

までに数多くの知見が得られている。近年は、欧米において身体活動を推進するための、環境要因に焦点を当てた研究が行われ、人々の行動に長期的に影響を与える環境を整えることにより、ポピュレーションベースでの身体活動・運動の推進が行えると期待されている⁵⁾。諸外国における環境要因に関する研究から、住居密度や近隣に目的地があること、景観が良いことなどが成人の身体活動に影響を与えているといった知見が得られている。しかし、これらの研究は主にアメリカやオーストラリアにおいて実施されたものである⁶⁻¹²⁾。日本人を対象とした身体活動を促進する環境要因の研究は、成人や高齢者を対象に行われているものが認められる¹³⁻¹⁵⁾。対象者や焦点を当てている身体活動、調査している環境要因が異なるものの、身体活動と環境要因の間には関連があることが示されており、諸外国の成人と同様に我が国の成人においても身体活動には環境要因が重要な役割を果たしていることが推察される。

欧米では、身体活動を推進する環境要因に関する研究は数多く認められるが、日本での研究は少なく、更なるエビデンスの蓄積が求められる。さらに、歩行や運動、移動などの人々が行う身体活動の種類によって影響する環境要因が異なることが指摘されており¹⁶⁾、特定の身体活動に対しどのような環境要因が関連しているのかを明らかにすることが必要である。

日本では、就労者は時間的制約が多いため運動ができないことが指摘されている¹⁷⁾。国内の15歳から64歳における就労者の割合は70.7%を占めており¹⁸⁾、このような対象における通勤中の身体活動は、生理学的・心理学的側面の健康に対し効果があることが示されている。たとえば、通勤中の身体活動は、高血圧リスクの低下¹⁹⁾やQuality of Lifeの向上²⁰⁾、BMI²¹⁾や全死亡²²⁾などとの関連が認められており、健康への効果が大きいことが明らかとなっていることから、通勤中の身体活動およびそれに関連する環境要因を明らかにすることは重要である。

これまで、通勤中の身体活動に関連する環境要因に関する検討は、自転車行動に焦点を当てた研究²³⁾や自転車と歩行を合わせて検討した研究^{24,25)}など、諸外国においていくつか認められるが、日本においては検討されていないのが現状である。また、諸外国では、活動的な通勤手段とは「車を使用しないこ

と」が主な定義となっており、日本のように公共交通機関が発達した国においては、通勤中の身体活動を活動的にする手段が豊富であり、他の通勤手段に替えることができる可能性が高いことから、通勤中の身体活動に着目することは有用である。通勤手段を活動的にするために、これらに関連している環境要因に注目していくことは、日本人成人の健康増進に対しインパクトが大きく、意義があるものと考え

る。そこで本研究の目的は、横断研究によって日本人成人の活動的な通勤手段に関連する環境要因を明らかにすることとした。

II. 方 法

A. 対象者および調査方法

本研究は横断調査によって実施した。2009年1月にインターネット調査会社の登録モニター（登録者数約290,000名）30-59歳の3,000名を対象に調査を行った。対象者の調査参加方法は、インターネット調査会社よりe-mailにて調査の依頼を行い、e-mailに添付されているアドレスより調査画面へアクセスする方法とした。対象者3,000名の抽出は、30歳から59歳の男女を採択基準とし、性、年代によって層化し行った。すなわち、30代、40代、50代の男女それぞれ500名とした。対象者への調査の依頼は、最終的に回答が得られる目標対象者数を3,000名とし、9,418名に対し行った（返答率31.9%）。除外基準は、就労していない者とし、最終的に調査への回答があり、就労者の30-59歳の男女2,032名を分析対象者とした。また、調査への回答を得る前に、対象者に対し、文章にて本調査の趣旨、参加は自由意志であること、プライバシーと匿名性は厳守されることをWeb画面上で説明し、アンケートの回答をもって同意することとし回答を得た。また調査実施にあたっては、事前に早稲田大学スポーツ科学学術院研究倫理審査委員会の承認を得た。

B. 調査項目

社会人口統計学的要因は、インターネット調査会社が把握している対象者それぞれの性、年齢、婚姻状況、職業、同居人数、教育歴、世帯収入に関するデータを用いた。通勤手段に関する調査項目は、「あなたの通勤の交通手段を選んでください。」という設

問に対し、自宅から他の場所へ移動する通勤手段を把握するため、片道5分以上利用する全ての通勤の交通手段を徒歩、自転車、オートバイ、自動車、バス・電車等の公共交通機関の中から選択する項目を用い調査した。従って、本調査項目は、自宅内もしくは自宅から片道5分以内の職場への移動は含まない。また、近隣の環境要因の調査には、先行研究にて信頼性が確認され、国際的に広く使用されている国際標準化身体活動質問紙環境尺度の日本語版(IPAQ-E: International Physical Activity Questionnaire Environmental Module)¹⁵⁾を用いた。本尺度は、対象者の居住地周辺(歩いて10~15分の範囲)の環境をたずねるものであり、基本項目7問[住居密度、近所のスーパーや商店、近所のバス停・駅、近所の歩道、近所の自転車道、近所のレクリエーション施設、安全性(犯罪・夜間)]、推奨項目4問[近所の安全性(交通量)、近所で運動実施者を見かけること、近所の景観、家にある自動車・オートバイの台数]、オプション項目6問[近所の十字路・交差点、近所の歩道の整備、近所の自転車道の整備、自転車運転時の近所の安全性(交通量)、近所の安全性(犯罪・昼間)、近所の目的地]の計17問から構成されている。回答肢は、住居密度については、「あなたの近所の住宅は主にどのようなタイプのものですか」という設問に対し、「1:一戸建て、2:2~3階建てのアパート、3:一戸建てと、2~3階建てのアパートが混じっている、4:4~12階建てのマンション、5:13階建て以上のマンション」の中から1つを選ぶ項目であり、家にある自動車・オートバイについては、合計した台数をたずねる項目である。その他の項目は、「日用品を買うためのお店や、スーパーマーケット、商店街などが、自宅から簡単に歩いていける範囲にたくさんある(近所のスーパーや商店)」や「バス停、駅などが自宅から歩いて10~15分以内にある(近所のバス停・駅)」、「近所を歩くと、興味をひかれるもの(きれいな景観、楽しい景観など)がたくさんある(近所の景観)」、「近所には、銀行、郵便局、医療機関、公共の施設のような、歩いていける目的地が多い(近所の目的地)」など近所の環境についての質問に対し、これらが対象者の居住する地域にどの程度当てはまるのかを、「1:全く当てはまらない~4:非常によく当てはまる」の4つの選択肢の中から選ぶ形式とした。

C. 分析方法

通勤手段が活動的である者と活動的でない者による、社会人口統計学的要因およびIPAQ-Eの分布の違いを検討するため、 χ^2 検定を行った。また、性別に年齢、教育歴、婚姻状況、同居の状況、世帯収入を調整したロジスティック回帰分析を行い、活動的な通勤手段を利用することに関連する環境要因を検討した。その際、徒歩、自転車、バス・電車等の公共交通機関のいずれか1つでも利用している者を通勤手段が活動的である者と分類し、それ以外のオートバイまたは自動車のみを利用している者を通勤手段が活動的でない者とした。また、社会人口統計学的要因は次のように分類した:性(男性/女性)、年代(30代/40代/50代)、婚姻状況(独身/既婚)、同居の状況(同居あり/同居なし)、教育歴(大学院、大学、短大、高専、専門/高校、中学)、世帯収入(300万円未満/300~500万円未満/500~700万円未満/700~1,000万円未満/1,000万円以上)。IPAQ-Eの項目は、先行研究¹⁵⁾にならい、住居密度については「一戸建て」と「その他」の2分類、家にある自動車・オートバイは「0台」と「それ以上」の2分類、その他の項目は、「全く当てはまらない、やや当てはまらない」と「やや当てはまる、非常によく当てはまる」の2分類とした。統計解析には、SPSS 12.0J for Windows, SPSS Inc., Chicago, USA.を用いた。

III. 結 果

A. 対象者の属性

調査に同意および回答が得られ、かつ就労していた者は2,032名であった。平均年齢は43.8±8.2歳であり、男性は62.5%を占めていた。そのうち、活動的な通勤手段を利用していた者は、男性で878名(69.1%)、女性で523名(68.7%)であり、平均年齢は43.9±8.4歳であった。また、既婚者は68.1%、同居をしている者は84.6%、教育歴が高い者は77.4%であり、世帯収入は300万~500万円未満(25.0%)の者の割合が一番高く、次いで700万~1,000万円未満(24.9%)、500万~700万円未満(24.1%)、1,000万円以上(15.9%)、300万円未満(10.1%)の順序であった。なお、婚姻状況、同居の状況、教育歴、世帯収入において通勤手段が活動的な者と活動的でない者で有意な差が認められた(Table 1)。

B. 通勤手段と近隣環境要因の関連の検討

通勤手段が活動的である者と活動的でない者による環境要因の違いを検討するため、 χ^2 検定を行った。その結果、男女共通し、住居密度、自宅周辺のスーパーや商店、バス停/駅へのアクセス、歩道、十字路/交差点、目的地があること、また自動車・オートバイの保有において通勤手段が活動的な者と活動的でない者で有意な差が認められた (Table 2)。男性のみでは、自転車道や安全性(交通量)、興味の引く景観が、女性のみでは、レクリエーション施設があること、治安(夜間)において通勤手段が活動的な者と活動的でない者で有意な差が認められた。また、性別に年齢、教育歴、婚姻状況、同居の状況、世帯収入を調整したロジスティック回帰分析により、活動的な通勤手段を利用することに関連する環境要因を検討した。その結果、男女共通し、住居密度が高いこと、自宅周辺のスーパーや商店、バス停/駅、歩道、レクリエーション施設、十字路/交差点、目的地があること、また自動車・オートバイを保有していないことは活動的な通勤手段を利用することと有意に関連していた (Table 3)。男性のみでは、自転車道や興味の引く景観があることが活動的な通勤

手段を利用することと関連しており、安全性(交通量)が良いことは活動的な通勤手段を利用しないことと関連していた。また、女性のみで治安(夜間)が良いことは活動的な通勤手段を利用することと関連していた。

IV. 考 察

本研究では、日本人成人を対象に通勤中の身体活動に関連する環境要因を検討した。活動的な通勤手段を利用していた者の割合は、男女とも約69%であった。諸外国における通勤で活動的な交通手段を利用している者の割合は、オーストラリアに居住する18歳~65歳を対象とした研究²⁶⁾では約30%、フィンランド人を対象としたコホート研究²⁷⁾では、男性で約10%、女性で約22%、2006年のカナダの国勢調査²⁸⁾では徒歩が7%、自転車が1%という結果が示されている。また、American Housing Surveyのデータを用いた研究²⁹⁾では、車が約85.5%、公共交通機関が9.4%、徒歩又は自転車が4.2%、その他0.9%であったことから、日本において活動的な通勤手段を用いている者の割合は高いことが明らかとなった。しかし、本研究での活動的な通勤の定義は、「車やバ

Table 1. Descriptive characteristics (numbers and percentages) for analysed study subjects.

