

森林セラピーがもたらす生理的調整効果の解明

宋 ヨ ロン, 池井 晴美, 宮崎 良文

千葉大学環境健康フィールド科学センター

Elucidation of the Physiological Adjustment Effect of Forest Therapy

Chorong SONG, Harumi IKEI and Yoshifumi MIYAZAKI

Center for Environment, Health and Field Sciences, Chiba University

Abstract Objectives: The aim of this study was to elucidate the physiological adjustment effect of forest therapy based on the Law of Initial Value.

Methods: The experiments were conducted in nine forest and urban areas in Japan during the period from 2011 to 2012. There were 12 male Japanese university students participating in each of the nine experiments (total, 108 participants). Of these, 98 subjects (mean age \pm standard deviation, 21.4 ± 1.6 years) were analyzed. The subjects were instructed to view a real forest landscape or urban area for 15 min. The systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and pulse rate of each subject were measured. We analyzed the correlation between the initial values (after city viewing) and the differences in values between the two environments (after forest viewing–after city viewing).

Results: There was a negative correlation between the initial values and the differences in values between the two environments. The subjects whose initial systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and pulse rate were high showed marked decreases in these parameters as their response after viewing the forest environment, whereas those whose initial systolic blood pressure, diastolic blood pressure, and pulse rate were low showed increases in these parameters as their response.

Conclusions: These results support the premise that the physiological effect of a forest environment can differ depending on a subject's initial response values. Moreover, it was clear that forest therapy caused physiological adjustment, normalizing blood pressure and pulse rate.

Key words: forest environment (森林環境), blood pressure (血圧), pulse rate (脈拍数), individual different (個人差), the Law of Initial Values (初期値の法則), adjustment effect (調整効果), preventive medicine (予防医学)

緒 言

急速な都市化・人工化により、現代人は日常生活において常にストレス状態に置かれるようになった。Miyazakiら(1)は、「人はヒトになって500万年が経過し、その99.99%以上を自然環境下で過ごしてきた。そのた

め、我々は自然環境と対応した生理機能を持ち、現在の人工環境に適応できず、常に緊張を強いられるストレス状態にある。」と述べている。

ここ数年、生理計測技術の急速な進歩に伴い、生理指標を用いた科学的データが蓄積されつつあり、森林環境がもたらす生理的リラックス効果に関して、脳前頭前野活動(2)、脈拍数(3-7)、血圧(3, 6, 7)、心拍変動性(4-8)、唾液中コルチゾール濃度(2-5, 7)、NK (Natural Killer)細胞活性(9-11)等の指標を用いて報告されている。これらの知見を元に、森林セラピーの生理的リラックス効果に関する総説が提出されており(12-15)、Parkら(13)は、日本国内35か所の森林において、420名の被験者

受付 2013 年 11 月 1 日, 受理 2013 年 12 月 9 日
Reprint requests to: Yoshifumi MIYAZAKI
Center for Environment, Health and Field Sciences, Chiba University,
6-2-1 Kashiwanoha, Kashiwa City, Chiba Prefecture 277-0882, Japan
TEL: +81(4)7137-8113, FAX: 020-4666-0398
E-mail: ymiyazaki@faculty.chiba-u.jp

を使った実験の結果、15 分間座って森林の景色を眺めるといふ森林セラピーによってストレス状態が緩和され、生理的リラクセス効果がもたらされることを紹介している。

一方、自然セラピーにおいては、プラス α の獲得を目的とする「積極的快適性 (16, 17)」を求めるため、個人差を生じることが知られている (14, 18)。個人差は、様々な分野で解明すべき研究課題として注目が集まっており、Tsunetsugu ら (14) は、森林セラピー効果の個人差に関する科学的な研究が必要であると提案しているが、その解明に関するアプローチ法は現在、確立されていない。

