

# 森林浴による健康増進等に関する調査研究Ⅲ報告書

—森林浴による内分泌系への影響—

(2年目)

研究代表者

独立行政法人国立病院機構東京医療センター 形成外科科長  
国際自然・森林医学会 (INFOM) 認定医・医学博士

落合博子

2023年5月19日

## 目次

1. はじめに	3
2. 方法	4
1) 被験者募集	
2) 調査研究の方法	
3. 結果と考察	6
1) 被験者情報	
2) 散策中環境温度、湿度	
3) ガイドの活動量	
4) 血中乳酸濃度	
5) 血中セロトニン濃度	
6) 血中オキシトシン濃度	
7) 血中IGF-1(ソマトメジンC)濃度	
8) 血中アドレナリン濃度	
9) 血中ノルアドレナリン濃度	
10) 血中ドーパミン濃度	
11) 血中アディポネクチン濃度	
12) 血中DHEA-S濃度	
13) ピッツバーグ試験	
14) OSA睡眠調査票MA版 (OSA sleep inventory MA version)	
15) 自覚症状	
16) POMS2短縮版	
17) クレペリンテスト	
4. 結論	20
5. 研究メンバー	20

# 森林浴による健康増進等に関する調査研究Ⅲ

## —森林浴による内分泌系への影響—

(2年目)

### 1. はじめに

これまで森林浴による免疫系及び神経系（交感神経・副交感神経）への影響をかなり解明したが、森林浴による内分泌系への影響については殆ど研究されていない。神経系と免疫系は、内分泌系などを介して密接な相互作用を有しており、生体のホメオスタシスはこれら3つのシステムの相互作用により調節されていると考えられている。そのため、森林浴効果の機序を解明するには森林浴による内分泌系への影響を解明することが不可欠である。

そこで、2019年度から森林浴による健康増進等に関する調査研究Ⅲ（森林浴による内分泌系への影響）をスタートした。2019年度では李卿医師が研究代表者となり、男性被験者における森林浴による血中ノルアドレナリン、ドーパミン、セロトニン、オキシトシン及びβ-エンドルフィンへの影響について調査研究を行った。その結果、森林浴は、都市散策と比較して中高年男性被験者に以下の効果を示した<sup>\*1</sup>。

①森林浴は有意に血中セロトニン濃度を増加させ、うつ病の予防効果が示唆された。

②POMS検査では活気を有意に上昇させ、疲労の自覚症状を有意に減少させ、森林浴によるリラックス効果が示唆された。

③森林浴は有意に起床時眠気を改善し、有意に疲労回復を促進することが判明し、森林浴による睡眠改善効果を明らかにした。

それに引き続き、本来は2020, 2021年度に同様の実験を女性被験者を対象として実施する予定としていたが、新型コロナウイルス感染症の影響で2年延期し、2022年度に実施する運びとなった。2019年度の研究に準じて、森林浴による血中モノアミン系神経伝達物質（アドレナリン、ノルアドレナリン、ドーパミン）、セロトニン、オキシトシンへの影響を評価する。

今回は、それに加えて、認知予備機能への森林浴の影響を検討する目的で、血中IGF-1<sup>\*2</sup>（=ソマトメジンC）測定とクレペリンテスト<sup>\*3</sup>による評価を追加する。

\*1 Li Q, Ochiai H, Ochiai T, Takayama N, Kumeda S, Miura T, Aoyagi Y, Imai M. Effects of forest bathing (shinrin-yoku) on serotonin in serum,

depressive symptoms and subjective sleep quality in middle-aged males. Environ Health Prev Med. 2022;27:44.

\*2 IGF-1 (Insulin-like growth factor 1 : インスリン様成長因子 1) が海馬の新生ニューロンを増やし、抗うつ作用や認知予備力の向上に寄与することが報告されている。

\*3 クレペリン検査は、作業量や処理能力の評価に用いられる。

## 2. 方法

### 1) 被験者募集

被験者は、すでに李卿医師が参加者を 20 名募集していた。一部辞退された方もいたため、インターネットサイト「私の森.jp」を利用して最終的に 30 名を目標に募集を行った。

被験者募集に先立ち、独立行政法人国立病院機構東京医療センター倫理委員会の承認を 2022 年 4 月 28 日に受けた (課題番号 R22-002)。2022. 8. 29. に UMIN に臨床試験登録を行った (R000055579)。

### 2) 調査研究の方法

#### A. 被験者の条件

- 1) うつ病、認知症及び各種依存症を有しない中高年女性 (年齢 40 歳～70 歳) 30 名。
- 2) 本研究に影響があるような薬剤を服用していないこと、関連する入院・通院歴がないこと。
- 3) 関東圏の都市部に在住していること。

#### B. 実験フィールド

森林浴用の実験地は、赤沢自然休養林とし、比較のための対照地は長野県伊那市等とした。

#### C. 測定指標

血中一般検査 (赤血球数、ヘモグロビン濃度、白血球数、白血球分画及び血小板数、乳酸値) に加えて①セロトニン濃度、②オキシトシン濃度、③ドーパミン濃度、④ノルアドレナリン濃度、⑤アドレナリン濃度、⑥IGF-1 (ソマトメジン) 濃度、⑦アディポネクチン濃度、⑧DHEA-S 濃度、⑨クレペリンテスト、⑩ストレス (POMS2) と睡眠に関するアンケート調査、⑪運動量の計測 (ジオグラフィカ (GPS) アプリ)、⑫環境温湿度計測を行った。