	Overall n=2,032		Active commuting n=1,401		Inactive commuting n=631		p value ^a
	n	%	n	%	n	%	
Gender							
Male	1271	62.5	878	62.7	393	62.3	0.882
Female	761	37.5	523	37.3	238	37.7	
Age, group							
30-39	710	34.9	488	34.8	222	35.2	0.154
40-49	704	34.6	470	33.5	234	37.1	
50-59	618	30.4	443	31.6	175	27.7	
Marital status							
Unmarried	600	29.5	447	31.9	153	24.2	0.000
Married	1432	70.5	954	68.1	478	75.8	
Living condition							
Living with others	1773	87.3	1186	84.7	587	93.0	0.000
Living alone	259	12.7	215	15.3	44	7.0	
Educational level							
2-years university or greater	1514	74.5	1090	77.8	424	67.2	0.000
High school or junior high school	518	25.5	311	22.2	207	32.8	
Household income level							
<3,000,000 yen	205	10.1	137	9.8	68	10.8	0.003
<5,000,000 yen	509	25.0	329	23.5	180	28.5	
<7,000,000 yen	490	24.1	324	23.1	166	26.3	
<10,000,000 yen	505	24.9	370	26.4	135	21.4	
≥10,000,000 yen	323	15.9	241	17.2	82	13.0	

^a Comparisons between an active commuting and a inactive commuting with the chi-square test.

Table 2. Comparisons of distribution for built-environment, by an active commuting and inactive commuting.

		Male, n			Female, n		
		Active commuting	Inactive commuting	p value ^a	Active commuting	Inactive commuting	p value ^a
Residential density							
	High	460	123	0.000	278	65	0.000
	Low	418	270		245	173	
Access to shops							
	Good	552	174	0.000	345	92	0.000
	Poor	326	219		178	146	
Access to public transport							
	Good	752	304	0.000	476	175	0.000
	Poor	126	89		47	63	
Presence of sidewalks							
	Yes	573	220	0.002	361	133	0.001
	No	305	173		162	105	
Presence of bike lanes							
	Yes	258	82	0.002	138	62	1.000
	No	620	311		385	176	
Access to recreational facilities							
	Yes	458	184	0.079	249	91	0.018
	No	420	209		274	147	
Crime safety (day)							
	Safe	785	353	0.921	471	213	0.797
	Not safe	93	40		52	25	
Crime safety (night)							
	Safe	681	299	0.778	359	141	0.013
	Not safe	217	94		164	97	
Traffic safety							
	Safe	531	268	0.008	340	154	0.935
	Not safe	347	125		183	84	
Social environment							
	Yes	495	206	0.200	304	128	0.270
	No	383	187		219	110	
Aesthetics							
	Good	322	116	0.015	198	81	0.331
	Poor	556	277		325	157	
Presence of crossroads							
	Yes	677	251	0.000	372	137	0.000
	No	201	142		151	101	
Maintenance of sidewalks							
	Good	516	219	0.326	331	139	0.199
	Poor	362	174		192	99	
Maintenance of bike lanes							
	Good	441	190	0.544	263	108	0.212
	Poor	437	203		260	130	
Traffic safety (bicycling)							
	Safe	478	237	0.058	280	124	0.754
	Not safe	400	156		243	114	
Presence of destination							
	Many	519	166	0.000	353	108	0.000
	Few	359	227		170	130	
Household motor vehicles							
	None	151	5	0.000	133	2	0.000
	One or more	727	388		390	236	

^a: Comparisons between an active commuting and a inactive commuting with the chi-square test.

Table 3. Odds ratios and 95% confidence intervals for participants who used an active commute by logistic regression analyses.

		Male		Female	
		OR	95% CI	OR	95% CI
Residential density	High	2.28	1.75-2.97***	3.08	2.17-4.36***
	Low	1.00		1.00	
Access to shops	Good	2.03	1.59-2.60***	3.06	2.22-4.23***
	Poor	1.00		1.00	
Access to public transport	Good	1.65	1.21-2.25**	3.78	2.46-5.80***
	Poor	1.00		1.00	
Presence of sidewalks	Yes	1.42	1.11-1.82**	1.77	1.28-2.44**
	No	1.00		1.00	
Presence of bike lanes	Yes	1.49	1.11-1.99**	0.95	0.67-1.36
	No	1.00		1.00	
Access to recreational facilities	Yes	1.31	1.02-1.67*	1.44	1.04-1.98*
	No	1.00		1.00	
Crime safety (day)	Safe	0.89	0.60-1.34	1.04	0.62-1.74
	Not safe	1.00		1.00	
Crime safety (night)	Safe	0.92	0.70-1.23	1.43	1.03-1.98*
	Not safe	1.00		1.00	
Traffic safety	Safe	0.72	0.55-0.93*	1.00	0.72-1.38
	Not safe	1.00		1.00	
Social environment	Yes	1.20	0.94-1.54	1.22	0.89-1.67
	No	1.00		1.00	
Aesthetics	Good	1.36	1.05-1.77*	1.11	0.80-1.54
	Poor	1.00		1.00	
Presence of crossroads	Yes	1.87	1.44-2.44***	1.76	1.28-2.44**
	No	1.00		1.00	
Maintenance of sidewalks	Good	1.08	0.84-1.38	1.18	0.85-1.62
	Poor	1.00		1.00	
Maintenance of bike lanes	Good	1.06	0.83-1.35	1.21	0.89-1.66
	Poor	1.00		1.00	
Traffic safety (bicycling)	Safe	0.80	0.61-1.01	1.02	0.75-1.40
	Not safe	1.00		1.00	
Presence of destination	Many	1.84	1.44-2.36***	2.34	1.70-3.23***
	Few	1.00		1.00	
Household motor vehicles	None	15.13	6.11-37.49***	41.24	9.99-170.27***
	One or more	1.00		1.00	

OR: odds ratio. CI: confidence interval.

Odds ratios were calculated adjusted for age, educational level, marital status, living condition and household income level.

* $p < .05$, ** $p < .01$, *** $p < .001$

イクを使わないこと」としているが、同じ車を使わないという定義であっても、日本以外の国では徒歩または自転車という手段を使用することが多いかもしれないが、日本では公共交通機関を使用することが多くなり、本研究における通勤中の身体活動量は諸外国と比較し低いかもしれないことを考慮する必要がある。

このように、活動的な通勤手段を利用している者が多い国において、活動的な通勤手段に関連する環境要因は、本研究の結果から住居密度が高いこと、自宅周辺にスーパーや商店、バス停/駅、歩道、レクリエーション施設、十字路/交差点、近所の目的地、自転車道があること、景観や治安(夜間)が良いこと、交通量が少なくないこと、家に自動車・オートバイがないことであることが明らかとなった。一方、諸外国においては、住居密度や商店までの距離と活動的な通勤手段の活用、すなわち、歩行、自転車、公共交通機関の利用との関連が認められている²⁹⁾。また、徒歩や自転車の移動による身体活動に影響を与えていた環境要因は、主観的評価指標では街灯があること、景観が良いこと、歩道があること、客観的評価指標では、家から自転車道までの距離が短いことであった³⁰⁾。これらの研究で使用している環境要因の尺度は、本研究で使用した尺度と異なるため解釈には注意が必要であるが、文化や環境要因の異なる日本においても類似した環境要因が通勤手段に関連しており、諸外国の結果を支持するものであった。しかしながら、日本では、諸外国よりも活動的な通勤手段を利用している者が多いため、通勤活動中の身体活動及び環境要因に注目することは、日本人の身体活動により大きな影響を与えるものと考えられる。

日本人を対象に調査したShibata et al.¹⁴⁾の研究では、推奨身体活動の充足に関連する環境要因は、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、Inoue et al.¹⁵⁾の研究では、住居密度が高いこと、商店へのアクセスが良いこと、歩道があることは週150分以上歩いていることと関連し、また商店へのアクセスが良いこと、自転車道があることは中等度以上の身体活動を週950 METs・分行っていることと関連していることを明らかにしている。このことから、どのような身体活動であるかによって影響を与える環境要因は異なることが示されている。

活動的な通勤手段の利用と他の身体活動に関連する環境要因は異なることが示されたことから、今後は、本研究によって明らかになった環境要因に関する知見を介入戦略に活かし、活動的な通勤手段の利用に対する効果を検証することの必要性が示唆された。

本研究の結果より、男性のみでは、自転車道や近所の安全性(交通)、興味の引く景観があること、女性のみでは治安(夜間)が良いことが活動的な通勤手段を利用することと関連しており、性により異なる結果も認められた。本研究では、男性において近所の安全性(交通)が良いと認知している者は悪いと認知している者よりも通勤手段が活動的ではなかった。これは、近所の安全性(交通)が良いと認知している者は悪いと認知している者よりも通勤手段が活動的であるという仮説とは逆の結果であった。その他の安全性(昼間の犯罪、夜間の犯罪、自転車運転時)に関する環境要因については、関連は認められなかった。諸外国の研究では、近所の安全性(交通)と通勤中の身体活動との関連は明らかになっていない⁶⁾。本論文の結果には示していないが、活動的な通勤手段に関連する環境要因間での交絡も考えられることから、男性における住居密度が高い者と低い者、近所に歩道がある者となない者、家に自動車やオートバイがある者となない者それぞれの活動的な通勤手段と近所の安全性(交通)の関連を検討している。しかし、住居密度が高い者、近所に歩道がある者、家に自動車やオートバイがない者において関連は認められず、住居密度が低い者、近所に歩道がない者、家に自動車やオートバイがある者において、近所の安全性(交通)が良いと認知している者は活動的な通勤手段を利用していなかった(住居密度OR=0.61, 95%CI: 0.44-0.87, 歩道OR=0.62, 95%CI:0.41-0.94, 自動車・オートバイOR=0.73, 95%CI:0.56-0.95)。従って、住居密度が低い、近所の歩道がない、家に自動車やオートバイがあると近所の安全性(交通)が良くても活動的な通勤手段を利用しないという結果であった。このことから、他の環境要因または環境要因以外の要因が交絡している可能性も考慮する必要があるかもしれない。

