

<原著>

都市林における森林浴の歩行速度の違いが
生理的・心理的变化に与える影響

馬場 健¹ 今西純一¹ 今西二郎²
扇谷えり子² 渡邊映理² 森本幸裕¹

Effect of speed of walking in urban forest on
psychological and physiological change

Takeshi Baba¹, Junichi Imanishi¹, Jiro Imanishi²,
Eriko Ohgitali², Eri Watanabe² and Yukihiro Morimoto¹

Abstract

Shinrin-Yoku (a mode of forest therapy) that provides healing and relaxation has drawn wide attention in the background of anxieties about the health such as an increase of the lifestyle disease and the stress, and the progress of the aging society. Meanwhile, walking are becoming increasingly popular as an exercise to be able to attempt the health promotion and maintenance readily, therefore there are a lot of people who enjoy Shinrin-Yoku and walking concurrently in a familiar green space. However, it is still not apparent that various walking speed have influences on positive effect of Shinrin-Yoku such as induction of physical and mental relaxation. In this research, we conducted a walking experiment at three different speeds (fast, intermediate and slow) at Kyoto Imperial Garden, which is easily accessible and is realistic walking environments for Kyoto city-dwellers, to reveal the effect of walking speed of Shinrin-Yoku on mind and body in a familiar city forest. Eight subjects answered three kinds of questionnaires pre- and post-walking for a psychological evaluation. Moreover, they put on the heart rate recorder for the physiological assessment and the R-R interval was measured. As a result, we found that relaxation was gradually induced in the fast group while parasympathetic activity increased the most at early time after walk in the intermediate group. The slow group showed a significantly positive psychological effect. We revealed that the different speeds had distinct effects on the physiological and psychological change after walking in urban forest.

1. はじめに

メタボリック症候群などの生活習慣病やストレスの増加、高齢化社会の進行などにもなう健康不安を背景に、生活にゆとりや癒しを求める動きが見られるようになってきている。中でもウォーキングは気軽に健康の増進や維持が図れるものとして注目され、日常生活の中でおこなう運動種目の中

でもっとも人気がある¹⁾。また、爽やかな空気を吸い景色を眺めるなど、ウォーキングと同時に河川敷や公園などの身近な緑地での森林浴を合わせて楽しむ人々が多く見受けられる。特に地方や郊外の住民と比較して周囲に緑地の少ない都市住民にとって、限られた身近な都市林はウォーキング環境として非常に重要な空間といえる。

1 京都大学大学院地球環境学堂・学舎 Graduate School Global Environmental Studies, Kyoto University

2 京都府立医科大学大学院医学研究科 Kyoto Prefectural University of Medicine

森林浴は、すがすがしさや新鮮な空気、静けさ、小鳥のさえずりなどを求めて木々に囲まれた環境を訪れ、心身のリフレッシュや健康の回復を得ることを目的としており、ウォーキングや座って緑を眺める（座観という）など林内でのアクティビティ全般を指す²⁾。そして、近年の研究から、森林浴は心身に好ましい効果があることが明らかになってきている。

山崎・飛岡(1991)や、山崎ら(1992)は、運動後の心拍数の回復が森林では屋内より早いことを観察し^{3) 4)}、大石ら(1996)は森林では草地より緊張が少ないことを指摘している⁵⁾。Ohtsuka et al.(1998)は糖尿病患者を対象とした実験で、森林散策後の血糖値の低下を確認した⁶⁾。また、森林散策のストレス緩和効果^{7) 8) 9)}やリラクゼーションの誘導^{10) 11)}があることを示唆する研究結果もある。

しかし、森林浴の効果には、循環器系や筋力の強化といったウォーキングという運動による身体機能の増強の例^{12) 13)}にみられるように、運動の影響も大きな要素として評価する必要があると考えられる。森林内における歩行強度について考察した研究は、障害物や勾配の歩行影響を評価した林内作業に関するもの^{14) 15)}や、遊歩道の設定条件を歩行エネルギーから評価したもの¹⁶⁾などがあるが、森林浴の歩行速度について検討した研究は、山田ら(2006)の報告例¹⁷⁾など非常に少ない。

つまり、森林浴において、異なる歩行速度の影

響については未だ明らかではない。そこで、本研究では、都市住民に身近な都市林を対象地とし、森林浴における歩行速度の違いが心身に与える影響について生理的、心理的評価を通して明らかにすることを目的とした。