#### D. 研究デザイン

2 日間の実験デザインとする。被験者は年齢層別にランダム化して 2 つのグループに分け、1 日目にはそれぞれ森林散策と都市散策を行い、2 日目に交

又して森林部と都市散策をそれぞれ実施した。散策の前後に採血とアンケートを実施して散策による影響を検討した。

●観察期間：一年目と同様、森林散策1日、都市部散策1日（2泊3日）。

●金曜日：午前東京出発、午後上松町に到着、  
16：00 木曽県立病院にて採血等検査、宿泊

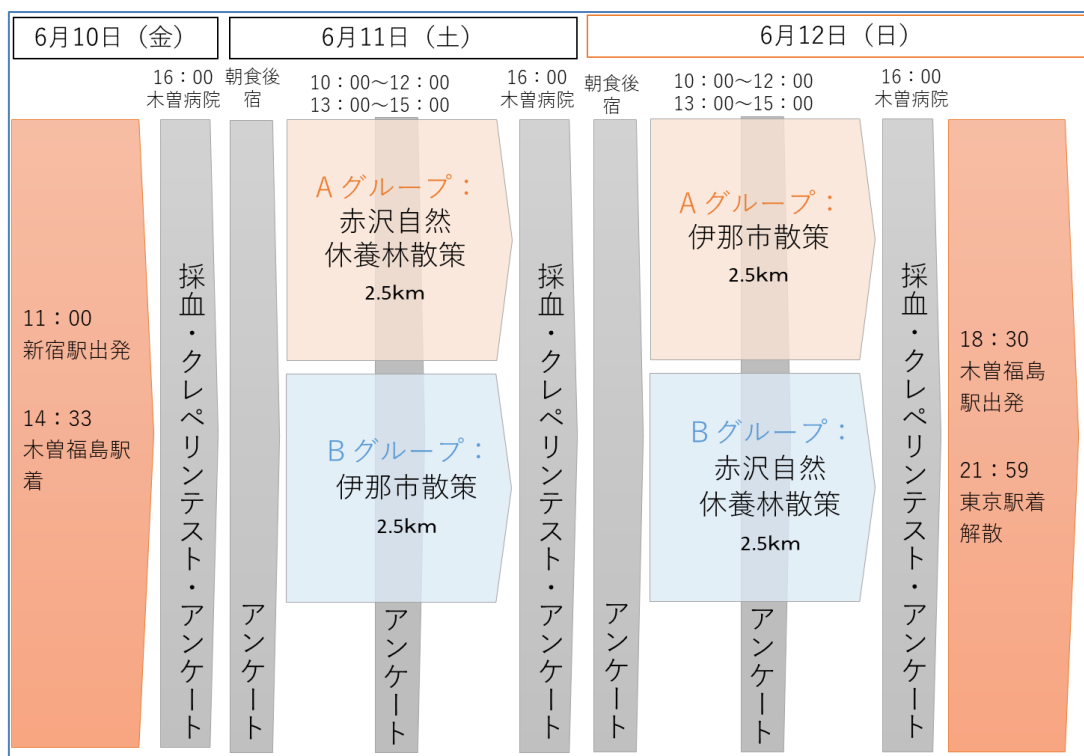
土曜日：Aグループ 15人：赤沢自然休養林散策  
Bグループ 15人：伊那市散策  
16:00～木曽県立病院にて採血等検査、宿泊

日曜日：Aグループ 15人：伊那市散策  
Bグループ 15人：赤沢自然休養林散策  
16:00～木曽県立病院にて採血等検査、帰京

●散策時間・距離

午前 10：00～12：00 2.5 km（12：00～13：00 昼食、昼休み）

午後 13：00～15：00 2.5 km



### 3. 結果と考察

\* 実施風景の写真



森林散策



都市散策





採血前安静



採血



クレペリンテスト

## 1) 被験者情報

- 被験者は年齢 45～64 歳（平均 54.4 ± 4.6 歳）であり、年齢でランダム化して 2 グループに分類した。
- A グループ 年齢 45～63 歳（平均 54.3 ± 4.8 歳）  
B グループ 年齢 48～64 歳（平均 54.6 ± 4.5 歳）
- 実験集団の年齢のばらつき具合の検討  
対応のない二集団 t. test、以下すべて両側検定において  
年齢にグループ間の有意差はなかった。

## 2) 散策中環境温度、湿度

天気は、1 日目曇り、2 日目晴れだった。森林の 1-2 日目と都市の 1-2 日目の実験実施中の平均気温・湿度に有意差はなかった。(図 1, 2)



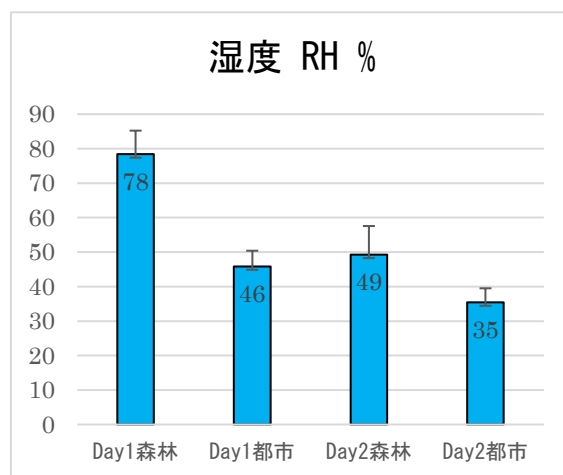
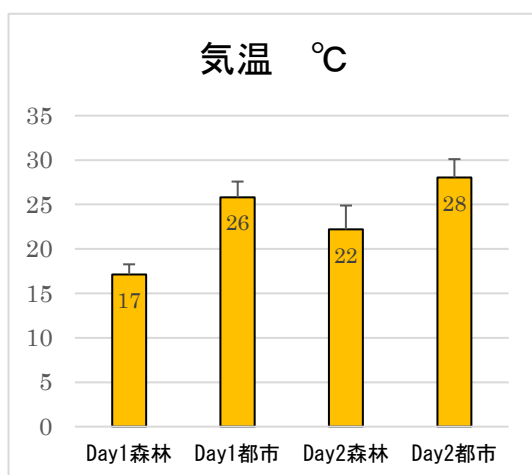