本研究の応用の結果として、日本人成人における通勤活動中の身体活動を促進するためには、たとえば、バス停・駅へのアクセスの改善、歩道やレクリ

エーション施設などの物理的な環境を整備することや、現在利用可能な施設・設備の利便性向上に加え、男性においては、自転車道の整備、女性においては、治安(夜間)の改善などの介入を行うことが有効かもしれない。

しかし、環境要因に対する働きかけは、公共交通機関を増やすことや歩道を設置するなど、物理的に環境を変えることが難しいことが課題とされる。このような課題に対し、都市交通学の分野では、モビリティ・マネジメントの観点から、健康意識への働きかけにより交通行動の変容効果を検証した研究が認められる。モビリティ・マネジメントとは、「一人一人の移動が、個人的にも社会的にも望ましい方向へ自発的に変化することを促すコミュニケーションを中心とした交通政策」と定義されており³¹⁾、個人が自らの交通に関する行動を見直すことにより、行動変容を促すことができるとされている。たとえば、一般住民を対象に歩数調査を実施し、個人の健康利益に働きかけを行うことにより利用交通手段の変容や私用目的での外出が増加したこと³²⁾や、アンケート調査形式のコミュニケーションや口コミ、ニューズレターなどを利用した働きかけにより、公共交通機関の利用が増加したこと³³⁾などが明らかとなっている。従って、物理的環境を変えていくことだけではなく、まずは人々の環境に対する認知を変える働きかけを行い、通勤中の身体活動を増加させる取り組みを行うことが有効である。今後は、通勤中の身体活動を促進するための環境要因に対する具体的な介入方法を確立し、その効果を確かめていく応用研究を実施していくことが望まれる。

本研究の限界点として、第一に本調査はインターネット調査を使用しているため、母集団の特定ができないこと、また、調査への返答率は、31.9%と高くないことがあげられる。この対象者の代表性を年齢調整が可能なデータのある婚姻状況の割合から検討すると、本研究の既婚者の割合は男性で68.1%、女性で75.8%であり、平成17年度国勢調査³⁴⁾の年齢調整済既婚者の割合の男性68.8%、女性75.2%とほぼ同程度であった。しかし、年齢調整はできないが、本調査対象者の世帯収入を国民の世帯収入と比較すると、本調査対象者は300万円未満が10.1%、300万～500万円未満が25.0%、500万～700万円未満が24.1%、700万～1,000万円未満が24.9%、1,000万円

以上が15.9%であったのに対し、平成18年度国民生活基礎調査³⁵⁾では、300万円未満が30.6%、300万～500万円未満が23.2%、500万～700万円未満が13.5%、700万～1,000万円未満が17.2%、1,000万円以上が11.3%と本調査は就労者のみを対象としたこともあり、大きな違いがあった。そのため、本研究から得られた結果の一般化については言及できない。

第二に調査対象者の抽出方法があげられる。今回使用したインターネット調査会社では、290,000名の対象者をプールしており、調査はその集団の中から性、年齢を考慮して、男女および30-59歳の各年齢層から同数の回答者数が得られるように抽出した幅広い年齢の対象者に行い、さらに、多様な居住地域、職種の対象者を含んでいた。また、パソコンからインターネットを週に少なくとも1回以上使用している日本人の人口は、30歳代が76.6%、40歳代が75.9%、50歳代が69.5%³⁶⁾であり、インターネット使用者の多い対象集団である。しかし、インターネット調査は、若年者、高学歴者、高収入者がより多く対象となるという短所が指摘されている^{37,38)}。また、インターネットベースの調査回答者と紙媒体での調査回答者、さらに無回答者における社会人口統計学的要因の差を検討した疫学調査では³⁹⁾、それぞれの回答者間において年齢、身体活動量、BMIに差は認められなかったが、インターネットまたは紙媒体での調査回答者は無回答者と比較し、高学歴、高収入、低喫煙率であったという結果が示されている。そのため、今後はより代表性の高い対象者集団における検討を行う必要があると考える。第三に、通勤手段および環境要因ともに主観的評価で測定を行ったことがあげられる。近年は、環境要因の測定に地理情報システムや対象者周辺の環境要因を観察者がチェックリストなどを用いて観察を行う方法などが用いられている⁴⁰⁾。また、調査対象者の居住地域、職場の地理的状況についての検討を行っていない。多様な居住地域から回答が得られるよう対象者を抽出したが、居住地域の特徴により環境要因の認知にも影響を与えることが考えられることから、今後は主観的、客観的な居住地域や職場の地理的状況を含めて検討していくことが必要と考えられる。

これまで日本の幅広い年齢、居住地域、職種の成人を対象に、通勤中の身体活動に関連する重要な環境要因を明らかにした研究は認められていない。本

研究は生活習慣病対策における介入戦略を構築していく上で有益な知見を含んでおり、国民レベルでの身体活動の推進を図るための対策に貢献できると考えられる。

V. 結 語

日本人成人における活動的な通勤手段の利用に関連する環境要因を検討し、その要因は住居密度、スーパーや商店、バス停/駅、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が明らかとなった。本研究の結果は、生活習慣病対策におけるポピュレーション戦略の構築に極めて重要な知見であり、国民レベルでの身体活動の推進を図る対策への貢献が期待できる。

謝 辞

本研究は、平成20年度～平成21年度独立行政法人日本学術振興会科学研究費補助金「推奨身体活動量を満たす成人を増加させるための効果的な支援方法の検討に関する研究(研究代表者:柴田愛)」、平成20年度～平成22年度科学研究費補助金「高齢者の身体活動・外出・社会参加に影響する環境要因に関する研究(研究代表者:井上茂)」、平成20年度～平成22年度厚生労働科学研究費補助金循環器疾患等生活習慣病対策総合研究事業「健康づくり支援環境の効果的な整備施策および政策目標の設定に関する研究(研究代表者:下光輝一)」を受け実施した研究成果の一部である。

(受理日 平成22年2月5日)

文 献

- 1) 平成18年度国民健康・栄養調査の概要, 厚生労働省, 東京, <http://www.mhlw.go.jp/houdou/2008/04/h0430-2.html>
- 2) 下光輝一. 運動・身体活動と公衆衛生(11)「社会のニーズにこたえる運動疫学研究を」. 日本公衆衛生雑誌, (2009), 56(1), 44-47.
- 3) 井上茂, 下光輝一. 身体活動と生活習慣病 身体活動推進のための行動医学的アプローチ-トランスセオレティカルモデルの応用-. 日本臨床, (2000), 58, 538-544.
- 4) Sallis JF and Owen N. Physical activity and behavioral medicine. Thousand Oaks, CA Sage, (1999).
- 5) Sallis JF and Owen N. Ecological model of health behavior. In: Granz K, Rimer KR, Lewis FM, eds. Health behavior and health education. 3rd ed. San Francisco: Jossey-Bass, (2002), 462-484.
- 6) Wendel-Vos W, Droomers M, Kremers S, Brug J, Van Lenthe F. Potential environmental determinants of physical activity in adults: a systematic review. *Obes Rev.*, (2007), 8(5), 425-440.
- 7) Owen N, Humpel N, Leslie E, Bauman A, Sallis JF. Understanding environmental influences on walking: Review and research agenda. *Am J Prev Med.*, (2004), 27(1), 67-76.
- 8) Lopez RP, Hynes HP. Obesity, physical activity, and the urban environment: public health research needs. *Environ Health.*, (2006), 5(25)
- 9) Duncan MJ, Spence JC, Mummery WK. Perceived environment and physical activity: a meta-analysis of selected environmental characteristics. *Int J Behav Nutr Phys Act.*, (2005), 2(11)
- 10) Casagrande SS, Whitt-Glover MC, Lancaster KJ, Odoms-young AM, Gary TL. Built environment and health behaviors among African Americans: a systematic review. *Am J Prev Med.*, (2009), 36(2), 174-181.
- 11) Humpel N, Owen N, Leslie E. Environmental factors associated with adults' participation in physical activity: a review. *Am J Prev Med.*, (2002), 22(3), 188-199.
- 12) Saelens BE, Handy SL. Built environment correlates of walking: a review. *Med Sci Sports Exerc.*, (2008), 40(7), S550-566.
- 13) 岡浩一朗, 東郷史治, 青柳幸利. 高齢者における客観的に測定された身体活動指標の規定要因を解明するための前向き研究. デサントスポーツ科学, (2004), 25, 72-81.
- 14) Shibata A, Oka K, Harada K, Nakamura Y, Muraoka I. Psychological, social, and environmental factors to meeting physical activity recommendations among Japanese adults. *Int J Behav Nutr Phys Act.*, (2009), 6(6)
- 15) Inoue S, Murase N, Shimomitsu T, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Ishii K, Katsumura T, Sallis JF. Association of physical activity and neighborhood environment among Japanese adults. *Prev Med.*, (2009), 48(4), 321-325.
- 16) Giles-Corti B, Timperio A, Bull F, Pikora T. Understanding physical activity environmental correlates: Increased specificity for Ecological models. *Exerc Sport Sci Rev.*, (2005), 33(4), 175-181.
- 17) Ishii K, Inoue S, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Suijo K, Owen N, Shimomitsu T. Sociodemographic variations in perceptions of barriers to exercise among Japanese adults. *J Epidemiol.*, (2009), 19(4), 161-168.
- 18) 平成20年度労働力調査. 総務省統計局, 東京 <http://www.stat.go.jp/data/roudou/sokuhou/nendo/zuhyou/054nd5.xls>
- 19) Hayashi T, Tsumura K, Suematsu C, Okada K, Fujii S, Endo Get al. Walking to work and the risk for hypertension in men: The Osaka Health Survey. *Ann Intern Med.*, (1999), 131(1), 21-26.
- 20) Mutrie N, Carney C, Blamey A, Crawford F, Aitchison T, Whitelaw A. "Walk in to Work Out": a randomised