2. 方法

(1) 対象地と被験者

対象地には、京都市の中心部に位置する京都御苑を選んだ。京都御苑を選定したのは、日常的にウォーキングやランニングを行う人の姿が多く見られるなど市民に親しまれている公園であること、林内を通る歩径路がよく整備されていること、京都市の中心寄りに位置するため多様な地域の市民が利用すること、などを考慮したからである。京都御苑の北半分のエリアを対象に、清和院御門付近を発着地とする林内を主として歩行するよう全長2.3 kmのコースを設定した。(図1、2) 実験は2006年6月23日、7月7日、7月14日の3日間実施した。

被験者として8名の京都府立医科大学の健康な男女学生(平均年齢±標準偏差: 21.9 ± 1.0)に協力を依頼し、各回被験者を速度別に3群(速い、中程度、遅い)に分けた。経験する歩行速度の順序の影響を受けないよう歩行速度の経験順を考慮した(表1)。実際の速度別の被験者数は、体調不良による欠席および測定器の接触不良によるデータ欠損が生じ、速い群7名、中程度群7名、遅い群5名であった(表2)。なお本研究は、京



図1 対象地と歩行ルート



図2 対象地の様子

表1 被験者の歩行順序組み分け

被験者	性別	6月23日	7月7日	7月14日
A	男性	遅い	速い	中程度
B	男性	中程度	遅い	速い
C	男性	中程度	×	×
D	男性	速い	遅い	中程度
E	男性	速い	中程度	△
F	女性	中程度	速い	△
G	女性	速い	遅い	中程度
H	女性	遅い	×	速い

注) △: データ無効, ×: 不参加

表2 各速度群の被験者数

N	男性	女性	全体
速い群	4	3	7
中程度群	5	2	7
遅い群	3	2	5

都府立医科大学医学倫理審査委員会の承認を得た上で、被験者に事前説明を行い、参加の承諾を得て実施した。

(2) 実験の流れ

被験者は、実験の冒頭に心拍計を装着し、心拍データの測定を即時開始した(図3)。続いて森林浴を実施する前の時点での被験者の心理的状态を把握するために、3種類の質問紙検査を行った。

その後、速度の異なる歩行速度で森林浴を実施した。各回5~7人の被験者を3群(速い、中程度、遅い)に分け、歩行リズムを一定に保つため、メトロノームを持った先導者が一定の歩行テンポで率いた。なお、歩行テンポの設定を行うため、本実験の2週間前に、実験当日先導者となる3人の学生に景色を眺めながら歩くということを前提として歩いてもらった。そのときに得られたテンポが、メトロノームの設定で85(1分間に85拍)であり、この速度を今回の実験で「中程度(約3.2 km/h)」と設定した。さらにその1.5倍の速度を「速い(約4.8 km/h)」、2/3倍の速度を「遅い(約2.1 km/h)」と設定した。なお、実際に本実験で2.3 kmのコースを歩くのに要した時間は、3回の平均で速い群26分、中程度群45分、遅い群55分であった。

森林浴後は、歩行速度による事後の生理的影響の差異を見るため、清和院御門付近のベンチに座った状態で60分間の休憩時間を設け、その間の

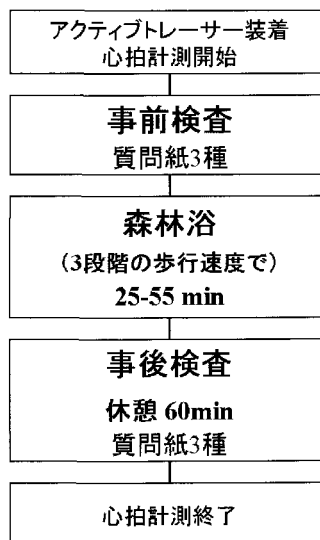


図3 実験の流れ

心拍データを測定した。既往研究にあるように座って緑を眺めるだけでも森林浴の効果がある¹¹⁾ため、休憩中は緑が視界に入らないよう緑地を背にし、大宮御所の壁に向かって座るよう指示した。休憩後は、森林浴前と同じ質問紙検査を行った。

(3) 評価方法

1) 生理学的評価法

生理学的評価には心拍データとして、心電波形のR波のピーク間隔である心拍1拍ごとの間隔を意味するR-R間隔データを用いた。心拍のR-R間隔の測定に用いた心拍計は、アクティブトレーサー(AC301、アームエレクトロニクス社製)である。被験者は、実験中終始アクティブトレーサーを装着し、その間のR-R間隔を記録した。心拍のR-R間隔データから心拍数と心拍変動の周波数成分の1分毎のデータを算出した。心拍数は最も基本的な自律神経系の指標であり、これまで林内の歩行強度を評価する研究でよく用いられている指標である^{14) 15) 16)}。また近年の森林浴研究では、交感神経系や副交感神経系の活動を推定するために心拍の変動性を解析し評価に用いることが増えてきている^{11) 17) 18)}。心拍変動の算出には、時系列データ解析プログラム(MemCalc/Win、諏訪トラスト社製)を用いた。これにより、最大エントロピー法(スペクトル解析)と呼ばれる、心拍のR-R間隔のゆらぎを心拍変動成分(交感・副交感神経系の働きにより上下する変動成

