関する変数については、それらの変数と関連する他の要因の影響を受けて、MVPAの時間などで見かけの相関が得られている可能性は否定できない。

歩・走行の活動と有意な関係がみられた変数でも、歩数との関係性は明らかにすることができなかったことから、本研究は、歩数だけの評価では不十分であり、強度別の検討の必要性を示唆するものである。実際、MVPAと歩数との間には有意な相関関係( $r=0.661$ )がみられたものの、その関係は、日本人の子どもの結果と比較すると弱かった( $r=0.832$ )<sup>26)</sup>。これは、本研究の対象者は女性が多く、生活活動時間が比較的多い集団であったため、歩数との関係がみられなかったのかもしれない(表2)。また、本研究では、かなり多様な職種を対象としていたため、ごく少数の職種群に分類するのは難しく、職種とさまざまな環境要因を合わせて考慮した分析には適していないと考えられたことから、検討しなかった。今後、職種との関連については、更なる検討が必要である。

自宅周辺の状況については、自宅周辺に歩道があることは、MVPAの歩・走行時間およびExを高めることが示唆された。一方、歩数とは有意な関係がみられなかった。このような、歩・走行の際に用いる環境要因であっても、3 METs未満の低強度から高強度の歩・走行を含む歩数ではMVPAの評価には不十分であり、前述したとおり、歩・走行を強度別にみる必要性を示唆するのである。更に、公共交通機関が利用しやすいことは、歩・走行時のMVPAとExおよび歩数を高めることが示唆された。公共交通機関を利用できることが、外出に繋がり、結果として歩・走行の機会をつくっているのかもしれない。このような歩道や公共交通機関の整備は、個人のみでは変化

を起こすことが困難である。そのため、行政も含めた取り組みが必須であるといえる。

歩行に関する環境要因は、通勤や余暇など、歩行を目的別に区分して環境要因との関連が検討されてきた<sup>6,19)</sup>。日本における勤労者の余暇時間は少ないことが指摘されていることから<sup>7)</sup>、本研究では通勤時に着目し、通勤時の歩行による所要時間を質問紙により調査して、加速度計による客観的な指標との関連を検討した。その結果、いずれの変数とも、通勤時の歩行の所要時間による差はみられなかった。質問紙による通勤時の歩行時間と歩数や歩・走行による活動時間や活動量との関係を性、年齢、身長、体重を制御した偏相関分析によって検討した結果、両者の間にはいずれも有意な関係はみられなかった。そのため、本研究の被験者は、通勤時の歩行時間の認知が十分にできていなかった可能性がある。ただし、本研究結果は、この質問項目に関する被験者数が少なかったことから、通勤時の歩行時間に関する主観的評価と客観的評価との関係については、更なる検討が必要である。一方、悪天候の日に運動・スポーツ・外出を控えない群は、控える群に比較して、生活活動時のExが有意に大きかった。悪天候の日は、歩・走行は確保できなくとも、それ以外の日常生活活動において中強度以上の活動をしているかどうかでExに差がみられることを示唆している。更に、季節によって運動・スポーツ・外出を控えない群は、控える群に比較して、歩・走行時間および歩・走行と生活活動の総活動時間のMVPAとExおよび歩数が有意に大きかった。そのため、寒い日や暑い日でも、身体活動を行える場の提供など、環境整備が必要であるかもしれない。

諸外国における身体活動量と環境要因との関係は、Duncan et al.<sup>4)</sup>のメタアナリシスにおいて、身体活動のための施設、歩道、商店やサービス、交通の安全性という4つの環境が身体活動量と関連があったことが報告されている。従来、これらの環境要因と身体活動量との関係については、アジア諸国のデータがほとんどなかった。最近報告された11か国における身体活動量と環境との関係を検討した文献では、日本と香港の結果も含まれており、自宅周辺の商店の有無、自宅周辺のバス停/駅の有無、歩道の有無、自転車道の有無、

低価格のレクリエーション施設と身体活動量に関連がみられたことが報告されている<sup>23)</sup>。本研究は、歩道の有無との関連において、これらの先行研究と一致した。これらの結果は、日本のような文化の異なる環境でも、諸外国の先行研究結果の一部を適用できることを示すものである。その一方で、日本特有の環境要因もみられることが明らかとなった。

一方、日本国内における研究も近年、複数行われている。Inoue et al.<sup>5)</sup>は、150分/週以上の歩行は、住居密度が高いこと、商店へのアクセスが良いこと、歩道があることと有意な関係がみられたと報告している。更に、商店へのアクセスが良いことと自転車道があることは、中強度から高強度の高いレベルの身体活動量(950MET・minutes/週以上=約16MET・hours/週以上)と関係があった。Shibata et al.<sup>24)</sup>は、「運動指針2006」で示されている推奨身体活動量(23Ex以上)の充足に関連する環境要因が、自宅に運動用具があること、景観が良いこと、居住地が田舎でないことを明らかにしている。また、石井ら<sup>7)</sup>は、活動的な通勤手段の利用に関連する環境要因が、住居密度、スーパーや商店、バス停/駅の有無、歩道、自転車道、レクリエーション施設、治安(夜間)、安全性(交通量)、景観、十字路/交差点、近所の目的地、家の自動車・オートバイの保有の有無であることを報告している。これらは、身体活動量の強度あるいは内容によって関連のある環境要因が異なることを示している。本研究結果は、これらの報告と歩道以外の環境要因は、すべて一致しなかった。これは、これらのいずれの報告も、身体活動量の評価が質問紙を用いた主観的な方法であったのに対し、本研究は3軸加速度計による客観的評価であったことが一因かもしれない。