- controlled trial of a self help intervention to promote active commuting. *J Epidemiol Community Health.*, (2002), **56**, 407-412.
- 21) Oja P, Vuori I, Paronen O. Daily walking and cycling to work: their utility as health-enhancing physical activity. *Patient Educ Couns.*, (1998), **33**(1), S87-94.
- 22) Andersen LB, Schnohr P, Schroll M, Hein HO. All-cause mortality associated with physical activity during leisure time, work, sports, and cycling to work. *Arch Intern Med.*, (2000), **160**, 1621-1628.
- 23) Titze S, Stronegger WJ, Janschitz S, Oja P. Association of built-environment, social-environment and personal factors with bicycling as a mode of transportation among Austrian city dwellers. *Prev Med.*, (2008), **47**(3), 252-259.
- 24) De Bourdeaudhuij I, Teixeira PJ, Cardon G, Deforche B. Environmental and psychosocial correlates of physical activity in Portuguese and Belgian adults. *Public Health Nutr.*, (2005), **8**, 886-895.
- 25) van Lenthe FJ, Brug J, Mackenbach JP. Neighbourhood inequalities in physical inactivity: the role of neighbourhood attractiveness, proximity to local facilities and safety in the Netherlands. *Soc Sci Med.*, (2005), **60**(4), 763-775.
- 26) Merom D, Miller YD, van der Ploeg HP, Bauman A. Predictors of initiating and maintaining active commuting to work using transport and public health perspectives in Australia. *Prev Med.*, (2008), **47**(3), 342-346.
- 27) Borodulin K, Laatikainen T, Juolevi A, Jousilahti P. Thirty-year trends of physical activity in relation to age, calendar time and birth cohort in Finnish adults. *Eur J Public Health.*, (2008), **18**(3), 339-344.
- 28) 2006 Canadian census data, Statistics Canada http://www12.statcan.ca/english/census06/data/trends/Table_1.cfm?GEOLVL=CSD&GeoCode=08053&PRCODE=24&T=CSD
- 29) Cervero R. Mixed land-uses and commuting: Evidence from the American Housing Survey. *Transportation Res A.*, (1996), **30**(5), 361-377.
- 30) Troped PJ, Saunders RP, Pate RR, Reininger B, Addy CL. Correlates of recreational and transportation physical activity among adults in a New England community. *Prev Med.*, (2003), **37**(4), 304-310.
- 31) 社団法人土木学会, モビリティ・マネジメントの手引き 自動車と公共交通の「かしこい」使い方を考えるための交通施策. 東京丸善株式会社, (2005)
- 32) 中井祥太, 谷口守, 松中亮治, 森谷淳一. 健康意識に働きかけるMMの有効性・万歩計を用いた健康歩行量TFPを通じて-. 土木学会論文集D, (2008), **64**(1), 45-54.
- 33) 谷口綾子, 藤井聡. 公共交通利用促進のためのモビリティ・マネジメントの効果分析. 土木学会論文集D, (2006), **62**(1), 87-95.
- 34) 総務省統計局. 平成17年度国勢調査. <http://www.e-stat.go.jp/SG1/estat/GL02020101.do?method=xlsDownload&fileId=000000038461&releaseCount=4>
- 35) 厚生労働省. 平成18年度国民生活基礎調査の概況 <http://www.mhlw.go.jp/toukei/saikin/hw/k-tyosa/k-tyosa06/index.html>
- 36) 平成19年通信利用動向調査, 総務省統計局, http://www.johotsusintokei.soumu.go.jp/statistics/pdf/HR200700_001.pdf
- 37) Rhodes SD, Bowie DA, Hergenrather KC. Collecting behavioral data using the world wide web: considerations for researchers. *J Epidemiol Community Health.*, (2003), **57**, 68-73.
- 38) 大隅 昇. インターネット調査の適用可能性と限界 データ科学の視点からの考察. *行動計量学*, (2002), **29**(1), 20-44.
- 39) Ekanan A, Dickman PW, Klint A, Weiderpass E, Litton JE. Feasibility of using web-based questionnaires in large population-based epidemiological studies. *Eur J Epidemiol.*, (2006), **21**, 103-111.
- 40) 井上茂. 運動・身体活動と公衆衛生(4)「身体活動と環境要因」. *日本公衆衛生雑誌*, (2008), **55**(6), 403-406.

Original Article

Characteristics of Accelerometry Respondents to a Mail-Based Surveillance Study

Shigeru Inoue¹, Yumiko Ohya¹, Yuko Odagiri¹, Tomoko Takamiya¹, Masamitsu Kamada², Shinpei Okada³, Catrine Tudor-Locke⁴, and Teruichi Shimomitsu¹

¹Department of Preventive Medicine and Public Health, Tokyo Medical University, Tokyo, Japan

²Physical Education and Medicine Research Center Unnan, Unnan, Shimane, Japan

³Physical Education and Medicine Research Foundation, Tomi, Nagano, Japan

⁴Walking Behavior Laboratory, Pennington Biomedical Research Center, Baton Rouge, Louisiana, USA

Received April 12, 2010; accepted June 21, 2010; released online September 18, 2010

ABSTRACT

Background: Differences in the characteristics of respondents and nonrespondents to a survey can be a cause of selection bias. The aim of this study was to determine the sociodemographic and lifestyle characteristics of respondents to a field-based accelerometry survey.

Methods: A cross-sectional mail survey was sent to 4000 adults (50% male; age 20 to 69 years) who were randomly selected from the registries of residential addresses of 4 cities in Japan. There were 1508 respondents (responding subsample) to the initial questionnaire. A total of 786 participants from the responding subsample also agreed to wear an accelerometer for 7 days (accelerometer subsample). Age, sex, and city of residence were compared between the accelerometer subsample and all 3214 nonrespondents, including those who did not respond to the initial questionnaire. In addition, multiple logistic regression analyses were used to compare the sociodemographic and lifestyle characteristics of the accelerometer subsample and the 722 respondents who participated in the questionnaire survey but not the accelerometry (questionnaire-only subsample).

Results: As compared with all nonrespondents, the accelerometer subsample included significantly more women, middle-aged and older adults, and residents of specific cities. Multiple logistic regression analyses comparing the accelerometer and questionnaire-only subsamples revealed that participation in the accelerometry survey was greater among nonsmokers (odds ratio, 1.35; 95% confidence interval, 1.02–1.79) and persons who reported a habit of leisure walking (1.56, 1.21–2.01).

Conclusions: Sex, age, city of residence, smoking status, and leisure walking were associated with participation in accelerometry. This response pattern reveals potential selection bias in mail-based accelerometry studies.

Key words: physical activity; assessment; accelerometer; selection bias

INTRODUCTION

Motion sensors such as accelerometers and pedometers are body-worn assessment devices that objectively capture human movement and are used to assess physical activity behaviors in research and practice. The Japanese Health and Nutrition Survey (JHNS) annually monitors step counts in a representative sample of Japanese.¹ In the United States, the National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) uses accelerometers to collect step data and also time spent at various activity intensities.^{2,3} Motion sensors are also being used to motivate increases in physical activity.^{4,5} Specifically, a systematic review conducted by Bravata et al⁴

suggested that pedometer-based interventions were associated with significant increases in physical activity and decreases in body mass index (BMI) and blood pressure.

The validity of these motion sensors has been evaluated in previous studies. Studies have used oxygen consumption^{6,7} and the doubly labeled water method⁸ to assess the validity of accelerometers. Pedometer validity has also been evaluated using treadmill walking and track walking.^{9,10} These studies support the appropriateness of using motion sensors as physical activity assessment tools in research and practice.

Nevertheless, successful practical application of motion sensor technology in field-based survey research requires thorough methodological deliberation. As Trost et al¹¹ have

Address for correspondence: Shigeru Inoue, Department of Preventive Medicine and Public Health, Tokyo Medical University, 6-1-1 Shinjuku, Shinjuku-ku, Tokyo 160-8402, Japan (e-mail: inoue@tokyo-med.ac.jp).
Copyright © 2010 by the Japan Epidemiological Association

indicated, the investigative team must devise a sound plan for collecting and managing the data, including encouragement to join the survey, distribution and collection of devices, decisions on how and when to wear the devices, instructions to participants, processing the data, and decision rules for determining validity of data. One important consideration is selection bias, which is attributable to nonresponse and collection of data deemed invalid because of low compliance to the assigned monitoring protocol. Understanding the sociodemographic characteristics of respondents to motion sensor studies is helpful in establishing sampling and data collection strategies that can then lead to less-biased studies. Further, such information is also helpful in interpreting results of physical activity surveillance studies using pedometers and accelerometers, such as JHNS and NHANES. Unfortunately, there are few data to inform researchers about selection bias in field-based motion sensor studies, including surveillance research.

The purpose of this study was to examine the sociodemographic and lifestyle characteristics of respondents to a mail-based accelerometer survey conducted using a randomly selected sample from 4 cities in Japan. We hypothesized that respondents to the accelerometer survey would report a healthier and more physically active lifestyle than nonrespondents.

METHODS

Participants and data collection

This cross-sectional study was conducted from February 2007 through January 2008 and was part of a larger project to investigate the association between neighborhood environment and physical activity.¹² A total of 4000 adults, age 20 to 69 years, living in 4 cities in Japan (Tsukuba, Koganei, Shizuoka, and Kagoshima) were randomly selected from a registry of residential addresses of each city and stratified by sex, age (20–29, 30–39, 40–49, 50–59, and 60–69 years), and city of residence. The final sample included 2000 subjects of each sex, 800 subjects from each age category, and 1000 subjects from each city. Thus, we obtained the addresses of 100 subjects for every combination of sex, age category, and city.