これまで、一般的に観察される個人差の解明に関しては、「初期値の法則 (19, 20)」を用いた検討が行われてきた。初期値の法則は、Wilders (19, 20) によって提唱され、刺激に対する反応の方向は、初期値に起因することが多く、初期値が高ければ生理機能を促進させる刺激への反応は小さく、抑制させる刺激への反応は大きいという原理に基づく。最初に Wilders は、白血球数、血糖値、血圧、心拍数など広い範囲の生理反応がこの法則に従い、あらゆる生理的データの 75~85% が該当すると述べた (21)。その後、初期値の法則を用いた多くの研究が行われ、Lacey (22) は、ストレッサーによる血圧 (収縮期血圧および拡張期血圧)、心拍数の変化と初期値の関係について調べ、初期値が高い被験者は、ストレスという機能促進刺激への反応が小さいと報告した。Hord ら (23) も、ストレス状態における心拍数、呼吸数の変化と初期値の関係を調査し、初期値と変化分間に相関関係があることを認めている。

一方、これまでの研究は、初期値と機能促進刺激への反応の関係 (22-26) ならびにその統計的処理法 (21, 27) を中心に行われてきており、自然セラピーのような機能抑制刺激への反応と初期値との関係を明らかにする研究はほとんど存在しない。

そこで、本研究においては、森林セラピーによる生理的リラクセス効果の個人差を「初期値の法則」という観点から解明し、さらに、森林セラピーがもたらす生理的調整効果を明らかにすることを目的とした。

材料と方法

実験地と被験者

本実験は、2011 年から 2012 年までの 2 年間にかけて、①青森県深浦町、②富山県上市町、③石川県津幡町、④長野県松川町、⑤山梨県甲府市、⑥奈良県吉野町、⑦広島県安芸太田町、⑧福岡県豊前市ならびに⑨大分県大分市の 9 ヶ所における森林および都市において実施した。

被験者は、各実験地とも 20 代の男子大学生 12 名とし、データの取得ができた計 98 名 (平均 \pm 標準偏差: 21.4 \pm 1.6 歳) を対象とした。実験中はミネラルウォーター以外の飲料、アルコール、タバコの摂取、ならびに実験

に影響を及ぼす恐れのある行為は禁止された。なお、本実験は、千葉大学環境健康フィールド科学センター倫理審査委員会の承認を受けて実施され、全被験者から同意書への署名を得た。

測定指標

測定指標は、血圧 (収縮期血圧および拡張期血圧) と脈拍数とした。本実験においては、オシロメトリック法を用いた携帯型デジタル血圧計 (HEM1000, Omron, Japan) を用いて、右上腕にて測定した。

方法

各実験地における 12 名の被験者は、実験日の朝集合し、実験に関する説明を受けた後、参加同意書に署名し実験に参加した。順序効果を除去するため、被験者はランダムに 6 名ずつ 2 つのグループに分けられ、実験 1 日目はそれぞれ森林部あるいは都市部に行き、2 日目は互いに交代した。都市部は JR 駅前および繁華街等とした。実験地に到着した 6 名の被験者グループは控室に待機し、実験者の引率のもと、一人ずつ測定場所へ移動した。椅子に座り 5 分間の安静を取った後、15 分間森林あるいは都市における景色を眺める座観を行った。その後、「座観後」の測定を行った。なお、血圧測定は各々 3 回連続して測定し、その平均値を用いた。Fig. 1 には各実験地における森林座観風景を示し、Fig. 2 には都市座観風景を示す。

解析

森林における座観による血圧 (収縮期血圧および拡張期血圧) と脈拍数の変化分について初期値との関係を解析することにした。現代人は主に都市で生活していることを勘案し、個人の元々の値である初期値としては「都市座観後」の絶対値を用い、森林座観による変化分としては「森林座観後 - 都市座観後」の値を用いてその相関を検討した。検定には、SPSS 20.0 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) を使い、各生理指標における初期値と変化分についてピアソンの積率相関分析を行った。危険率 5% 以下の場合、有意であるとした。

結 果

Fig. 3 に森林における座観による収縮期血圧、拡張期血圧、脈拍数の変化分を示す。森林風景を座って眺めることによって、都市部に比べ、血圧ならびに脈拍数が低下する被験者の方が多いが、上昇する被験者もあり、大きな個人差を示した。

Fig. 4 に収縮期血圧における「初期値 (都市座観後の絶対値)」と「変化分 (15 分間の森林座観後 - 都市座観後)」の関係を示す。森林部座観 15 分後の収縮期血圧が、都市部座観 15 分後と比較して、差異がなければ、変化分は 0 となり、有意な相関は観察されないが、本図に示



Fig. 1 Forested area landscape scenery that was viewed.