図1 実験実施中の平均気温 (平均値+SD)

図2 実験実施中の平均湿度 (平均値+SD)

### 3) ガイドの活動量

参加者を誘導したガイドの歩行時間、距離、時速には有意差を認めなかった。

表1 森林散策と都市散策の歩行時間、距離、時速

		森林		都市部	
		午前	午後	午前	午後
6月11日 (1日目)	時間帯	9:55-11:10	12:44-14:01	10:02-11:22	12:43-14:05
	歩行時間	1:15	1:17	1:20	1:22
	距離(km)	2.2	2.1	2.4	2.3
	時速(km/h)	1.7	1.6	1.8	1.7
	標高(m)	1111+50	1107+48	635+10	646+12
6月12日 (2日目)	時間帯	10:04-11:19	12:45-14:02	9:58-11:20	12:44-14:06
	歩行時間	1:15	1:17	1:22	1:22
	距離(km)	2.3	2.3	2.2	2.3
	時速(km/h)	1.9	1.8	1.6	1.7
	標高(m)	1111+81	1110+71	646+22	646+12

\* 橙色はAグループ、水色はBグループ

### 4) 血中乳酸濃度

血中乳酸濃度は客観的に運動量を評価する指標である。

散策前後の血中乳酸濃度の変化量の比較を図に示す。都市歩行後と森林歩行後間に有意差を認めなかった。

\* 血中乳酸正常値：3.0-17.0mg/dl

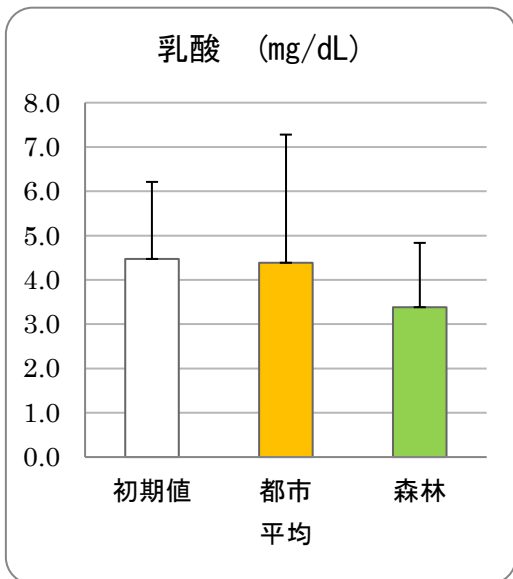


図3 森林散策と都市散策の血中乳酸濃度

(平均値+SD、対応のある t-test 両側検定, 初期値 n=30, 森林 n=30、都市 n=30、p>0.05)

### 5) 血中セロトニン濃度

精神の安定感や平常心、頭の回転をよくして直感力を上げる、抗ストレスなどの作用をもつ脳内物質で幸せホルモンとも呼ばれる。

森林浴後と都市散策後の間に有意差はなかった。

\*血中セロトニン正常値：81.0-262.0 ng/ml

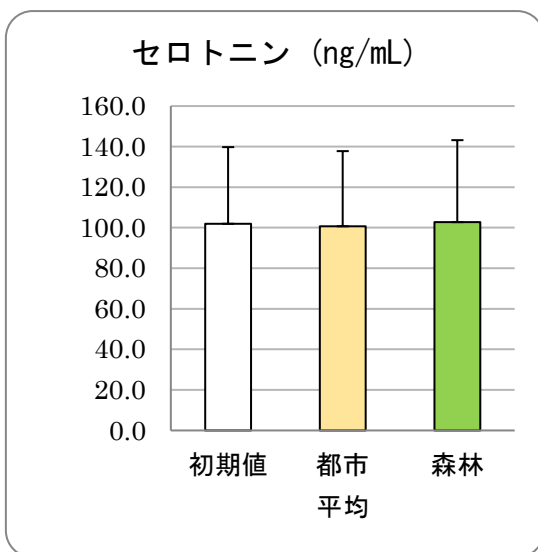


図4 森林散策と都市散策の血中セロトニン濃度

(平均値+SD、対応のある t-test 両側検定, 初期値 n=30, 森林 n=30、都市 n=30、  
p>0.05)