The surveillance study was divided into 2 parts and was conducted by mail. Letters introducing and describing the study were sent to all 4000 subjects 2 weeks before delivery of the initial survey. The initial survey comprised a questionnaire and an invitation to participate in an additional study that included a 7-day accelerometer survey. Participants signed an informed consent document before answering the questionnaire. This study received prior approval from the Tokyo Medical University Ethics Committee. If respondents to the initial survey consented to join the second survey, then an accelerometer and an additional, related questionnaire were mailed. A call center was set up to manage any survey

enquiries during the entire process. Requests to join the survey were mailed out twice in the case of nonresponse. If the survey was returned incomplete, we re-mailed it and asked the respondent to complete it again. A 500-yen book coupon was offered as an incentive to questionnaire respondents, and an additional 500-yen book coupon was offered to accelerometer respondents.

As a result of these strategies, 1508 (37.7%) adults responded to the initial survey (responding subsample) of 4000 residents originally approached to participate (total sample). The offer to join the subsequent accelerometer survey was accepted by 886 individuals from the responding subsample. However, this subsample of 886 included participants who responded to only the questionnaire portion of this second survey and those who wore the accelerometers improperly, eg, did not wear the accelerometer for at least 4 days (details below). After data cleaning, valid accelerometer data (details below) were obtained from 786 participants (accelerometer subsample; final valid respondent rate, 19.7%). Ultimately, there were 3214 nonrespondents (total sample minus accelerometer subsample) to accelerometry, including 722 questionnaire-only participants (questionnaire-only subsample). The participant flow is shown in the Figure.

Accelerometer survey and data procedure

Participants were asked to wear an accelerometer (Lifecoder EX, 4-second version, Suzken Company, Nagoya, Japan), which included a step-counting function, for 7 consecutive days on their waist throughout the day, except when sleeping or in water (eg, when taking a bath or swimming). This motion sensor has been validated relative to total energy expenditure⁸ and step count.¹³ A record was considered valid when the participant wore the device at least 10 hours a day.² Non-wear was defined as the continuous absence of an acceleration signal for 30 minutes or longer. As in previous studies,^{2,11} the accelerometer subsample was ultimately defined as those respondents who provided 4 or more valid days of accelerometer data.

Sociodemographic and lifestyle variables

Sex, age, and city of residence for every subject were obtained from the registry of residential addresses. Information regarding years of education, employment status, marital status, self-rated health, smoking, alcohol intake, walking behavior, body weight, and height was obtained by self-report in the initial survey. BMI (kg/m²) was calculated from self-reported body weight and height. Self-rated health was measured with a single item that asked participants to rate their health. Using a 5-point scale (excellent, very good, good, fair, poor), participants were asked to choose the most suitable response for the statement, "In general, you would say that your health is _____." For smoking and alcohol intake, the questions from the JHNS 2007¹ were used. The JHNS 2007 asked participants about the frequency of alcohol consumption

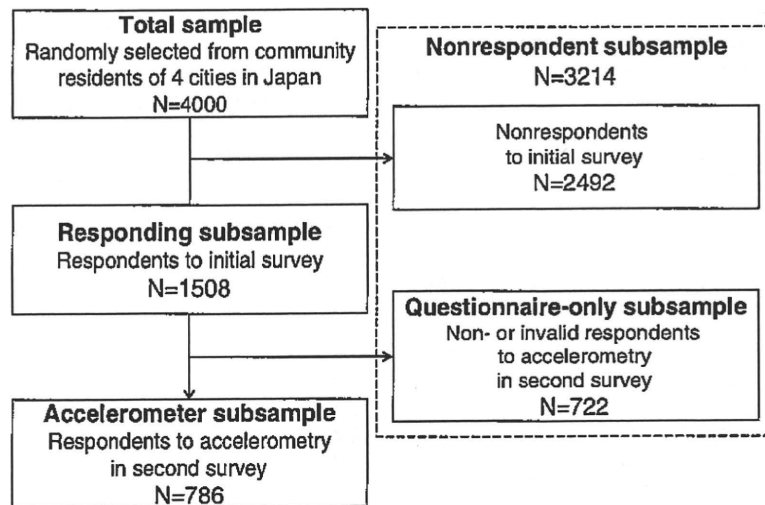


Figure. Flow of participants

per week and the amount consumed per day. In the present study, we asked for information on frequency only. Regarding smoking, participants were asked, "Do you currently have a smoking habit?" The choices were every day, sometimes, and never in the last month. As for walking behavior, participants were asked to report their walking frequency (days/week) and duration (minutes/day) for 6 purposes (commuting to work, commuting to school, walking during work, walking for daily errands, walking for leisure, or walking for other purposes). Total walking time (minutes/week) was calculated as the sum of the product of frequency-multiplied duration for the 6 walking purposes. In this study, we also separately examined participation in walking for leisure (yes or no), because this type of walking is considered the most common form of volitional exercise and may be related to motivation to participate in the accelerometer assessment.

Statistical analysis

Descriptive statistics were used to characterize the total sample, nonrespondent subsample (nonrespondents to the initial survey plus questionnaire-only subsample), and accelerometer subsample. Sex, age, and city of residence were compared between the nonrespondent subsample and accelerometer subsample using the chi-square test. We also used the chi-square test to compare the accelerometer subsample with the questionnaire-only subsample for all 12 sociodemographic and lifestyle variables, including sex, age, city of residence, education, employment status, BMI, and total walking time.

The accelerometer subsample and questionnaire-only subsample were also compared for sociodemographic and lifestyle differences using multiple logistic regression analyses. The sociodemographic and lifestyle variables (independent variables) were sex, age (20–29, 30–39, 40–49, 50–59, or 60+ years), city of residence, years of education (≤ 12 years or > 12 years), employment status (< 40

hours/week or ≥ 40 hours/week), marital status (married or not married), BMI (< 25 kg/m² or ≥ 25 kg/m²), self-rated health (excellent, very good, or good vs fair or poor), smoking (current smoker or not current smoker), alcohol intake (regular drinker, ie, drinking once a week or more, or not a regular drinker), walking for leisure (yes or no), and total walking time (active walker, ie, walking ≥ 150 min/week, or not an active walker).¹⁴ Odds ratios for a valid accelerometry response with respect to sociodemographic and lifestyle variables were calculated and adjusted for all other variables.

For all analyses, a *P* value of less than 0.05 was considered to indicate statistical significance. All statistical analyses were performed with SPSS 17.0J for Windows (SPSS Inc., Tokyo, Japan).

RESULTS

Table 1 shows the characteristics of the total sample, nonrespondent subsample (nonrespondents to the initial survey plus the questionnaire-only subsample), and accelerometer subsample. The accelerometer subsample included 46.4% men; mean age \pm standard deviation (SD) was 48.5 ± 13.6 years. The mean step count for this sample was 8476 steps/day, which was higher than the mean of 6839 steps/day noted in the Japanese Health and Nutrition Survey,¹ although the age distributions of the studies differed. Comparison of the nonrespondent subsample and accelerometer subsample was possible only for sex, age, and city of residence. The accelerometer subsample included significantly more women and more middle-aged and older adults. City of residence also differed between the nonrespondent subsample and accelerometer subsamples. Regarding the comparison of the accelerometer subsample and questionnaire-only subsample, 5 variables (age, smoking, alcohol intake, walking for leisure, and total walking time for any purposes) were significantly different. As compared with

Table 1. Characteristics of the total sample, nonrespondents to the initial survey, questionnaire-only subsample, nonrespondent subsample, and accelerometer subsample

	Total sample <i>n</i> = 4000		Nonrespondents to initial survey (<i>N</i> ₀) <i>n</i> = 2492		Questionnaire-only subsample (<i>Q</i>) <i>n</i> = 722		Nonrespondent subsample (<i>N</i> = <i>N</i> ₀ + <i>Q</i>) <i>n</i> = 3214		Accelerometer subsample (<i>A</i>) <i>n</i> = 786		<i>P</i> value ^a (<i>N</i> vs <i>A</i>)	<i>P</i> value ^a (<i>Q</i> vs <i>A</i>)
	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%	<i>n</i>	%		
Sex												
Men	2000	50.0	1321	53.0	314	43.5	1635	50.9	365	46.4	0.026	0.250
Women	2000	50.0	1171	47.0	408	56.5	1579	49.1	421	53.6		
Age, years												
60–	800	20.0	383	15.4	208	28.8	591	18.4	209	26.6	<0.001	0.005
50–59	800	20.0	465	18.7	163	22.6	628	19.5	172	21.9		
40–49	800	20.0	489	19.6	125	17.3	614	19.1	186	23.7		
30–39	800	20.0	581	23.3	99	13.7	680	21.2	120	15.3		
–29	800	20.0	574	23.0	127	17.6	701	21.8	99	12.6		
City of residence												
Tsukuba	1000	25.0	618	24.8	183	25.3	801	24.9	199	25.3	0.003	0.064
Koganei	1000	25.0	600	24.1	170	23.5	770	24.0	230	29.3		
Shizuoka	1000	25.0	610	24.5	196	27.1	806	25.1	194	24.7		
Kagoshima	1000	25.0	664	26.6	173	24.0	837	26.0	163	20.7		
Education, years												
>12	N/A		N/A		400	56.3	N/A		478	61.0	N/A	0.060
≤12	N/A		N/A		311	43.7	N/A		305	39.0	N/A	
Employment status												
≥40 h/week	N/A		N/A		335	48.8	N/A		385	50.1	N/A	0.622
<40 h/week	N/A		N/A		351	51.2	N/A		383	49.9	N/A	
Marital status												
Married	N/A		N/A		538	75.1	N/A		607	77.5	N/A	0.278
Not married	N/A		N/A		178	24.9	N/A		176	22.5	N/A	
BMI, kg/m ²												
<25	N/A		N/A		582	81.6	N/A		629	80.2	N/A	0.492
≥25	N/A		N/A		131	18.4	N/A		155	19.8	N/A	
Self-rated health												
Good	N/A		N/A		378	52.8	N/A		419	53.4	N/A	0.801
Poor	N/A		N/A		338	47.2	N/A		365	46.6	N/A	
Smoking												
No	N/A		N/A		487	73.7	N/A		585	79.2	N/A	0.016
Yes	N/A		N/A		174	26.3	N/A		154	20.8	N/A	
Alcohol intake												
No/Not regularly	N/A		N/A		423	59.1	N/A		412	52.8	N/A	0.015
Regularly	N/A		N/A		293	40.9	N/A		368	47.2	N/A	
Walking for leisure ^b												
Yes	N/A		N/A		211	29.8	N/A		312	40.0	N/A	<0.001
No	N/A		N/A		498	70.2	N/A		468	60.0	N/A	
Total walking time ^b , min/week												
≥150	N/A		N/A		422	61.3	N/A		515	68.0	N/A	0.008
<150	N/A		N/A		266	38.7	N/A		242	32.0	N/A	
Step count ^c , steps/day												
Mean ± SD	N/A		N/A		N/A		N/A		8474 ± 3368		N/A	N/A
Total energy expenditure ^c , kcal/day												
Mean ± SD	N/A		N/A		N/A		N/A		1895 ± 309		N/A	N/A

Abbreviations: N/A, not applicable; SD, standard deviation.