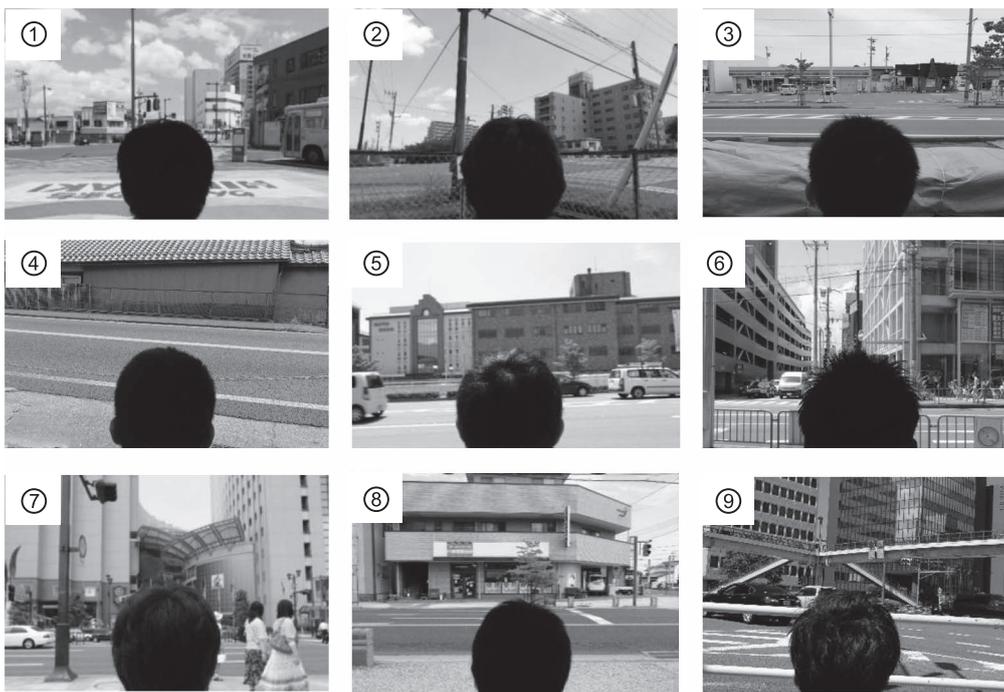


Fig. 2 City area scenery that was viewed.

したように、「初期値」と「変化分」の間には有意な負の相関があることが認められた (Fig. 4, $r = -0.545$, $p < 0.01$)。初期値が高い被験者は森林座観により、都市座観に比べ、収縮期血圧が低下し、低い被験者は上昇することが分かった。

Fig. 5 に拡張期血圧における「初期値」と「変化分」の関係を示す。「初期値 (都市座観後の絶対値)」と「変

化分 (15 分間の森林座観後 - 都市座観後)」の間に有意な負の相関があることが認められた (Fig. 5, $r = -0.313$, $p < 0.01$)。収縮期血圧と同様に、初期値の高い被験者は拡張期血圧が低下し、低い被験者は上昇することが明らかとなった。