## 6) 血中オキシトシン濃度

人同士や動物とのスキンシップによって分泌が増え、幸せホルモンとも呼ばれる。抗ストレス作用や抗うつ作用を有する。

都市歩行後と森林歩行後の数値間の有意差を認めなかった。

\* 血中オキシトシン正常値 : 3.0-17.0mg/dl

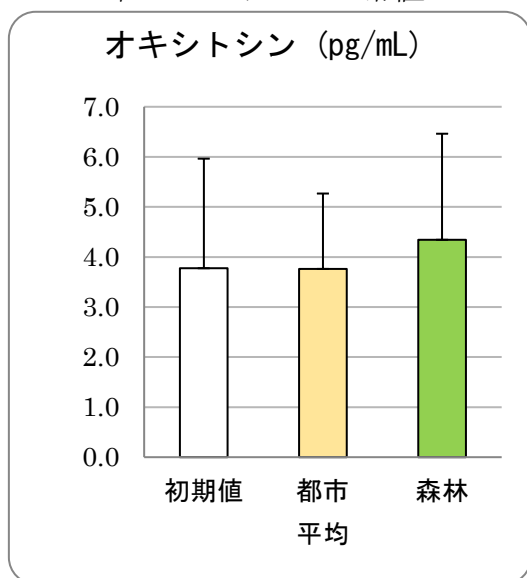


図5 森林散策と都市散策の血中オキシトシン濃度

(平均値+SD、対応のある t-test 両側検定, 初期値 n=30, 森林 n=30、都市 n=30、  
p>0.05)

## 7) 血中 IGF-1(ソマトメジン C)濃度

海馬の新生ニューロンを増やし、抗うつ作用や認知予備力の向上に寄与することが報告されている

初期値と比較して、都市散策後に有意に上昇した (\* p<0.05)。森林散策後にも有意に上昇した (\*\* p<0.01)。都市散策後と森林散策後の間には有意差を認めなかった。

\* 血中 IGF-1 正常値 : 59-245 ng/ml

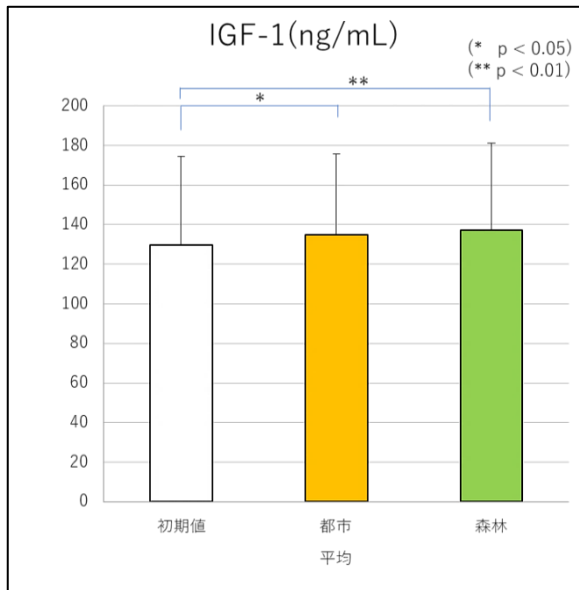


図6 森林散策と都市散策の血中 IGF-1 濃度  
 (平均値+SD、対応のある t-test 両側検定, 初期値 n=30, 森林 n=30、都市 n=30)

### 8) 血中アドレナリン濃度

交感神経が興奮状態になる時、副腎髄質より分泌されるホルモン兼神経伝達物質。

初期値と比較して、都市散策後 (\*\* p < 0.01)、森林散策後 (\*\* p < 0.05) に有意に減少したが、都市と森林の間に有意差はなかった。

\* 血中アドレナリン正常値 : 0.10 ng/ml 以下

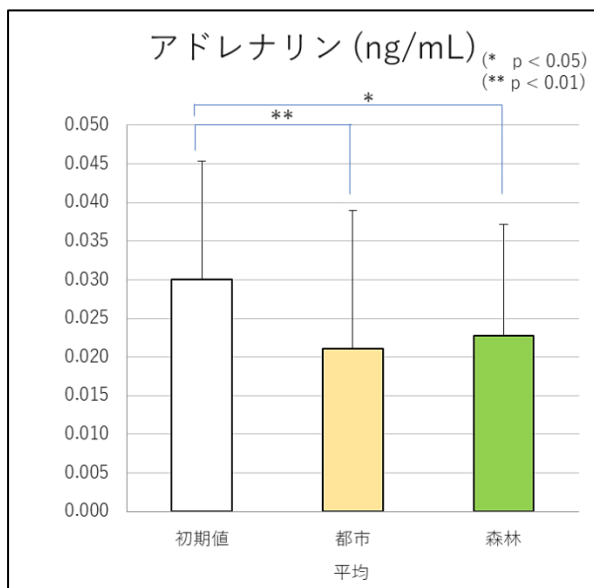


図7 森林散策と都市部散策の血中アドレナリン濃度

(平均値+SD、対応のある t-test 両側検定, 初期値 n=30, 森林 n=30、都市 n=30)