Total numbers of participants are not always equal because of missing values.

^aThe chi-square test was used to compare sociodemographic and lifestyle variables between groups (*N* vs *A*, *Q* vs *A*).

^bAssessed by questionnaire.

^cAssessed by accelerometer.

questionnaire-only respondents, those in the accelerometer subsample were more likely to be middle-aged, nonsmoking, and regular drinkers, and to report a leisure walking habit and longer total walking time (≥150 min/week).

In logistic regression analysis (Table 2), age, smoking, and walking for leisure were significantly associated with

accelerometry participation. Odds ratios for the accelerometry subsample were significantly higher among those aged 30 to 39 years (odds ratio, 1.60; 95% confidence interval, 1.04–2.49), those aged 40 to 49 years (1.79, 1.16–2.75), nonsmokers (1.35, 1.02–1.79), and leisure walkers (1.56, 1.21–2.01). That is, individuals with the above characteristics

Table 2. Odds ratios for response to accelerometry, by sociodemographic and lifestyle variables, as compared with questionnaire-only respondents

	Overall respondents n = 1508			Men n = 679			Women n = 829		
	OR ^{a,b}	95% CI	P value	OR ^{a,b}	95% CI	P value	OR ^{a,b}	95% CI	P value
Sex									
Men	1.16	(0.88, 1.52)	0.287						
Women	1.00								
Age, years									
60–	1.13	(0.72, 1.76)	0.606	0.78	(0.38, 1.63)	0.509	1.32	(0.73, 2.39)	0.353
50–59	1.17	(0.75, 1.81)	0.484	0.72	(0.36, 1.46)	0.368	1.50	(0.84, 2.68)	0.166
40–49	1.79	(1.16, 2.75)	0.008	1.41	(0.71, 2.80)	0.323	1.89	(1.07, 3.34)	0.028
30–39	1.60	(1.04, 2.49)	0.034	0.83	(0.41, 1.70)	0.613	2.31	(1.32, 4.07)	0.004
–29	1.00			1.00			1.00		
City of residence									
Tsukuba	1.08	(0.78, 1.50)	0.648	1.12	(0.69, 1.83)	0.644	1.04	(0.66, 1.64)	0.864
Koganei	1.27	(0.91, 1.77)	0.154	1.06	(0.64, 1.77)	0.815	1.38	(0.88, 2.16)	0.159
Shizuoka	1.00	(0.72, 1.39)	0.992	0.89	(0.55, 1.45)	0.649	1.08	(0.69, 1.69)	0.748
Kagoshima	1.00			1.00			1.00		
Education, years									
>12	1.01	(0.79, 1.30)	0.918	1.41	(0.97, 2.04)	0.069	0.78	(0.55, 1.10)	0.160
≤12	1.00			1.00			1.00		
Employment status									
≥40 h/week	1.00	(0.77, 1.31)	0.990	1.18	(0.77, 1.83)	0.447	0.86	(0.59, 1.24)	0.411
<40 h/week	1.00			1.00			1.00		
Marital status									
Married	1.00	(0.73, 1.37)	0.991	1.27	(0.75, 2.15)	0.382	0.83	(0.54, 1.29)	0.413
Not married	1.00			1.00			1.00		
BMI, kg/m²									
<25	0.84	(0.63, 1.13)	0.256	0.81	(0.55, 1.19)	0.284	0.92	(0.57, 1.48)	0.724
≥25	1.00			1.00			1.00		
Self-rated health									
Good	0.95	(0.75, 1.20)	0.643	0.92	(0.65, 1.29)	0.612	0.99	(0.71, 1.38)	0.943
Poor	1.00			1.00			1.00		
Smoking									
No	1.35	(1.02, 1.79)	0.038	1.46	(1.02, 2.08)	0.038	1.16	(0.71, 1.90)	0.548
Yes	1.00			1.00			1.00		
Drinking									
Regularly	1.22	(0.95, 1.57)	0.115	1.17	(0.82, 1.67)	0.381	1.25	(0.87, 1.79)	0.229
No/Occasionally	1.00			1.00			1.00		
Walking for leisure									
Yes	1.56	(1.21, 2.01)	0.001	1.64	(1.10, 2.44)	0.015	1.48	(1.05, 2.09)	0.025
No	1.00			1.00			1.00		
Total walking time, min/week									
≥150	1.23	(0.96, 1.58)	0.096	1.42	(0.98, 2.07)	0.065	1.12	(0.80, 1.57)	0.515
<150	1.00			1.00			1.00		

^aOR: odds ratio.

^bOdds ratios were adjusted for all other variables shown in the table.

were significantly more likely to participate in the accelerometer portion of the surveillance study. Some sex differences were observed in stratified analyses. As compared with the questionnaire-only subsample, male respondents in the accelerometer subsample were more likely to be nonsmokers and leisure walkers, whereas female respondents were more likely to be older and leisure walkers.

DISCUSSION

The results of this study indicate that response rates to the accelerometer survey were higher among women than men, and among middle-aged and older adults than younger adults.

This suggests that selection bias in surveys that use motion sensors systematically results in underrepresentation of men and younger people. The city of residence was also related to the response rate. We speculate that residents who live near the research center (Koganei is in Tokyo and Kagoshima is the farthest from Tokyo) might be more willing to participate in the study. In multivariate analyses comparing the accelerometer and questionnaire-only subsamples, there was a significantly higher response rate to wearing the accelerometer in adults who were middle-aged vs young, nonsmokers vs smokers, and leisure walkers vs non-leisure walkers after adjustment for other sociodemographic and lifestyle variables. These results must be carefully interpreted,

since we were not able to compare the characteristics of the accelerometer subsample with those of the original total sample. However, these findings suggest that survey respondents who agreed to wear an accelerometer tended to be nonsmokers and more active walkers. That is, there may be a selection bias leading to overestimation of physical activity levels of populations assessed by an accelerometer or a pedometer in field studies. Although we began our analysis with this hypothesis, there was very little prior evidence to support this assumption.

Previously, Harris et al¹⁵ conducted a randomized controlled trial of different recruitment strategies to a physical activity study using 560 patients 65 years or older who were registered with a primary care center in the United Kingdom. Participants who responded to the accelerometer assessment portion of that study reported higher physical activity, such as walking, gardening, and heavy housework, and had significantly more health problems, such as chronic pain and chronic diseases, than did nonrespondents. They also reported a faster walking speed and positive attitudes towards activity. Although the setting and age of the target population of this earlier study differ from those of the current analysis, the results were similar: active people were willing to participate in the accelerometer survey. A difference was observed in health status. In our study, health status as measured by self-rated health was not associated with accelerometry response. Because the direction and extent of bias likely differs by target population and study setting, further evidence is needed to understand the impact of selection bias in surveys employing motion sensors, if researchers and practitioners are to effectively implement such strategies and more accurately interpret the results.

Although selection biases are inevitable in field studies, efforts to decrease their impact by increasing the response rate are important. Edwards et al¹⁶ reviewed studies regarding survey methods to obtain better response rates to postal and electronic questionnaire research. They concluded that effective strategies including monetary incentives, recorded delivery, use of a teaser on the envelope (eg, a comment suggesting to participants that they may benefit if they open it), a more interesting questionnaire topic, pre-notification, follow-up contact, shorter questionnaires, providing a second copy of the questionnaire at follow-up, university sponsorship, handwritten addresses, stamped return envelopes, and assurance of confidentiality. These strategies would also likely be effective in terms of increasing response rates to accelerometer and pedometer surveys. Some of these strategies such as monetary incentives, pre-notification, follow-up contact, university sponsorship, stamped return envelopes, and assurance of confidentiality were adopted in this study. The study might have had a higher response rate and been less biased if we had used additional strategies, such as an envelope teaser, a more interesting invitation, reminder calls, providing clear instructions on how to use the device,

providing an example of result output, and designing a better survey schedule that made responses easy for subjects. Although feasible strategies differ by study setting, the results of the present study should encourage researchers to adopt these strategies to increase response rate in field studies using these devices.

There are some limitations in this study. Firstly, we compared most of the independent variables of the accelerometer subsample with the questionnaire-only subsample. For the purpose of this study, it would be ideal to compare the accelerometer and nonrespondent subsamples. However, we only had information on age, sex, and city of residence for the nonrespondent subsample. In this study, the response rate to the initial survey was not high. We must consider the possibility that the questionnaire-only subsample itself was biased from the nonrespondent subsample. Second, this study was a mail survey based upon a random sample of community residents. Our results would, of course, be most generalizable to similar study settings. Results may differ depending on the study setting, purpose, and target population. More evidence of biases in physical activity assessment using objective monitoring devices administered in various study settings is needed to clarify these issues. Thirdly, the characteristics of respondents might be different depending on survey schedule. For example, in this study, we divided the survey into 2 parts. However, the results might have differed if we had requested questionnaire and accelerometry data at the same time.

In spite of these limitations, this study provides important initial evidence suggesting selection bias in accelerometer surveys. The results of this study, which show the characteristics of persons who tend to participate in such surveys, have implications for conducting and interpreting the findings of physical activity studies using accelerometers and pedometers.