一方、Kondo et al.<sup>8)</sup>は、身体活動量の評価を、質問紙に加え歩数による客観的評価法も用いて検討している。更に、環境要因についても、質問紙(the Japanese translation of the Abbreviated version of the Neighborhood Environment Walkability Scale; ANEWS)に加え、客観的な方法であるGeographic Information System (GIS)を用いている。本研究では、環境要因については質問紙による主観的方法のみを用いたため、今後更なる検討が必要で



ある。ただし、Kondo et al.<sup>8)</sup> の場合、女性において GIS で評価された土地利用の多様性と自転車の利用時間に関連があったことを除くと、GIS で客観的に評価された環境要因と身体活動量との間に関連はみられなかった。

本研究にはいくつかの限界点がある。第 1 に、特に一部の項目では被験者数が比較的少なく、また、被験者として同意した関東圏の勤労者が対象となっているため、日本の一般的な集団では構成されていなかった。第 2 に、本研究は横断研究であったため、因果関係については明らかにできていない。第 3 に、本研究で用いた質問項目は、諸外国において実施された研究をまとめたレビュー<sup>22)</sup> を参考に抽出したものである。そのため、これらの質問項目は、既存の尺度を用いておらず、再現性が確かめられたものではない。また、これまで行われてきた同様の研究は、歩行を重視したものであったため、歩行以外の活動の環境要因については、十分に網羅していなかった可能性はある。本研究で、歩行・走行以外の生活活動に関して環境要因と有意な関連があまり得られなかったのは、そうしたことも原因の 1 つであったかもしれない。以上のような限界はあるものの、勤労者の身体活動量を客観的な手法を用いて評価したうえで、諸外国とは異なる、かつ、国内においても異なる環境的な特徴をもつ複数の地域に在住する日本人において実施した本研究は、勤労者の身体活動量に関する環境要因を理解するのに重要である。

## 結 語

勤労者の日常生活における身体活動量に関する自宅および自宅周辺の環境として、自宅が共同住宅であること、一戸建ての場合は庭がないこと、自宅周辺に歩道があること、公共交通機関が利用しやすいことが明らかとなり、勤労者の身体活動量を高めるうえでこれらの環境を整えるための行政を含めた取り組みが重要である。更に、悪天候の日や季節によって運動・スポーツ・外出を控えないことなど、生活習慣の見直しも必要であるといえる。また、歩数のみでは、歩・走行に直接関連のある変数であってもその関係性を明らかにすることができなかったことから、評価法の検

討も重要であることを示唆した。しかし、本研究は横断的な研究であるために、身体活動量の低下に対する因果関係を示すものではない点に限界がある。勤労者の身体活動量の増加に向け有効な対策を立てる意味からも、縦断的な研究により勤労者の身体活動量が低下する原因について更なる検討が必要である。

## 謝 辞

本研究の実施にあたりご協力いただきました対象者の皆さま、独立行政法人国立健康・栄養研究所スタッフの皆さまに厚く御礼申し上げます。また、本研究に対し、多大な助成を賜りました財団法人明治安田厚生事業団に深く感謝申し上げます。

## 参 考 文 献

- 1) Ainsworth BE, Haskell WL, Whitt MC, Irwin ML, Swartz AM, Strath SJ, O'Brien WL, Bassett DR Jr, Schmitz KH, Emplainscourt PO, Jacobs DR Jr, Leon AS (2000): Compendium of physical activities: an update of activity codes and MET intensities. *Med Sci Sports Exerc*, **32**, S498-S504.
- 2) Chen KY, Bassett DR Jr (2005): The technology of accelerometer-based activity monitors: current and future. *Med Sci Sports Exerc*, **37**, S490-S500.
- 3) de Vries SI, van Hirtum HW, Bakker I, Hopman-Rock M, Hirasig RA, van Mechelen W (2009): Validity and reproducibility of motion sensors in youth: a systematic update. *Med Sci Sports Exerc*, **41**, 818-827.
- 4) Duncan MJ, Spence JC, Mummery WK (2005): Perceived environment and physical activity: a meta-analysis of selected environmental characteristics. *Int J Behav Nutr Phys Act*, **2**, 11.
- 5) Inoue S, Murase N, Shimomitsu T, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Ishii K, Katsumura T, Sallis JF (2009): Association of physical activity and neighborhood environment among Japanese adults. *Prev Med*, **48**, 321-325.
- 6) Inoue S, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Ishii K, Kitabayashi M, Suijo K, Sallis JF, Shimomitsu T (2010): Association between perceived neighborhood environment and walking among adults in 4 cities in Japan. *J Epidemiol*, **20**, 277-286.
- 7) 石井香織, 柴田 愛, 岡浩一朗, 井上 茂, 下光輝一 (2010): 日本人成人における活動的な通勤手段に関連する環境要因. *体力科学*, **59**, 215-224.
- 8) Kondo K, Lee JS, Kawakubo K, Kataoka Y, Asami Y, Mori K, Umezaki M, Yamauchi T, Takagi H, Sunagawa H, Akabayashi A (2009): Association between daily physical