### 9) 血中ノルアドレナリン濃度

交感神経の活動を高める神経伝達物質で、副腎髄質から分泌されるホルモンの1種。

初期値と比較して、都市散策後(\* p < 0.05)、森林散策後(\* p < 0.05)に有意に減少したが、都市と森林の間に有意差はなかった。

\* 血中ノルアドレナリン正常値 : 0.10-0.50 ng/ml

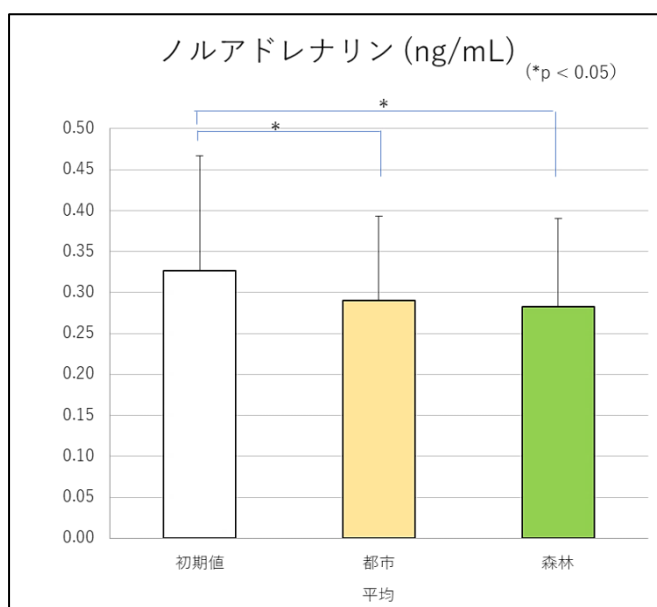


図8 森林散策と都市部散策の血中ノルアドレナリン濃度

(平均値+SD、対応のある t-test 両側検定, 初期値 n=30, 森林 n=30、都市 n=30)

### 10) 血中ドーパミン濃度

快感や多幸感を得る、意欲を作ったり感じたりする、運動調節に関連する、といった機能を担う脳内ホルモンの一つで、幸せホルモンと呼ばれる。

初期値、都市歩行後と森林歩行後の数値間の有意差を認めなかった。

\* 血中ドーパミン正常値 : 0.03ng/ml 以下



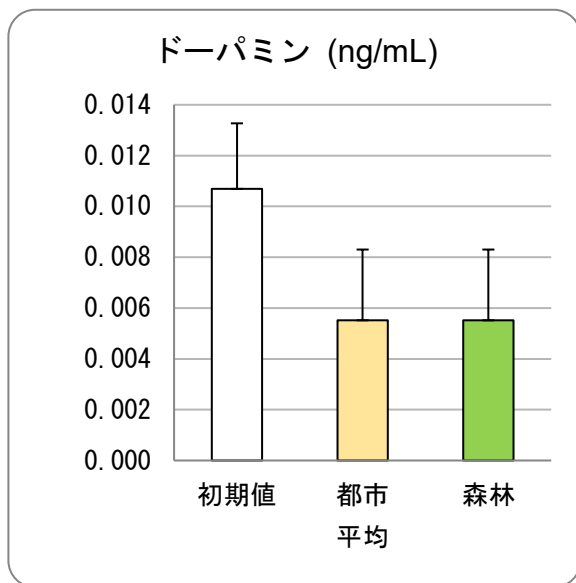


図9 森林散策と都市散策の血中ドーパミン濃度

(平均値+SD、対応のある t-test 両側検定, 初期値 n=30, 森林 n=30, 都市 n=30, P>0.05)

### 11) 血中アディポネクチン濃度

脂肪細胞から分泌される善玉ホルモンの一種で、血管修復作用や脂肪燃焼作用、血管拡張作用などの成人病やメタボリックシンドローム予防効果が期待されている。

初期値、都市歩行後と森林歩行後の数値間の有意差を認めなかった。

\* 血中アディポネクチン正常値：4.0  $\mu\text{g/ml}$  以上

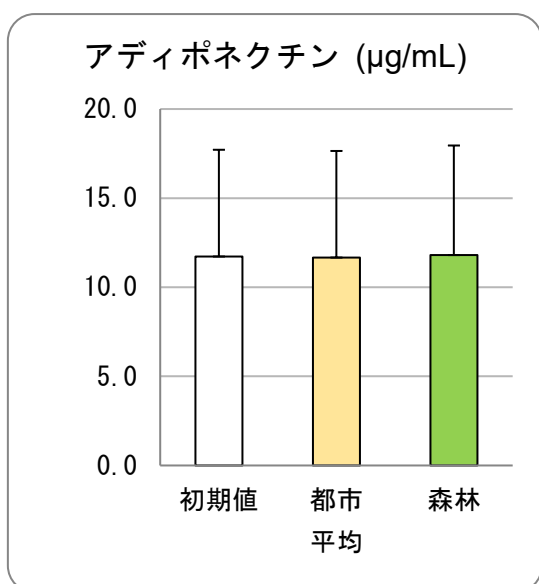


図 10 森林散策と都市散策の血中アディポネクチン濃度

(平均値+SD、対応のある t-test 両側検定, 初期値 n=30, 森林 n=30、都市 n=30、 P>0.05)

### 12) 血中 DHEA-S 濃度

男性・女性ホルモンの材料で、若返りホルモンや抗ストレスホルモンと呼ばれる。増加すると理想的。

初期値と比較して、都市散策後 (\* p < 0.05)、森林散策後 (\*\* p < 0.01) に有意に減少した。都市と森林の間に有意差は認めなかった。

\* 血中 DHEA-S 正常値 : 80-2310 ng/ml

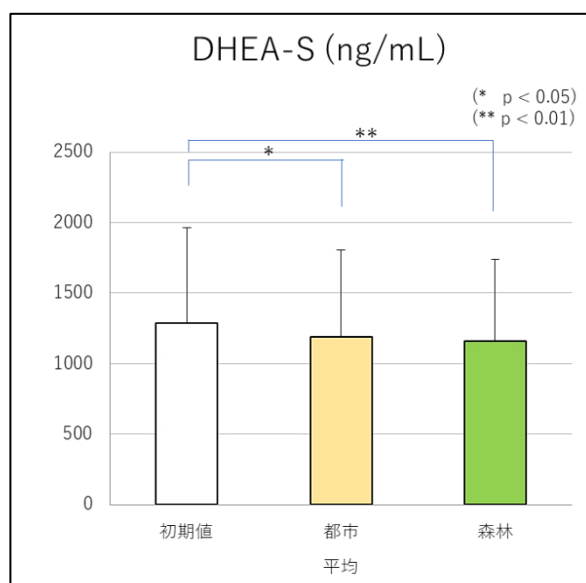


図 11 森林散策と都市散策の血中 DHEA-S 濃度

(平均値+SD、対応のある t-test 両側検定, 初期値 n=30, 森林 n=30、都市 n=30)