In conclusion, women and middle-aged and older adults were more likely to join an accelerometer survey delivered by mail. Participants who responded not only to the questionnaire but also to the accelerometer survey tended to report a healthier and more physically active lifestyle than did questionnaire-only participants. This response pattern reveals potential for selection bias in mail-based accelerometry surveillance studies. It is important to develop strategies to increase overall response rates and address this bias.

ACKNOWLEDGMENTS

This study was supported by a Grant-in-Aid from the Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan (Comprehensive Research on Prevention of Cardiovascular Diseases and Other Lifestyle Related Diseases: H19-Junkankitou-Ippan-008 and H20-Junkankitou-Ippan-001) and a Grant-in-Aid for scientific research (C): 17590556 from the Ministry of Education, Culture, Sports, Science and Technology of Japan.

REFERENCES

1. The Ministry of Health, Labour and Welfare of Japan Web site [Homepage on the Internet]. The national health and nutrition survey 2007; [cited 2010 April 8]. Available from: <http://www.mhlw.go.jp/bunya/kenkou/eiyou09/> (in Japanese).
2. Troiano RP, Berrigan D, Dodd KW, Mâsse LC, Tilert T, McDowell M. Physical activity in the United States measured by accelerometer. *Med Sci Sports Exerc.* 2008;40(1):181–8.
3. Tudor-Locke C, Johnson WD, Katzmarzyk PT. Accelerometer-determined steps per day in US adults. *Med Sci Sports Exerc.* 2009;41(7):1384–91.
4. Bravata DM, Smith-Spangler C, Sundaram V, Gienger AL, Lin N, Lewis R, et al. Using pedometers to increase physical activity and improve health: a systematic review. *JAMA.* 2007;298(19):2296–304.
5. Richardson CR, Newton TL, Abraham JJ, Sen A, Jimbo M, Swartz AM. A meta-analysis of pedometer-based walking interventions and weight loss. *Ann Fam Med.* 2008;6(1):69–77.
6. Freedson PS, Melanson E, Sirard J. Calibration of the Computer Science and Applications, Inc. accelerometer. *Med Sci Sports Exerc.* 1998;30(5):777–81.
7. Higuchi H, Ayabe M, Shindo M, Yoshitake Y, Tanaka H. Comparison of daily energy expenditure in young and older Japanese using pedometer with accelerometer. *Jpn J Phys Fitness Sports Med.* 2003;52:111–8 (in Japanese).
8. Ebine N, Shimada M, Tanaka H, Nishimuta M, Yoshitake Y, Saitoh S, et al. Comparative study of total energy expenditure in Japanese men using doubly labeled water method against activity record, heart rate monitoring, and accelerometer methods. *Jpn J Phys Fitness Sports Med.* 2002;51:151–64 (in Japanese).
9. Crouter SE, Schneider PL, Karabulut M, Bassett DR Jr. Validity of 10 electronic pedometers for measuring steps, distance, and energy cost. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(8):1455–60.
10. Schneider PL, Crouter SE, Lukajic O, Bassett DR Jr. Accuracy and reliability of 10 pedometers for measuring steps over a 400-m walk. *Med Sci Sports Exerc.* 2003;35(10):1779–84.
11. Trost SG, McIver KL, Pate RR. Conducting accelerometer-based activity assessments in field-based research. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37(11 Suppl):S531–43.
12. Inoue S, Ohya Y, Odagiri Y, Takamiya T, Ishii K, Kitabayashi M, et al. Association between perceived neighborhood environment and walking among adults from four cities in Japan. *J Epidemiol.* 2010;20(4):277–86.
13. Schneider PL, Crouter SE, Bassett DR. Pedometer measures of free-living physical activity: comparison of 13 models. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(2):331–5.
14. Haskell WL, Lee IM, Pate RR, Powell KE, Blair SN, Franklin BA, et al. Physical activity and public health: updated recommendation for adults from the American College of Sports Medicine and the American Heart Association. *Circulation.* 2007;116(9):1081–93.
15. Harris TJ, Victor CR, Carey IM, Adams R, Cook DG. Less healthy, but more active: opposing selection biases when recruiting older people to a physical activity study through primary care. *BMC Public Health.* 2008;8:182.
16. Edwards PJ, Roberts I, Clarke MJ, Diguseppi C, Wentz R, Kwan I, et al. Methods to increase response to postal and electronic questionnaires. *Cochrane Database Syst Rev.* 2009;(3):MR000008.

生活習慣病と環境要因

—身体活動に影響する環境要因とその整備

Does environment affect lifestyle and health? — Example of physical activity environment



井上 茂(写真) 下光輝一

Shigeru Inoue and Teruichi Shimomitsu

東京医科大学公衆衛生学講座

◎身体活動の推進は生活習慣病対策上の重要課題である。近年、身体活動を規定する要因のひとつとして環境要因が注目されている。とくに、自宅周辺の環境に関する研究が増加しており“世帯密度”“土地利用の形態(例：住居地域と商業地域の混在)”“景観”“歩道の整備状況”“交通安全”“運動場所へのアクセス”などの環境要因と身体活動との関連が報告されている。今後、これらの環境要因を整備することが身体活動推進の主要な戦略のひとつとして期待される。環境整備を進めるためには都市計画、都市交通などの他分野との連携が重要である。これらの分野にはコンパクトシティ、モビリティマネジメントなど、身体活動推進と方向性が一致する課題があり、価値観を共有して環境整備に取り組むことがポイントになるものと考えられる。



Key word : 身体活動推進, 環境, walkability, 環境整備, 地理情報システム(GIS)

身体活動・運動と健康との関連についてはさまざまな研究が行われており、適度な身体活動が健康の維持・増進、あるいは疾病の予防・治療に有益なことが報告されている¹⁾。しかし、多くの人にとって活動的な生活習慣を獲得・維持することは容易でない。平成20年国民健康・栄養調査によれば、定期的に運動を行っている人の割合は男性で33.3%、女性で29.3%とされている。また、国民の1日平均歩行数をみると、男性7,011歩、女性5,945歩と健康日本21の目標値(男性9,200歩、女性8,300歩)に程遠い²⁾。このような現状を考えると、身体活動が健康に及ぼす効果、メカニズムに関する研究と同様に、行動変容、すなわち「どうすれば好ましい生活習慣を身につけることができるのか」という行動変容の問題は非常に重要な研究テーマといえるだろう。

身体活動を効果的に推進するためには、それを規定する決定要因を明らかにして、これらの要因に働きかけることが重要である³⁾。喫煙、食習慣などの生活習慣と同様に、身体活動においてもこれまでに、行動心理学に基づいた研究が行われてき

た。そして社会認知理論、トランスセオレティカルモデルといった理論が身体活動に応用されている^{4,5)}。これらは、おもに個人の心理的要因、たとえば自己効力、行動変容のプロセス、意思決定のバランスといった要因に働きかけようとするものであった。

行動心理学の研究成果は、保健指導などの身体活動介入プログラムに生かされている⁶⁻⁸⁾。その一方で、このようなアプローチを用いて個人を対象とした介入を行うことの限界点も指摘されている。効果を維持するためには継続的な介入を必要とすること、人材・費用などの介入コストの問題などがそれである。したがって、国民レベルで身体活動の推進を図るためには個人を対象としたハイリスクアプローチとともに、集団全体に働きかけるポピュレーションアプローチが重要である⁹⁾。

このような背景のもとで近年、身体活動の分野では“身体活動を支援する環境”に関する研究が盛んになってきている¹⁰⁾。本特集は睡眠をテーマとしたものであるが、どのような生活習慣であれ、生活習慣に影響を与える“環境要因”は今後、重

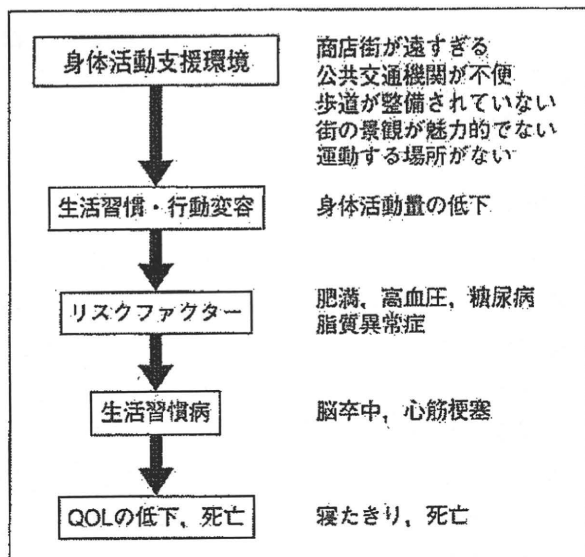


図1 身体活動支援環境

要な研究課題になってくるものと考えられる。そこで本稿では身体活動に関連した環境の話題を提供し、生活習慣と環境との関連について考えてみたい。

● 身体活動と環境要因

近年、日本人の歩数は減少傾向にある。車で通勤して郊外の大型スーパーマーケットで買い物を行う生活習慣は、とくに地方においてはごく一般的なライフスタイルになりつつある。そして、このような環境変化が人びとから歩く機会を奪っているといえるだろう。このような変化は調査データからも裏づけられている。たとえば、金沢都市圏で実施されたパーソントリップ調査の結果をみると¹¹⁾、徒歩分担率(移動手段として“徒歩”を用いる割合)は、昭和49年(1974)の37.2%から平成19年(2007)の16.1%にまで低下してきている。一方で、自動車分担率(移動手段として自動車

を用いる割合)は38.8%から67.2%に増加しており、人びとが外出・移動にあたって自動車依存的になってきていることがわかる。さらに、このような生活習慣の変化は、ますます車の使用を前提とした社会環境への変化を加速させているように思われる。肥満、メタボリック症候群などの健康問題が盛んに議論されているが、根本的にはこのような社会環境の変化があるものと考えられる。図1に身体活動支援環境の考え方を示した。生活習慣病・リスクファクター保有の原因として生活習慣があり、さらにその原因として環境要因を想定する考え方である。