分)を解析することができる。この手法を用いて、0.04-0.15Hzの低周波成分(low frequency: LF)と0.15-0.40Hzの高周波成分(high frequency: HF)を検出した。LFは交感神経と副交感神経の両方の活動を反映する指標で、HFは副交感神経機能の指標である。HFは値が大きいほど副交感神経が活発に働いている状態を示す。また、交感神経機能の指標としてLF/HFが知られており、値が大きいほど交感神経が活発に働いている状態を示す¹⁹⁾。

2) 心理学的評価法

被験者の心理的变化を把握するために、歩行運動の前と後で質問紙への回答を求めた。ただし、歩行後の回答は、歩行後60分間の休憩の後に行った。質問紙には、既往研究で用いられてきた代表的な指標であるPOMS (Profile of Mood States)とSTAI (State-Trait Anxiety Inventory)、そして、リラクセーションの程度を測定するためにQR2 (Questionnaire for Relaxation version 2)を用いた。

POMSは、McNair et al. (1971)が開発した指標で、気分プロフィール検査といい、個人の主観的な気分状態を多面的に評価する質問紙である²⁰⁾。このテストは、性格傾向を測定するものではなく、個人のおかれた条件下で変化する一時的な気分や感情の状態を測定できるのが特徴である。この質問紙は気分の状態について、「緊張-不安(T-A)」、「抑うつ-落ち込み(D)」、「怒り-敵意(A-H)」、「活気(V)」、「疲労(F)」、「混乱(C)」という6つの尺度で同時に測定できる。設問65項目を5段階で回答し、点数が高いほど各因子の傾向が強いことを示す。本研究では、横山・荒木(1991)による日本語版を用いた²¹⁾。

STAIは、Spielberger et al. (1970)が開発した指標で、状態・特性不安検査という²²⁾。刻々と変化する不安の状態をあらわす「状態不安」と、不安になりやすい性格傾向をあらわす「特性不安」の2側面から被験者の不安の程度を測定する質問紙である。設問40項目を4段階で回答し、点数が高いほど不安が高いことを示す。本研究では、日本語版STAI²³⁾を用いた。

QR2は、京都府立医科大学微生物学教室が開発した指標で、心身のリラクセーション傾向を測定する質問紙である。心理面10問、身体面12

問の合計22問から構成され、回答時の自分の状態をアナログスケールにより回答する。40mmスケールの1mmを1点と換算すると各設問の最高得点は40点であり、心理面400点満点、身体面480点満点となる。得点が低いほどリラクセーション傾向にあることを示す。

(4) 統計分析

心拍変動成分(HF、LF/HF)と心拍数の歩行前のベースラインは、歩行前の心拍データの安定している時間帯に設定した。そして、60分の休憩時間の変化を捉えるため、休憩時間を3等分した各時間帯(休憩1(最初の20分間)、休憩2(次の20分間)、休憩3(最後の20分間))と、歩行前のベースラインとの比較を多重比較(ダネットの方法)により行った。なお、心拍変動成分(HF、LF/HF)の分析には、ベースラインの平均値を100とした相対値を用いた。ただし、ベースラインは質問紙に回答している時間帯に設定しており、歩行後の休憩時間帯とは被験者の状態がやや異なると考えられるので、ベースラインとの有意差が直ちに歩行後のリラクセーションを意味するものとは判断せず、ベースラインは歩行後の休憩時間中の変化を統計的に表すための基準として扱った。心理学的評価に用いた質問紙3種については、歩行前と歩行後に得られたデータをpaired-t test(対応のあるt検定)により比較した。これらの統計処理にはSPSS version 12.0jを用い、有意水準は5%とし、数値は平均値±標準偏差で表記した。さらに心拍変動と心拍数のデータの5項移動平均をとり、時間の推移にともなう歩行後の変化を図化した。

3. 結果

(1) 生理的評価

速い群では、HF相対値は、休憩3でベースラインよりも有意に高い値を示した($p=0.003$) (表3)。また、HF相対値は、歩行後に次第に増加し、休憩50分の時点で最大値($250.2 \text{ ms}^2 \text{ ms}^{-2} \times 100$)を示した(図4)。一方、LF/HF相対値は、ベースラインと各休憩時間帯の間に有意な差は見られなかった(表4)。また心拍数は、休憩3においてベースラインよりも有意に低い値を示した($p=0.020$) (表5)。心拍数は、休憩開始直後から