### 13) ピッツバーグ試験

過去 1 ヶ月間における睡眠習慣や睡眠の質に関する 18 項目の質問から構成されており、総合得点 ( 0 -21 点) が高いほど睡眠の質が悪いと評価される。また、6 点以上は睡眠不良群と診断される。

散策前のベースラインにおいて、A 群 ,B 群の間に有意差はなかったことが確認された。

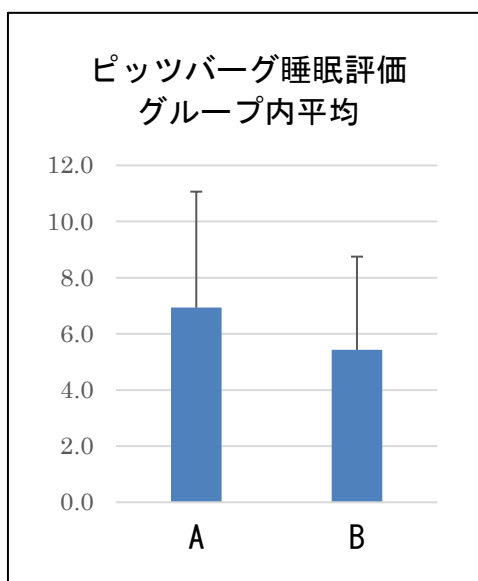


図 12 ピッツバーグ試験のベースラインの A, B 群得点

(平均値+SD、対応のない 2 集団 t-test 両側検定, A n=15、B n=14 p>0.05)

\*B グループの一名は前夜睡眠しておらず、事前に定めた実験プロトコルに合致しないため評価から排除した。

#### 14) OSA 睡眠調査票 MA 版 (OSA sleep inventory MA version) :

日々変動する睡眠感を統計的に尺度化した心理尺度。数値が高い方が睡眠がよい状態を示す。第 1 因子：起床時眠気 (sleepiness on rising), 第 2 因子：入眠と睡眠維持 (initiation and maintenance of sleep), 第 3 因子：夢み (frequent dreaming), 第 4 因子：疲労回復 (refreshing), 第 5 因子：睡眠時間 (sleep length) の 5 因子形 16 項目から構成されている。

実験前日の初期値と比較すると、A 群において森林散策後に起床時眠気が有意に低減した (\*\* p < 0.01)。森林と都市、前日と B 群都市の間に有意差は認めなかった。

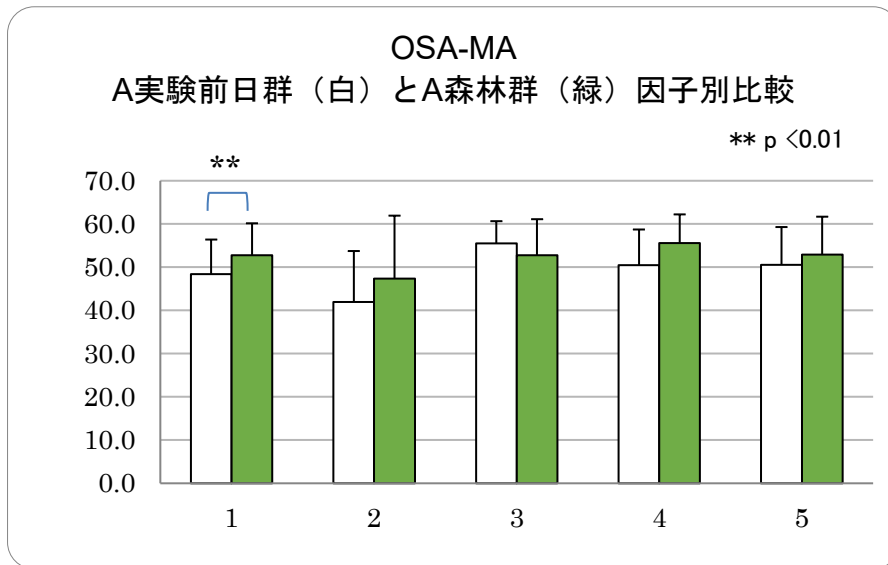


図 13 OSA 睡眠調査票の A,B 群得点  
(平均値+SD、対応のある 2 集団 t-test 両側検定、A n=15)