Fig. 6 に脈拍数における「初期値」と「変化分」の関係を示す。脈拍数においても、「初期値」と「変化分」

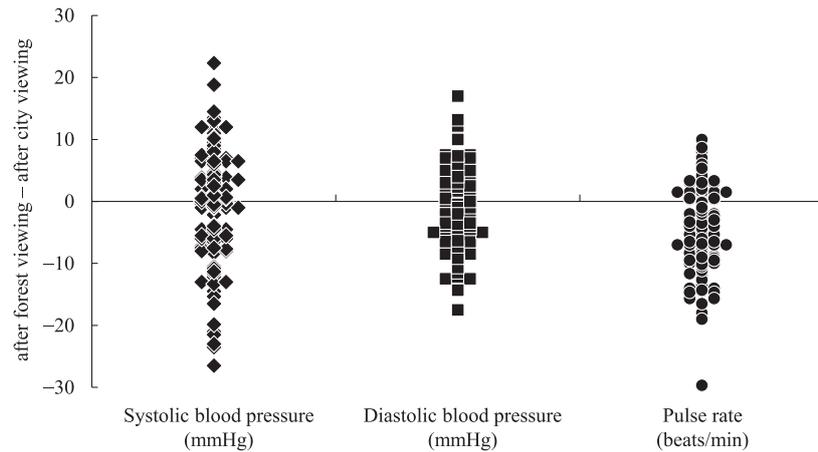


Fig. 3 Individual differences in each physiological index.

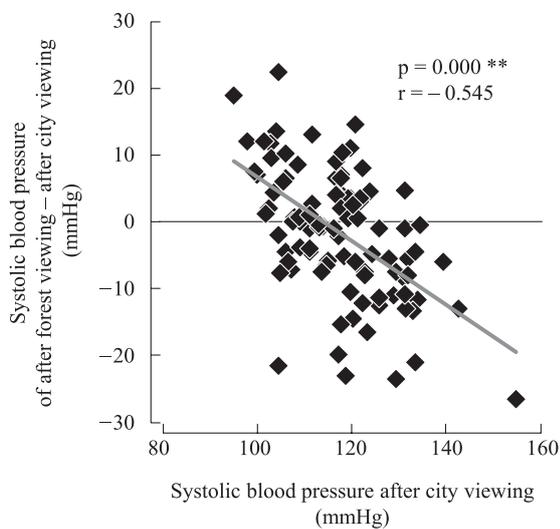


Fig. 4 The relationship between the “initial value” and “value difference of the two environments” in systolic blood pressure. N=98, **: $p < 0.01$.

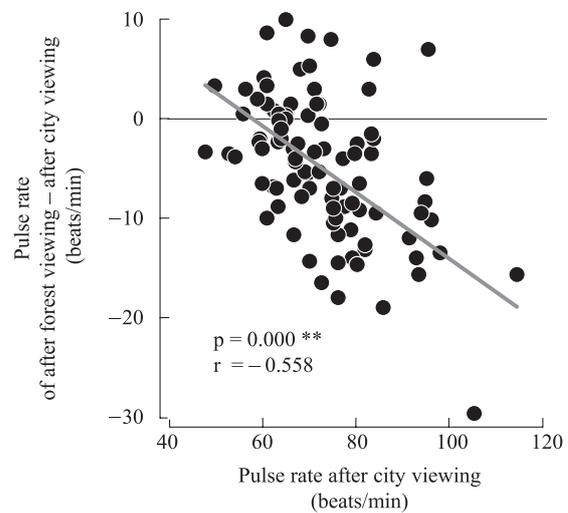


Fig. 6 The relationship between the “initial value” and “value difference of the two environments” in pulse rate. N=96, **: $p < 0.01$.

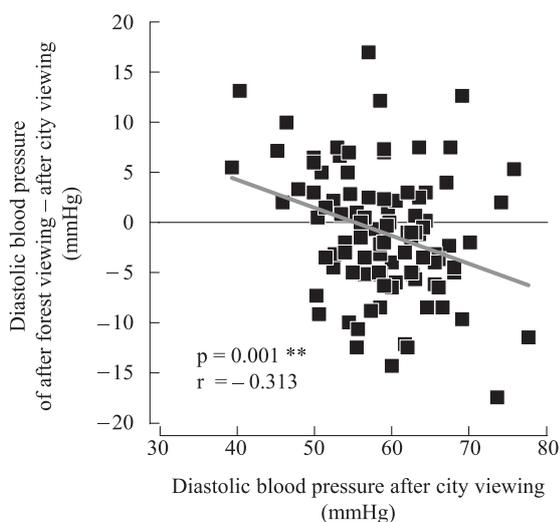


Fig. 5 The relationship between the “initial value” and “value difference of the two environments” in diastolic blood pressure. N=97, **: $p < 0.01$.