表3 各速度群における多重比較（ダネットの方法）を用いた HF 相対値の歩行前後比較

HF相対値 (ms ² ms ⁻² ×100)	歩行前		歩行後			t値	自由度	p
	M	SD	時間帯	M	SD			
速い群 (N=7)	100	0	休憩1	165.93	66.72	2.61	6	0.211
			休憩2	179.17	90.41	2.32	6	0.112
			休憩3	245.29	99.13	3.88	6	0.003**
中程度群 (N=7)	100	0	休憩1	222.26	110.61	2.92	6	0.006**
			休憩2	154.37	68.50	2.10	6	0.292
			休憩3	145.34	58.41	2.05	6	0.429
遅い群 (N=5)	100	0	休憩1	293.56	192.17	2.25	4	0.085
			休憩2	256.10	177.41	1.97	4	0.184
			休憩3	299.52	302.40	1.48	4	0.075

注) M: 平均値, SD: 標準偏差, **: p<.01 (いずれも両側検定)

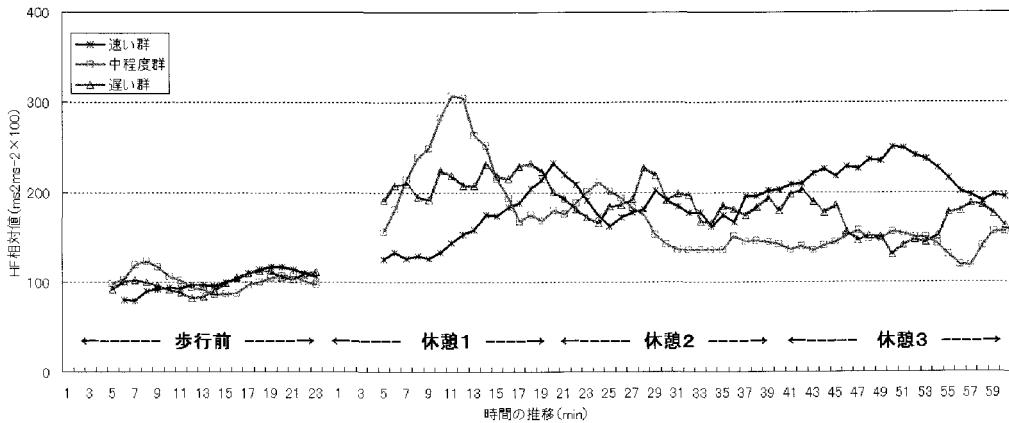


図4 5項移動平均による HF 相対値の経時変化

表4 各速度群における多重比較（ダネットの方法）を用いた LF/HF 相対値の歩行前後比較

LF/HF相対値 (ms ² ms ⁻² ×100)	歩行前		歩行後			t値	自由度	p
	M	SD	時間帯	M	SD			
速い群 (N=7)	100	0	休憩1	101.97	74.80	0.07	6	1.000
			休憩2	112.33	48.68	0.67	6	0.926
			休憩3	112.49	54.06	0.61	6	0.923
中程度群 (N=7)	100	0	休憩1	101.60	37.57	0.11	6	1.000
			休憩2	122.39	79.75	0.74	6	0.728
			休憩3	88.83	31.93	0.93	6	0.950
遅い群 (N=5)	100	0	休憩1	107.30	63.47	0.26	4	0.991
			休憩2	107.36	68.31	0.24	4	0.991
			休憩3	134.76	119.29	0.65	4	0.570

注) M: 平均値, SD: 標準偏差, いずれも両側検定

表5 各速度群における多重比較（ダネットの方法）を用いた心拍数の歩行前後比較

心拍数 (bpm)	歩行前		歩行後			t値	自由度	p
	M	SD	時間帯	M	SD			
速い群 (N=7)	75.23	10.71	休憩1	73.53	15.43	0.69	6	0.726
			休憩2	72.20	14.27	1.31	6	0.317
			休憩3	69.30	11.84	3.67	6	0.020*
中程度群 (N=7)	74.20	7.98	休憩1	67.01	7.20	3.26	6	0.006**
			休憩2	68.40	8.16	2.02	6	0.027*
			休憩3	66.26	8.22	5.07	6	0.003**
遅い群 (N=5)	74.68	6.07	休憩1	66.98	2.68	3.07	4	0.011*
			休憩2	67.18	3.20	3.01	4	0.013*
			休憩3	68.10	3.00	1.84	4	0.027*

注) M: 平均値, SD: 標準偏差, *: p<.05, **: p<.01 (いずれも両側検定)