### 15) 自覚症状

I 群：ねむけとだるさ（活力の低下）、II 群：注意集中の困難（気力の低下）、III 群：身体違和感を評価する心理尺度。

散策前のベースラインにおいて、A と B 群の間に有意差がないことが確認された。

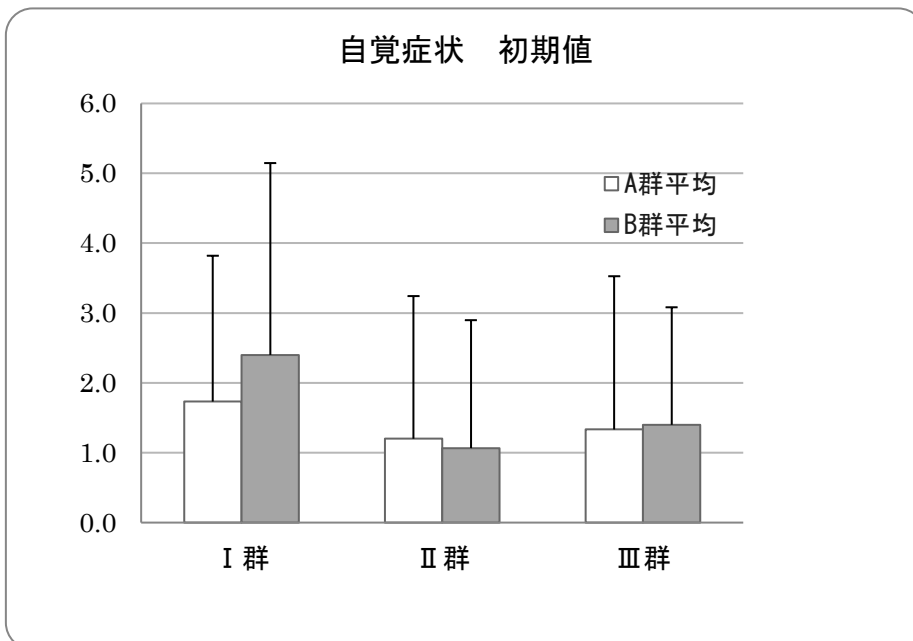


図 14 自覚症状初期値の A,B 群得点  
(平均値+SD、対応のない 2 集団 t-test 両側検定、A n=15、B n=15 p>0.05)

森林、都市比較において、森林散策の後の方が、Ⅰ群：有意にねむけとだるさ（活力の低下）が低減（\*\* p < 0.01）、Ⅱ群：注意集中の困難（気力の低下）が低減していた（\* p < 0.05）。

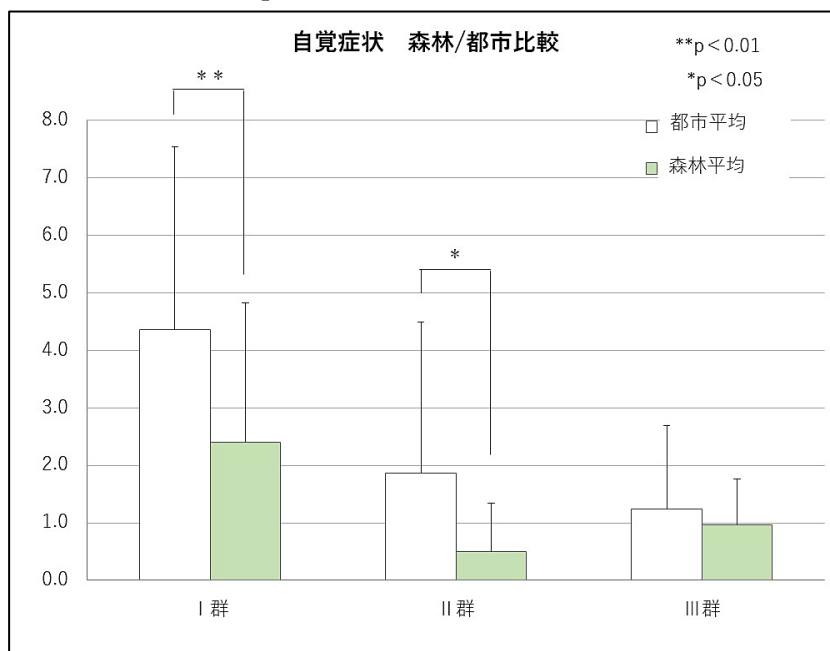


図 15 森林散策と都市散策後の自覚症状得点

（平均値+SD、対応のある 2 集団 t-test 両側検定，都市 n=30，森林 n=30）

## 16) POMS2 短縮版

7つの尺度とネガティブな気分状態を総合的に表す「TMD 得点」から、所定の時間枠における気分状態を評価する心理尺度。

都市よりも森林が有意に低下したのは、混乱－当惑（\*\* p < 0.01）、疲労－無気力（\*\* p < 0.01）、総合的な気分状態（＝総合的感情障害）（\*\* p < 0.01）。一方、活気－活力（\*\* p < 0.01）は有意に上昇した。