の間に有意な負の相関があり (Fig. 6, $r = -0.558$, $p < 0.01$), 初期値の高い被験者は低下し, 低い被験者は上昇し, 収縮期血圧, 拡張期血圧と同様の結果が得られた。

考 察

森林セラピーは、「積極的快適性 (16, 17)」を志向しているため, 個人差を生じることが知られている (14, 18)。「積極的快適性」とは, 不快の除去ではなく, 新たなプラス α に関わる適度な刺激によってもたらされる成長欲求であり, プラス α の獲得を目的としているため, 個人の価値観の違いによりその反応に関して個人差を生じる (16, 17)。

これまでの個人差研究においては, 「タイプ A 行動パターン (28)」という行動パターン分類によってアプローチすることが試みられている (29-32)。タイプ A 行動パターンの特徴としては, 強い競争心, 時間的切迫感, 短

期ならびに精神的・肉体的過激性などが挙げられる(33)。生理応答に関する既往研究において、Song ら(29)は日本全国 44 か所の森林と都市において座観実験を行い、485 名の被験者をタイプ A 群とタイプ B 群に分け、その反応の違いを検討している。その結果、脈拍数において、タイプ B 群では森林における座観により、都市に比べ、有意な低下を認めたが、タイプ A 群においては、差異は認められないことを報告している。Park ら(30)は、ユーカリ味のドリンク摂取におけるコルチゾール濃度の変化を調べ、ユーカリ味のドリンク摂取によって、タイプ B 群においてはコルチゾール濃度が有意に低下するが、タイプ A 群においては変化しないことを示している。また、Miyazaki と Tsunetsugu(31)は、チョコレートという味覚刺激における前頭前野の総ヘモグロビン濃度変化に関して、タイプ B 群において有意に上昇することを示している。さらに、Song ら(32)は、都市緑地における歩行がもたらす心理的影響を調査し、「強迫-衝動」尺度において、タイプ B 群は有意に低下するが、タイプ A 群においては変化しないことを示しており、主観評価においても生理応答実験と同様の結果が得られることを明らかにしている。このような結果から自然刺激による反応は、タイプ B 群の方がタイプ A 群より大きいという可能性が示されている。

一方、「初期値の法則」に関する先行研究に関しては、Tsunetsugu と Miyazaki(34)による研究があり、唾液中コルチゾール濃度において、初期値と変化分(森林内 15 分間の歩行前後)の間に有意な負の相関があることが報告されている。また、Lee ら(15)は、森林内 15 分間の歩行前後を調べ、唾液中免疫グロブリン A 濃度の変化についても、初期値が高い群は大きく低下し、低い群は軽度の低下あるいは上昇を生じると報告しており、初期値と森林セラピーによる変化分の間に有意な負の相関があることを示している。本先行研究においては、森林部における刺激後から刺激前の変化分を縦軸とし、横軸に絶対値を用いて示しており、森林部における刺激の影響について評価している。一方、本来の目的としては、森林部と都市部の差異について検討することであるため、本報告においては、刺激後における森林部と都市部の変化分を縦軸として示すことにより、森林部と都市部の刺激の影響について評価した。

本研究においては、2011 年度から 2012 年までの 2 年間にかけて、9 ヶ所、98 名を対象として実験を実施し、そのデータを用いて初期値の法則から個人差の解明を行った。収縮期血圧、拡張期血圧ならびに脈拍数において、「初期値(都市座観後の絶対値)」と「変化分(15 分間の森林座観後-都市座観後)」の間に有意な負の相関が認められることを明らかにした。この結果は先行研究結果と良い一致を示し、森林セラピーの生理的リラックス効果における個人差の一要因を初期値の法則を用いて説明することができることを示した。さらに、森林の風景を眺めることによって収縮期血圧、拡張期血圧なら

びに脈拍数の高い被験者はその値が低下し、低い被験者は上昇することが認められた。つまり、森林における座観は、収縮期血圧、拡張期血圧ならびに脈拍数を一定の値に近づけるという調整効果があると結論付けられた。