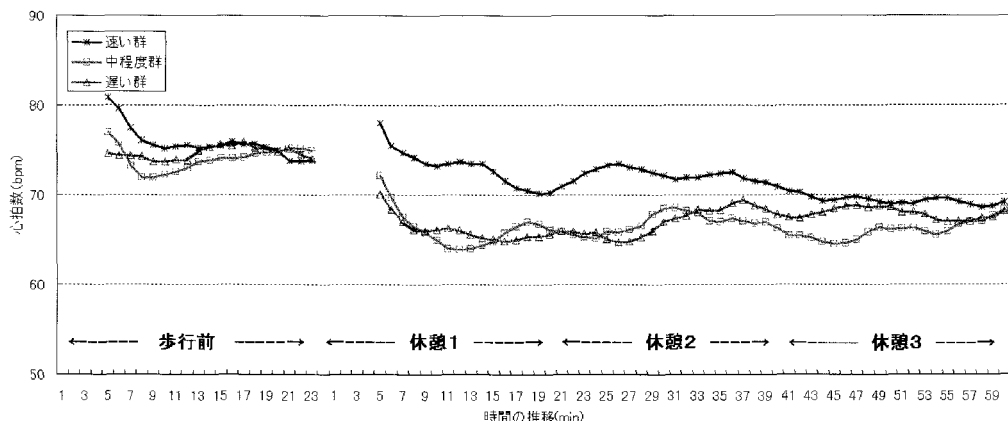


図5 5項移動平均による心拍数の経時変化

表6 各速度群における paired-t test を用いた質問紙3種の歩行前後比較

POMS		歩行前		歩行後		t 値	自由度	p
		M	SD	M	SD			
速い群 (N=7)	T-A	10.86	6.47	9.43	6.16	1.55	6	0.172
	D	11.43	9.27	11.57	8.77	0.13	6	0.901
	A-H	11.43	11.09	11.43	10.29	0.00	6	1.000
	V	12.14	4.41	15.14	5.01	2.81	6	0.031*
	F	10.29	4.96	9.86	6.18	0.51	6	0.629
C		8.71	3.64	8.57	4.04	0.14	6	0.890
中程度群 (N=7)	T-A	11.86	6.47	12.14	5.87	0.60	6	0.569
	D	13.29	7.93	12.86	7.93	0.42	6	0.689
	A-H	13.86	10.78	14.43	10.89	1.00	6	0.356
	V	13.29	3.30	14.71	6.21	0.85	6	0.426
	F	12.14	6.20	13.57	5.80	2.71	6	0.035*
C		10.71	3.59	9.71	3.09	1.45	6	0.197
遅い群 (N=5)	T-A	10.60	8.14	10.80	6.38	0.12	4	0.910
	D	9.00	6.16	8.40	4.34	0.45	4	0.675
	A-H	12.60	12.30	11.80	11.99	1.63	4	0.178
	V	12.60	5.18	14.20	8.56	0.98	4	0.382
	F	12.00	4.18	9.60	6.15	0.74	4	0.499
C		7.40	3.78	7.60	4.39	0.41	4	0.704

注) M: 平均値, SD: 標準偏差, *: p<.05 (両側検定)

STAI		歩行前		歩行後		t 値	自由度	p
		M	SD	M	SD			
速い群 (N=7)	状態不安	41.57	8.54	35.14	7.47	2.30	6	0.061
	特性不安	44.86	8.57	45.14	7.60	0.28	6	0.788
中程度群 (N=7)	状態不安	41.86	7.43	37.57	9.02	1.72	6	0.135
	特性不安	46.71	4.27	46.86	3.72	0.28	6	0.788
遅い群 (N=5)	状態不安	41.67	10.07	32.67	7.64	4.32	4	0.0496*
	特性不安	40.67	7.51	37.33	9.87	2.29	4	0.149

注) M: 平均値, SD: 標準偏差, *: p<.05 (両側検定)

QR2		歩行前		歩行後		t 値	自由度	p
		M	SD	M	SD			
速い群 (N=7)	心理面	155.71	78.44	91.00	27.72	2.56	6	0.043*
	身体面	129.71	75.13	170.00	136.79	0.67	6	0.528
中程度群 (N=7)	心理面	114.71	52.54	99.29	55.54	2.05	6	0.086
	身体面	150.00	80.48	152.00	68.74	0.14	6	0.894
遅い群 (N=5)	心理面	156.80	66.23	74.80	56.33	2.27	4	0.085
	身体面	152.80	83.58	114.40	79.64	1.81	4	0.144

注) M: 平均値, SD: 標準偏差, *: p<.05 (両側検定)