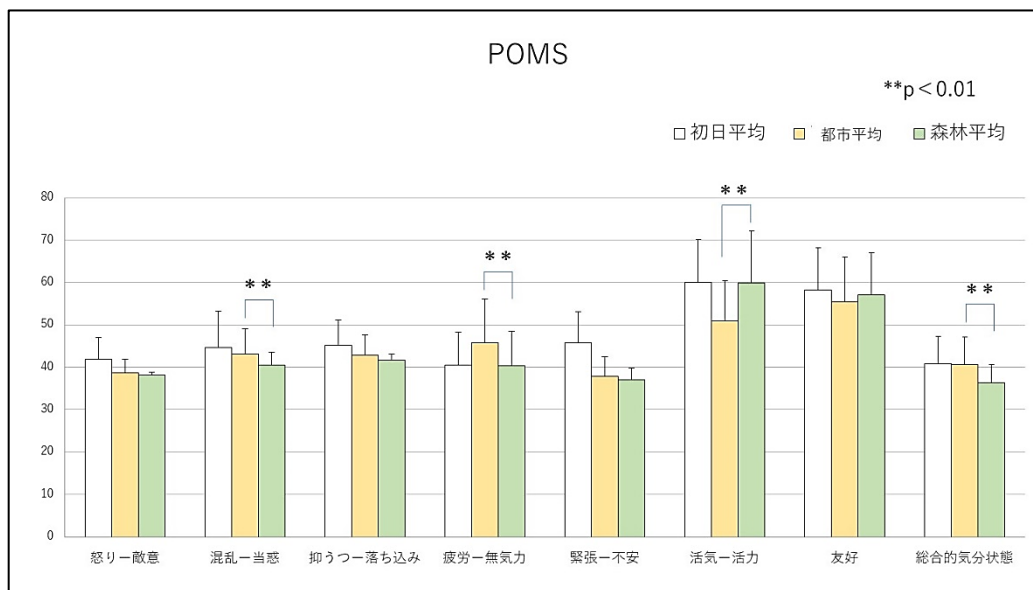


図 16 森林散策と都市散策後の POMS 得点

(平均値+SD、対応のある 2 集団 t-test 両側検定, 初期値 n=30, 都市 n=30, 森林 n=30)

### 17) クレペリンテスト

単純作業効率の変化を解析することで評価する心理検査。今回は、10 分間回答した結果を解析した。

作業量の初期値において、すでに A グループと B グループの間に有意差を認めた ( $p < 0.05$ )。そのため、平均作業量を A、B 間で比較することができなかった。

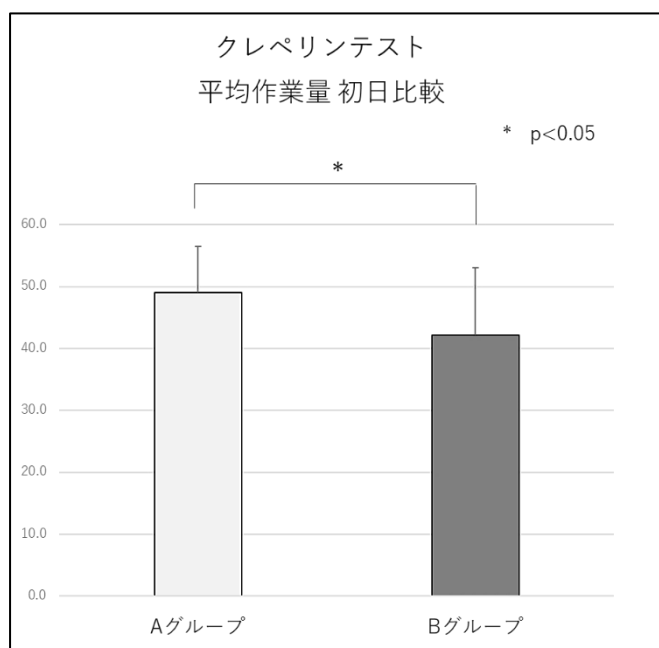


図 17 クレペリンテストの A, B 群平均作業量初期値  
(平均値+SD、対応のない2集団 t-test 両側検定, A n=15、B n=15)

#### 4. 結論

①森林散策によって、都市散策と比較して血中セロトニン値に有意差がなかった。前回の男性の場合は森林散策で有意に増加しており、男女差を認めた。

②血中 IGF-1(ソマトメジン C)濃度は、都市・森林散策後ともに有意に増加し、散策などの軽い運動要因を反映した可能性が考えられたが、森林散策後の方が上昇傾向を認めたことから抗うつ作用や認知予備力の向上に寄与する可能性が示唆された。

③ストレスホルモンとされる血中アドレナリン・ノルアドレナリン濃度は、都市・森林散策後ともに有意に減少したことから、散策などの軽い運動要因が反映されたと想定される。(※前回の男性実験では、血中ノルアドレナリン濃度に変化を認めなかった。)

④睡眠感の自覚症状では、A 群 (1 日目に森林散策を実施) において、森林散策翌朝に「起床時眠気」が有意に低減した。B 群が1日目に都市を散策しても変化が認められなかったことから、上記は森林散策後に有意な変化だと考えられる。(※前回の男性実験では、森林散策後に「起床時眠気」と「疲労回復」が有意に低減し、ほぼ同様の結果が得られた。)

⑤自覚症状は、森林散策後の方が、有意に「ねむけとだるさ (活力の低下)」、「注意集中の困難 (気力の低下)」が低減していた。

⑥POMS 検査では、森林散策後に「混乱—当惑」、「疲労—無気力」、「総合的気分状態」が低減し、「活気—活力」が上昇した。（\*前回の男性実験では森林散策後に「疲労」の低減と「活気」の上昇を認めており、ほぼ同様の結果が得られた。）

⑦以上より、中高年女性が森林散策を行った場合、都市散策と比較して生理学的有意差を認めなかったが、睡眠感、活力と気力、気分状態が有意に改善した。

## 5. 研究メンバー（敬称略）

### 研究代表者

NHO 東京医療センター 形成外科科長・医学博士 落合博子

### 共同研究者

日本衛生学会森林医学研究会代表世話人

国際自然・森林医学会 (INFOM) 副会長・事務局長

森林セラピーソサエティ理事

日本医科大学付属病院 リハビリテーション科 臨床教授・医学博士 李 卿

### 研究分担者

長野県立木曽病院 医師・名誉院長 久米田 茂喜

上松町役場 見浦 崇

国立研究開発法人 森林研究・整備機構 森林総合研究所室長 高山範理

麻布大学 非常勤講師 日本医大看護専門学校 非常勤講師 勝又聖夫

東京女子医科大学 国際環境・熱帯医学講座 助教 益田 岳

(株)森林・環境建築研究所所長 INFOM 理事 落合俊也