それではどのような環境要因が身体活動に影響しているのだろうか。表1に世界的に広く用いられている Neighborhood Environment Walkability Scale とよばれる環境評価質問紙で取り上げられている環境要因を示した¹²⁾。この質問紙では、世帯密度が高いこと、近隣に商店街などのサービスがあること、歩道が整備されていること、景観が優れていること、交通面・治安面での安全性が高いこと、などが評価できるようになっている。このほかにも運動場所(運動施設、公園などのオープンスペース)へのアクセス、公共交通機関の利便性などに関する研究が実施されている¹³⁾。歩行に適した環境、自転車に乗ることに適した環境は、walkability, bikability といった用語で表現されている。

● 身体活動環境の評価

環境要因の評価方法は大きく、①質問紙を用いた方法、②チェックリストなどを用いた環境観察、③地理情報システム(Geographic Information System: GIS)を用いた方法、に分けられる。

表1 Neighborhood Environment Walkability Scaleで評価できる身体活動環境要因

環境要因	身体活動に好ましい地域
住居密度	人口密度、住居密度が高い
混合土地利用：多様性	近隣に商店、サービスなど、歩いていく目的地が多い
混合土地利用：アクセス	目的地へのアクセスがよい
道路の連結性	交差点密度が高く、目的地まで最短距離で行ける
歩道・自転車道	自転車道、歩道がよく整備されている
景観	景観がよい、興味深い建物が多い
交通安全	安全に歩いたり自転車に乗ったりできる
治安	犯罪が少なく安心して外出できる

1. 質問紙を用いた方法

世界的に広く用いられている質問紙としては近隣歩行環境質問紙(Neighborhood Environment Walkability Scale: NEWS; 8尺度; 合計54質問項目)¹²⁾, 国際身体活動質問紙環境版(International Physical Activity Questionnaire Environmental Module: IPAQ-E; 基本項目7, 推奨項目4, オプション項目6, 合計17質問項目)^{14,15)}などがある。また, 下光らは日本における地域の健康づくり支援環境を, 身体活動, 食習慣, 喫煙, 飲酒の4つの生活習慣について検討することを目的とした健康づくり支援環境質問紙(主要項目22, オプション項目21, 合計質問43項目; 身体活動支援環境項目は10項目)を考案している¹⁶⁾。

たとえばIPAQ-Eは自宅近隣の身体活動環境を評価する質問紙である。はじめに自宅近隣を自宅から歩いて10~15分程度の範囲と定義したうえで, 「日用品を買うためのお店やスーパーマーケット, 商店街などが, 自宅から簡単に歩いていける範囲にたくさんある」などの設問を提示し, これに対して「まったくあてはまらない」「ややあてはまらない」「ややあてはまる」「非常によくあてはまる」の4件より1つ回答を選ばせる形式になっている。

質問紙により評価された環境は, 回答者の主観によっていることより, perceived environment, あるいは subjective environment とよばれている。

質問紙による評価は比較的簡単に行えるため広く用いられているが, とくに横断研究においては, 環境がよいから運動を行っているのか, 運動しているから環境をよく認知しているのかがわかりにくいという問題点もある。また, 環境の認知と実際の環境がかならずしも一致しない場合がある。これについては実際の環境と環境認知のずれがどのように生じるのか, 環境認知を高めることによって身体活動量が増加するのではないかと, といった新しい研究テーマに発展している。

2. チェックリストなどを用いた環境観察

チェックリストなどを用いて評価者が環境を観察する方法である。運動施設の評価, 街路(street)の評価などが行われているようだが, 日本ではまだあまり研究が進んでいない。今後, 環境整備に

よって身体活動を推進しようとする場合に, 自治体職員などが地域環境を観察評価するということが重要になってくるかもしれない。

3. GISを用いた環境評価

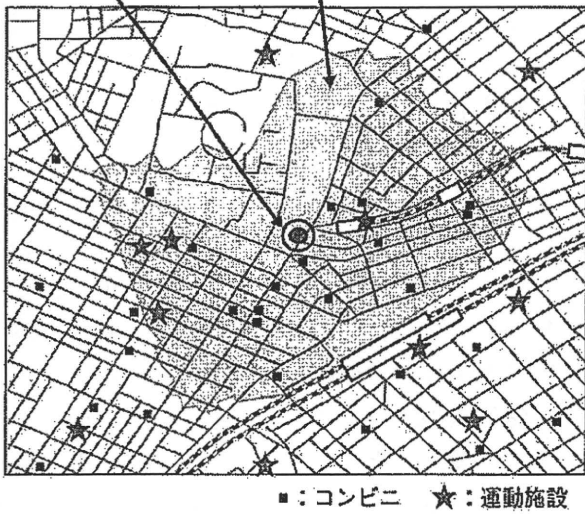
GISは, 位置情報を含んだ情報を地図上に表示したり空間的な解析を行ったりするソフトである。近年, 感染症などの分野でも用いられている。身体活動環境の評価に応用するためには道路, 運動施設などに関する情報ソースが必要である。国勢調査などの公的な調査, 電話帳などより必要な情報を抽出したり, 当該地域における調査などから関連する情報を集めたりして解析を行う。GISによる評価は, 質問紙, 環境観察と比較して客観性に優れており, 今後ますますの研究が期待される。しかし一方で, 限られた情報ソースから作成された指標が測定したいものをうまく反映しているのかに疑問が残る場合もある。また, 景観, 安全といった要因の評価の難しさが限界点と考えられる。

4. 評価する環境の空間的な広がり

環境評価では取り扱う空間の広がりをどう定義するのも重要な問題である。現在までに実施されている研究の多くは“自宅近隣”を評価の対象としている。質問紙評価ではおおむね“自宅から歩いて10~15分程度”の範囲を評価対象に設定している場合が多い。GISを用いた評価では行政単位(たとえば〇〇町〇丁目といった範囲), 自宅から一定距離の範囲(たとえば半径500m, 1km, 1マイルなど)などに設定することが考えられる。自宅からの距離で評価範囲を設定する場合には, 空間距離(直線距離)を用いるのか, 道路ネットワーク距離を用いるのかといった問題もある。図2は, 道路ネットワーク距離で自宅周辺800メートルの範囲のコンビニエンスストア, 運動施設の数を評価した例である。どのような距離範囲の環境が身体活動に影響しているのかも明らかにしていく必要がある。これは環境整備を進めていくうえでポイントとなるであろう。

自宅近隣以外の環境に関する研究は少ないが, たとえば運動施設, 通勤・通学経路, 職場周辺, 自宅内, 職場などの環境に関する研究が今後の課題と考えられる。

対象者の居住地 800m道路距離範囲



■:コンビニ ☆:運動施設

図2 地理情報システム(GIS)を用いた環境評価

身体活動決定要因としての環境

環境要因と身体活動に関する研究の多くは横断研究によって実施されてきた¹⁷⁾。これらの研究によると、住居密度、混合土地利用度(商店街などのサービスへのアクセスなど)、景観、歩道などの重要性が示唆されている。一方、運動施設へのアクセス、治安面での安全などは、研究によって結果が一定していない。日本人を対象にした研究も散見される^{15,18-21)}。

著者らが日本の4都市(つくば市、小金井市、静岡市、鹿児島市)の住民を対象に実施した研究では、自宅近隣の歩行と関連していた環境要因は“住居密度”“歩道・自転車道”“景観”であった(表2)。興味深いことに、歩行を目的別に検討した場合、“日常生活での歩行”と“散歩・ウォーキング”で

は関連している環境要因が異なっていた。日常生活の歩行に関連していた環境の特徴は住居密度が高く、混合土地利用度が高く(商店街などのサービスへのアクセスがよい)、道路ネットワークがよいことであった。一方、散歩・ウォーキングと関連していた要因は歩道・自転車道が整備されていて景観に優れ、交通の安全性が高いことであった¹⁹⁾。また、表には示されていないが、このような環境要因と身体活動との関連は性別、年齢によっても特徴があった。これらのことより、身体活動と環境との関連は対象者の属性、行う身体活動の種類によっても異なるものと考えられる(表2)。

身体活動推進のための介入

身体活動環境に関する知見を生かした身体活動推進の方策について、①環境整備、②環境に配慮した保健指導・介入、の2つのアプローチが考えられる。また、これらの推進には、都市計画、都市交通といった他分野との連携が重要と考えられる。

1. 身体活動支援環境の整備

これまでの研究を総合的に考えると、①住居密度が高く、②居住地域、商業地域、文京地域といった都市機能が混在しており、③景観が優れていて、④歩道が整備され、⑤運動施設・公園などの運動場所へのアクセスがよい、そして、⑥公共交通がよく整備されている地域、が身体活動に好ましい地域といえるであろう。しかし、すべての居住地域をこのような地域に変えることは不可能である。今後は優先順位がどこにあるのかを見極める

表2 近隣環境と歩行との関連(n=1,473)

	近隣歩行		日常生活における歩行		余暇時間の歩行	
	OR(95%CI)	p値	OR(95%CI)	p値	OR(95%CI)	p値
住居密度	1.47(1.11~1.96)	0.008	2.09(1.56~2.81)	<0.001	0.94(0.70~1.26)	0.677
混合土地利用:多様性	1.19(0.89~1.60)	0.238	1.69(1.25~2.30)	<0.001	0.93(0.68~1.27)	0.643
混合土地利用:アクセス	1.33(1.00~1.78)	0.053	2.11(1.56~2.84)	<0.001	1.01(0.75~1.36)	0.944
道路の連結性	1.01(0.77~1.34)	0.924	1.43(1.07~1.91)	0.015	1.05(0.79~1.40)	0.750
歩道・自転車道	1.56(1.19~2.04)	0.001	1.26(0.96~1.65)	0.100	1.47(1.11~1.93)	0.006
景観	1.49(1.14~1.95)	0.004	1.28(0.97~1.69)	0.079	2.22(1.66~2.97)	<0.001
交通安全	1.02(0.77~1.35)	0.895	0.87(0.65~1.17)	0.356	1.48(1.10~2.00)	0.009
治安	1.03(0.79~1.36)	0.816	1.05(0.80~1.39)	0.721	1.07(0.81~1.42)	0.618

OR:オッズ比, CI:信頼区間, 調整変数:性別, 年齢, 居住都市, 仕事の有無, 教育歴。

オッズ比が1以上の場合、歩行にとって好ましいと想定された環境において、当該歩行がよく実施されていることを示している。