減少の傾向が見られ、休憩 58 分の時点で最小値 (68.6 bpm) を示した (図 5)。

中程度群では、HF 相対値は、休憩 1 でベースラインよりも有意に高い値を示した ($p=0.006$) (表 3)。また、HF 相対値は休憩開始後に増加し始め、休憩 11 分の時点で最大値 ($307.4 \text{ ms}^2 \text{ ms}^{-2} \times 100$) を示した。その後は漸減傾向を示し、休憩 57 分の時点で最小値 ($118.5 \text{ ms}^2 \text{ ms}^{-2} \times 100$) を示した (図 4)。一方、LF/HF 相対値は、ベースラインと各休憩時間帯の間に有意な差は見られなかった (表 4)。心拍数は、休憩 1 と休憩 2、休憩 3 のいずれにおいてもベースラインより有意に低い値を示した (順に $p=0.006, 0.027, 0.003$) (表 5)。また、心拍数は休憩開始後もなく低下し、休憩 12 分時点で最小値 (63.9 bpm) を示した。その後は 64 ~ 69 bpm の範囲で緩やかな増減を示した (図 5)。

遅い群では、HF 相対値は、いずれの休憩時間帯でもベースラインとの有意な差はなかった (表 3)。一方、LF/HF 相対値は、速い群、中程度群と同様にベースラインと各休憩時間帯の間に有意な差は見られなかった (表 4)。心拍数は、休憩 1 と休憩 2、休憩 3 のいずれにおいてもベースラインと比較し有意に低い値を示した (順に $p=0.011, 0.013, 0.027$) (表 5)。また、心拍数は休憩開始後もなく低下し、65 ~ 70 bpm の範囲で緩やかな増減を示した (図 5)。

(2) 心理的評価

各群の歩行前と歩行後の 3 種類の質問紙データについて paired-t test によって比較を行った (表 6)。まず速い群では、質問紙 POMS の活気 (V) が歩行後に有意に上昇した ($p=0.031$)。また質問紙 QR2 の心理面において、歩行後にリラクゼーションの程度が有意に高まったことが示された ($p=0.043$)。質問紙 STAI では有意な変化はみられなかった。

中程度群では、POMS の疲労 (F) が歩行後に有意に上昇した ($p=0.035$)。STAI および QR2 では有意な変化はみられなかった。

遅い群では、STAI で状態不安が歩行後に有意に減少したことが示された ($p=0.0496$)。POMS および QR2 では有意な変化はみられなかった。

4. 考察

森林浴後の、HF 相対値や心拍数の経時変化や、心理的側面の歩行前後の変化には各群に特徴があり、歩行速度によって森林浴の効果の現れ方が異なることが明らかとなった。

速い群については、HF 相対値と心拍数の歩行後休憩時の経時変化を見ると、休憩時間の最後の 20 分間にあたる休憩 3 の時間帯で、HF 相対値がベースラインと比べて有意に高く、心拍数がベースラインと比べて有意に低い値を示していた。また、時間の経過とともに、HF 相対値は増加、心拍数は減少の傾向にあり、HF 相対値の最大値および心拍の最小値はそれぞれ休憩開始後 50 分あるいは 58 分の時点で観察された。一般的にリラックスした状態では、副交感神経が優位となり、HF 値は増加し^{19) 24)}、心拍数は低下すると言われている^{19) 24) 25)}。したがって、速い群では、森林浴後、時間の経過とともに次第に副交感神経の活動が活発になり、リラクゼーションの程度が高まっていったと推測される。また、休憩直後に実施した心理的評価の結果は、山田ら (2006) の報告¹⁷⁾ 同様、POMS の活気が上昇し、加えて QR2 の心理面で歩行前よりもリラクゼーションが誘導されたことを示しており、どちらも速い歩行での森林浴のポジティブな効果が示されていた。以上より、速い歩行では、森林浴後、休憩 1 時間の範囲においては、時間の経過とともに次第にリラクゼーションの程度が高まり、休憩 1 時間後の心理学的評価においてポジティブな効果が現れることが示された。

中程度群については、HF 相対値と心拍数の歩行後休憩時の経時変化をみると、休憩時間の最初の 20 分間にあたる休憩 1 の時間帯で、HF 相対値がベースラインと比べて有意に高く、心拍数が有意に低い値を示していた。また、HF 相対値の最大値および心拍の最小値はそれぞれ休憩開始後 11 分あるいは 12 分の時点であった。したがって、中程度群では、HF 相対値および心拍数を指標として判断すると、休憩時間帯においては、休憩開始から 10 分過ぎの時点で副交感神経の活動がもっとも活発であり、リラクゼーションの程度はもっとも高かったと推測された。なお、その後の休憩時間において、HF 相対値と心拍数の示す変化