- activity and neighborhood environments. *Environ Health Prev Med*, **14**, 196-206.
- 9) 厚生労働省 運動所要量・運動指針の策定検討会 (2006) : 健康づくりのための運動指針 2006—生活習慣病予防のために (エクササイズガイド 2006).
  - 10) 厚生労働省 (2009) : 日本人の食事摂取基準 (2010 年版). 「日本人の食事摂取基準」策定検討会報告書.
  - 11) 厚生労働省 (2010) : 国民健康・栄養の現状—平成 19 年厚生労働省国民健康・栄養調査報告より. 第一出版, 東京.
  - 12) Levine JA, Eberhardt NL, Jensen MD (1999): Role of non-exercise activity thermogenesis in resistance to fat gain in humans. *Science*, **283**, 212-214.
  - 13) Levine JA, Lanningham-Foster LM, McCrady SK, Krizan AC, Olson LR, Kane PH, Jensen MD, Clark MM (2005): Interindividual variation in posture allocation: possible role in human obesity. *Science*, **307**, 584-586.
  - 14) Levine JA (2007): Nonexercise activity thermogenesis—liberating the life-force. *J Intern Med*, **262**, 273-287.
  - 15) Matthews CE (2005): Calibration of accelerometer output for adults. *Med Sci Sports Exerc*, **37**, S512-S522.
  - 16) 日本学術会議提言 (2008) : 我が国の子どもの成育環境の改善にむけて—成育空間の課題と提言—. 心理学・教育学委員会・臨床医学委員会・環境学委員会・土木工学・建築学委員会合同子どもの成育環境分科会.  
<http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-t62-15.pdf>
  - 17) Ohkawara K, Oshima H, Hikiyama Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I, Tanaka S: Real-time estimation of daily physical activity intensity by triaxial accelerometer and a gravity-removal classification algorithm. *Br J Nutr* (Epub ahead of print).
  - 18) Oshima Y, Kawaguchi K, Tanaka S, Ohkawara K, Hikiyama Y, Ishikawa-Takata K, Tabata I (2010): Classifying household and locomotive activities using a triaxial accelerometer. *Gait Posture*, **31**, 370-374.
  - 19) Owen N, Humpel N, Leslie E, Bauman A, Sallis JF (2004): Understanding environmental influences on walking; Review and research agenda. *Am J Prev Med*, **27**, 67-76.
  - 20) Plasqui G, Westerterp KR (2007): Physical activity assessment with accelerometers: an evaluation against doubly labeled water. *Obesity*, **15**, 2371-2379.
  - 21) Ravussin E, Lillioja S, Anderson TE, Christin L, Bogardus C (1986): Determinants of 24-hour energy expenditure in man. Methods and results using a respiratory chamber. *J Clin Invest*, **78**, 1568-1578.
  - 22) Sallis JF, Owen N (1999): *Physical activity & behavioral medicine*. Sage, Thousand Oaks, CA.
  - 23) Sallis JF, Bowles HR, Bauman A, Ainsworth BE, Bull FC, Craig CL, Sjöström M, De Bourdeaudhuij I, Lefevre J, Matsudo V, Matsudo S, Macfarlane DJ, Gomez LF, Inoue S, Murase N, Volbekiene V, McLean G, Carr H, Heggebo LK, Tomten H, Bergman P (2009): Neighborhood environments and physical activity among adults in 11 countries. *Am J Prev Med*, **36**, 484-490.
  - 24) Shibata A, Oka K, Harada K, Nakamura Y, Muraoka I (2009): Psychological, social, and environmental factors to meeting physical activity recommendations among Japanese adults. *Int J Behav Nutr Phys Act*, **6**, 60.
  - 25) 田中茂穂 (2008) : 日常生活における生活活動評価の重要性. *日本公衛誌*, **55**, 474-477.
  - 26) Tanaka C, Tanaka S (2009): Daily Physical activity in Japanese preschool children evaluated by triaxial accelerometry: relationship between period of engagement in moderate-to-vigorous physical activity and daily step counts. *J Physiol Anthropol*, **28**, 283-288.
  - 27) US Department of Health & Human Services (2008): *Physical Activity Guidelines Advisory Committee Report 2008*. US Department of Health & Human Services, Atlanta.
  - 28) Wendel-Vos W, Droomers M, Kremers S, Brug J, van Lenthe F (2007): Potential environmental determinants of physical activity in adults: a systematic review. *Obes Rev*, **8**, 425-440.
  - 29) 山村千晶, 田中茂穂, 柏崎 浩 (2002) : 身体活動量に関する質問票の妥当性について. *栄養学雑誌*, **60**, 265-276.