今後は、近赤外分光法を用いた前頭前野活動、心拍変動性、NK 細胞活性を指標とした免疫機能等の各種指標を用いた検討が必要となる。また、本研究の対象が 20 代男性に限られているため、異なる属性の被験者による検証も必要と考えられる。

結 論

森林における 15 分間の座観による収縮期血圧、拡張期血圧ならびに脈拍数の「初期値(都市座観後の絶対値)」と「変化分(森林座観後-都市座観後)」の間には、有意な負の相関があり、「初期値の法則」を用いることにより、森林セラピーによる生理応答の個人差の一要因を説明できることが明らかになった。さらに、初期値が高い人は低下し、低い人は上昇することから、森林セラピーは、収縮期血圧、拡張期血圧ならびに脈拍数を一定の値に近づけるという調整効果を有すると結論付けられた。

謝 辞

(独)森林総合研究所の香川隆英先生、恒次祐子先生、森川岳先生ならびに韓国山林庁の李宙宮先生にはデータ取得を含め、実験全般にわたってご協力して頂いた。ここに謝意を示す。

利益相反なし

文 献

- (1) Miyazaki Y, Park BJ, Lee J. Nature therapy. In: Osaki M, Braimoh A, Nakagami K eds. *Designing Our Future: Local Perspectives on Bioproduction, Ecosystems and Humanity (Sustainability Science vol. 4)*. Tokyo: United Nations University Press, 2011, 407-412.
- (2) Park BJ, Tsunetsugu Y, Kasetani T, Hirano H, Kagawa T, Sato M, et al. Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest)—using salivary cortisol and cerebral activity as indicators. *J Physiol Anthropol* 2007;26:123-128.
- (3) Lee J, Park BJ, Tsunetsugu Y, Kagawa T, Miyazaki Y. Restorative effects of viewing real forest landscapes, based on a comparison with urban landscapes. *Scand J Forest Res* 2009;24:227-234.
- (4) Lee J, Park BJ, Tsunetsugu Y, Ohira T, Kagawa T, Miyazaki Y. Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects. *Public Health* 2010;125:93-100.
- (5) Park BJ, Tsunetsugu Y, Ishii H, Furuhashi S, Hirano H, Kagawa T, et al. Physiological effects of Shinrin-yoku