の傾向は同じではなかった。一方、休憩後の心理的評価においては POMS の疲労が上昇し、森林浴のポジティブな効果は示されなかった。これは、心理的評価が、生理的指標において副交感神経の活動がもっとも活発であったと考えられる休憩開始から 10 分過ぎの時点から、かなり時間が経過した時点で行われたことも影響していると考えられる。以上より、中程度の速度の歩行では、森林浴後 1 時間の休憩時間帯において、森林浴を終えた後の早い時間帯 (11 分～12 分経過時点) に、副交感神経の活動がもっとも活発になり、リラクゼーションの程度がもっとも高くなることが示された。しかし、森林浴 1 時間後においては、心理的にポジティブな効果は見られなかった。

遅い群については、HF 相対値と心拍数の歩行後休憩時の経時変化に、同じ傾向は見られなかった。これは、運動としての介入の強度が弱いために、個人差の影響が大きく現れたためではないかと考えられる。また、遅い群が、他の 2 群と比べて被験者が少なく、有意な差が得られにくかった影響もあるかもしれない。一方、心理的評価においては、歩行後に STAI の状態不安が減少し、森林浴のポジティブな効果が示された。これは、速度が遅かったために、他の群よりも長い時間森林に滞在したことや、歩行中に周囲をよく眺めることができたことにより、森林内の座観¹¹⁾に類似した効果が得られた可能性もあると考えられる。以上より、遅い速度の歩行では、生理的な変化は見られにくい、心理的にポジティブな効果が得られる可能性が示唆された。

5. まとめと今後の課題

今回の実験における 3 つの速度群の特徴から、都市緑地における異なる歩行速度での森林浴が、生理的、心理的にそれぞれ異なる影響を与えていることがわかった。中でも、歩行速度によって森林浴後にリラクゼーションの効果が現れるまでの時間に違いがあることが明らかになった。

しかしながら、今回の実験は京都御苑という単一の環境で行った森林浴の事前と事後を比較したにとどまっており、他の森林浴研究で見られるように、屋内または都市部といった人工的な要素の多い異なる環境との比較を行っていないため、森

林浴による効果を把握するには十分ではない。したがって、異なる環境下で同様の実験を実施し、その結果と今回の結果を比較するなど今後の研究を進展させていく必要がある。また、中程度群で休憩後の POMS の疲労度の指標が高かったことから、歩行速度が大きく異なる場合は、森林浴後に心理的評価を行うタイミングが結果に影響を及ぼす可能性があることを、今後考慮すべきであるとする。さらに心理的評価に関しては、Raglin, J.S. and Wilson, M. (1996) が運動強度が高まるほど不安が低下することを報告している²⁶⁾。その一方で、Tiemann et al. (2002) は普段運動をしていない人の場合、軽度の運動の後には不安が減少したが、逆に強度の運動の後には不安が高まったと報告しており²⁷⁾、被験者の属性によって運動の効果が異なる可能性があることも今後考慮すべきであろう。また、被験者によっては今回の実験のように他律的に歩行することをストレスと感じる可能性もあり、Park et al. (2007) や Tsunetsugu et al. (2007) の実験のように一人ずつ自律的に歩行する場合^{10) 11)}との比較も今後の研究課題となろう。

以上のように今後検討すべき課題は少なくないが、本研究は、これまでほとんど検討されてこなかった森林浴の歩行速度について実験を行い、今後の森林浴研究における歩行速度や評価のタイミングを検討する上で有意義な結果を提供できたと考える。

補註及び引用文献

- 1) 内閣府：この 1 年間に行った運動・スポーツの種目、(内閣総理大臣官房広報室編、「体力・スポーツに関する世論調査 平成 18 年 8 月調査」、内閣総理大臣官房広報室、東京)、254pp、2006
- 2) 谷田貝光克、森林の不思議、現代書林、東京：11-37、1995
- 3) 山崎忠久・飛岡次郎、森林の持つ休養機能の評価に関する研究 (Ⅱ) — 空間環境の違いが人間の生理的機能に与える影響 —、日本林学会大会論文集 102: 679-682、1991
- 4) 山崎忠久・飛岡次郎・芝正己、森林の持つ休養機能の評価に関する研究 (Ⅲ) — 空間

- 環境の違いが人間の生理的機能に与える影響 (2)一、日本林学会大会論文集 103: 727-730、1992
- 5) 大石康彦・立身政信・田口春孝・村井宏、植生（森林及び草地）における脳波特性に関する基礎的研究、日本緑化工学会誌 21 (4): 212-222、1996
 - 6) Ohtsuka, Y., Yabunaka, N., Takayama, S., Significance of “Shinrin-yoku (forest-air bathing and walking)” as an Exercise Therapy for Elderly Patients with Diabetes Mellitus. *The Journal of Japanese Association of Physical Medicine, Balneology and Climatology* 61 (2), 101-105, 1998
 - 7) 井川原弘一・高山範理・香川隆英・朴範鎮、晩秋の森林保養地における森林浴の心理的評価と物理環境要因の関係、環境情報科学論文集 19: 229-234、2005
 - 8) Yamaguchi, M., Deguchi, M., Miyazaki, Y., The Effects of Exercise in Forest and Urban Environments on Sympathetic Nervous Activity of Normal Young Adults. *The Journal of International Medical Research* 34, 152-159, 2006
 - 9) Morita, E., Fukuda, S., Nagano, J., Hamajima, N., Yamamoto, H., Iwai, Y., Nakashima, T., Orita, H., Shirakawa, T., Psychological effects of forest environments on healthy adults: Shinrin-yoku (forest-air bathing, walking) as a possible method of stress reduction. *Public Health* 121, 54-63, 2007
 - 10) Park, B.J., Tsunetsugu, Y., Kasetani, T., Hirano, H., Kagawa, T., Sato, M., Miyazaki, Y., Physiological Effects of Shinrin-yoku (Taking in the Atmosphere of the Forest) — Using Salivary Cortisol and Cerebral Activity as Indicators —, *Journal of Physiological Anthropology*, 26, 123-128, 2007
 - 11) Tsunetsugu, Y., Park, B.J., Ishii, H., Hirano, H., Kagawa, T., Miyazaki, Y., Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) in an old-growth broadleaf forest in Yamagata Prefecture, Japan. *J Physiol Anthropol* 26 (2): 135-142, 2007
 - 12) 稲木光晴：運動と身体健康、(平木場浩二編、「現代人のからだと心の健康」、杏林書院、東京)、45-80、2006
 - 13) Chodzko-Zajko, W.J., The World Health Organization Issues Guidelines for Promoting Physical Activity among Older Persons. *Journal of Aging and Physical Activity* 5: 1-8. 1997
 - 14) 山田容三、心拍数の定常状態からみた林内歩行強度の評価、日本林学会大会論文集 100: 825-826、1989
 - 15) 吉川正純・沼田邦彦、森林作業における歩行負担の生理学的解析、日本林学会誌 Vol.83 (4): 279-284、2001
 - 16) 岩崎輝雄・加藤敏・北川薫・阿岸祐幸、歩行エネルギーの経時的変化を指標とした森林遊歩道の設定条件に関する生理的特性の実証的研究、日本温泉気候物理医学会誌 第62巻4号: 207-215、1998
 - 17) 山田容三・国見幸一、森林浴における心理的・生理的効果を高める歩行速度に関する研究、第117回日本森林学会大会学術講演集、2006
 - 18) 細江雅彦・宮下久子・諏訪浩・青柳香織・佐藤雅美・大平英樹、森林浴の心理・生理面への影響についての研究、下呂病院年報 27-1、2000
 - 19) 中尾光之・山本光璋：心臓血管系信号ゆらぎのダイナミクスとそのモデル、(社団法人日本エム・イー学会編、「生体リズムとゆらぎ」、コロナ社、東京)、66-106、2004
 - 20) 横山和仁・荒記俊一・川上憲一・竹下達也、POMS (感情プロフィール検査) 日本語版の作成と信頼性および妥当性の検討、日本公衆衛生誌 37: 913-917、1990
 - 21) 横山和仁・荒記俊一、日本版 POMS、金子書房、東京：8pp、1991
 - 22) Spielberger, C.D., Gorsuch, R.L., Lushene, R., The State-Trait Anxiety Inventory: Test manual, Consulting Psychologist Press, Palo Alto, CA., 23-49, 1970
 - 23) 水口公信・下仲順子・中里克治、日本版 STAI、三京房、京都：2pp、1991

- 24) 稲森義雄：心拍の計測と処理、(藤澤清編、「新生理心理学 1 卷生理心理学の基礎」、北大路書房、京都)、158-171、1998
- 25) 河合康明、人体生理学、朝倉書店、東京：71-92、2006
- 26) Raglin, J.S., Wilson, M., State anxiety following 20 minutes of bicycle ergometer exercise at selected intensities., *International journal of sports medicine* 17(6): 467-471, 1996
- 27) Tieman, J.G., Peacock, L.J., Cureton, K.J., Dishman, R.K., The influence of exercise intensity and physical activity history on state anxiety after exercise., *International journal of sport psychology* 33(2): 155-166, 2002

(受付：2009 年 4 月 22 日)
(受理：2009 年 10 月 15 日)