- (taking in the atmosphere of the forest) in a mixed forest in Shinano Town, Japan. *Scan J Forest Res* 2008;23:278–283.
- (6) Park BJ, Tsunetsugu Y, Kasetani T, Morikawa T, Kagawa T, Miyazaki Y. Physiological effects of forest recreation in a young conifer forest in Hinokage town, Japan. *Silva Fenn* 2009;43:291–301.
- (7) Tsunetsugu Y, Park BJ, 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* 2007;26:135–142.
- (8) Tsunetsugu Y, Lee J, Park BJ, Tyrväinen L, Kagawa T, Miyazaki Y. Physiological and psychological effects of viewing urban forest landscapes assessed by multiple measurement. *Landsc Urban Plan* 2013;113:90–93.
- (9) Li Q, Morimoto K, Nakadai A, Inagaki H, Katsumata M, Shimizu T, et al. Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2007;20:3–8.
- (10) Li Q, Morimoto K, Kobayashi M, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, et al. Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2008;21:117–127.
- (11) Li Q, Morimoto K, Kobayashi M, Inagaki H, Katsumata M, Hirata Y, et al. A forest bathing trip increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins in female subjects. *J Biol Regul Homeost Agents* 2008;22:45–55.
- (12) Park BJ, Tsunetsugu Y, Kasetani T, Kagawa T, Miyazaki Y. The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): evidence from field experiments in 24 forests across Japan. *Environ Health Prevent Med* 2010;15:18–26.
- (13) Park BJ, Tsunetsugu Y, Lee J, Kagawa T, Miyazaki Y. Effect of the forest environment on physiological relaxation using the results of field tests at 35 sites throughout Japan. In: Li Q (ed), *Forest medicine*. New York: Nova Science Publishers Press, 2012, 55–65.
- (14) Tsunetsugu Y, Park BJ, Miyazaki Y. Trends in research related to “Shinrin-yoku” (taking in the forest atmosphere or forest bathing) in Japan. *Environ Health Prevent Med* 2010;15:27–37.
- (15) Lee J, Li Q, Tyrväinen L, Tsunetsugu Y, Park BJ, Kagawa T, et al. Nature therapy and preventive medicine. In: Maddock JR (ed), *Public health—social and behavioral health*. InTech Publishing Press, 2012.
- (16) 乾 正雄. やわらかい環境論. 東京: 海鳴社, 1988.
- (17) 宮崎良文, 李 宙宮, 朴 範鎮, 恒次祐子, 松永慶子. 自然セラピーの予防医学的効果. *日本衛生学会誌* 2011;66:651–656.
- (18) Kobayashi H, Park BJ, Miyazaki Y. Normative references of heart rate variability and salivary alpha-amylase in a healthy young male population. *J Physiol Anthropol* 2012; 31:9.
- (19) Wilder J. The “law of initial values,” a neglected biological law and its significance for research and practice. Translated from *Zeitschrift für die gesamte Neurologie und Psychiatrie* 137, 317–338. In: Porges SW, Coles MGH (ed), *Psychophysiology*. Stroudsburg, PA: Dowden, Hutchinson, & Ross, Inc. 1931, 38–46.
- (20) Wilder J. *Stimulus and Response: The Law of Initial Value*. Bristol, England: J. Wright Press, 1967.
- (21) 小川暢也, 兵働邦彦. The law of initial values (L.I.V.) について. *精神身体医学* 1968;8:216–219.
- (22) Lacey JI. The evaluation of autonomic responses: Toward a general solution. *Ann NY Acad Sci* 1956;67:125–163.
- (23) Hord DJ, Hojnson LC, Lubin A. Differential effect of the law of initial value (LIV) on autonomic variables. *Psychophysiology* 1964;1:79–87.
- (24) Bloch JD, Bridger WH. The law of initial value in psychophysiology: A reformulation in terms of experimental and theoretical considerations. *Ann NY Acad Sci* 1962;98: 1229–1241.
- (25) Rogers RL, Meyer JS, Mortel KF, Mahurin RK, Thornby J. Age-related reductions in cerebral vasomotor reactivity and the law of initial value: A 4-year prospective longitudinal study. *J Cerebr Blood F Met* 1985;5:79–85.
- (26) Scher H, Furedy JJ. Individual differences in phasic cardiac reactivity to psychological stress and the law of initial value. *Psychophysiology* 1985;22:345–348.
- (27) Benjamin LS. Statistical treatment of the law of initial values (LIV) in autonomic research: A review and recommendation. *Psychosom Med* 1963;25:556–566.
- (28) Friedman M, Rosenman RH. *Type A Behavior Pattern and Your Heart*. New York: Knopf Press, 1974.
- (29) Song C, Ikei H, Lee J, Park BJ, Kagawa T, Miyazaki Y. Individual differences in the physiological effects of forest therapy based on Type A and Type B behavior patterns. *J Physiol Anthropol* 2013;32:14.
- (30) Park BJ, Morikawa T, Ogata T, Washide K, Iwamoto M, Nakamura H, et al. Psychological effects of ingesting eucalyptus essential oil with milk casein peptide. *Silva Fenn* 2009;43:173–179.
- (31) Miyazaki Y, Tsunetsugu Y. A tentative proposal on physiological polymorphism and its experimental approaches. *J Physiol Anthropol Appl Human Sci* 2005;24:297–300.
- (32) Song C, Lee J, Park BJ, Lee MS, Matsuba N, Miyazaki Y. Psychological effects of walking in the urban forest—Results of field tests in Shinjuku-gyoen, Japan—. *J Kor Forest Soc* 2011;100:344–351 (in Korean).
- (33) Jenkins CD, Rosenman RH, Zyzanski SJ. Prediction of clinical coronary heart disease by a test for the coronary-prone behavior pattern. *N Engl J Med* 1974;290:1271–1275.
- (34) Tsunetsugu Y, Miyazaki Y. Correlation between baseline value and amount of change in salivary cortisol concentration and salivary immunoglobulin A concentration. *J Physiol Anthropol* 2007;26:612.