

— 埼玉県北本市 —

森林セラピー基地・セラピーロード認定に係る

生理・心理測定業務及び測定データの総合的分析結果のご報告

(実績報告書)

平成 31 年 3 月

特定非営利活動法人 森林セラピーソサエティ

はじめに

本実績報告書は、森林セラピー基地・セラピーロードとして申請されている埼玉県北本市北本自然観察公園における「森林セラピー基地・セラピーロード認定にかかる生理・心理測定業務及び測定データの総合的分析結果」について、埼玉県北本市から受託した業務の実績を契約に基づきとりまとめた実績報告書である。

本調査の目的は、森林セラピー基地・セラピーロードとして申請のあった遊歩道コース等における森林散策・森林浴前後の生理的・心理的データの測定を行うことにより、その結果に基づき、北本市のセラピーロード候補地における森林浴の効果を科学的に検証することである。

このため、森林セラピー基地・セラピーロードの候補対象地としての埼玉県北本市北本自然観察公園において、生理的・心理的データの測定を行い、森林散策・森林浴の効果を検証した。

生理的データは、指尖脈波を遠隔測定・記録できる最新の計測装置等を導入することにより収集することができた。

心理測定項目として質問紙法による気分プロフィール検査（POMS 2 短縮版）を用いた。

収集されたデータはそれぞれ単独の分析に加え、両データを複合解析するというこれまでに試みることの無かった斬新な方法を用いて解析を加えた。

その結果、埼玉県北本市北本自然観察公園における森林散策・森林浴の前後で明瞭な差が認められ、北本市のセラピーロード候補地における森林散策・森林浴が時間は短くても交感神経活動が抑制されること、気分面でもメンタルへ

ルスの改善につながることで、その双方が相互に影響しあっている可能性が認められることが科学的に検証できた。

今回のユニークなデータ測定及び分析を可能とした背景には、WIN フロンティア株式会社の本調査への積極的参加があった。WIN フロンティア株式会社は、指尖脈波をスマートフォンにより計測し、遠隔分析するという画期的なアイデアに基づき、スマートフォンアプリ『COCOLOLO』を開発されていたが、それを用いて、心拍変動性指標の解析をして頂けないかとの法人理事長からの打診に対して、快く応じて頂けた。そして新たな解析法の開発も加えた上で、現場での被検者説明、データ収集にも参加し、データ解析を行って頂いた。今回、短時間の計測で森林散策・森林浴前後の自律神経機能の比較による効果判定を可能とならしめたのは、ひとえに WIN フロンティア株式会社の発明によるものであることを記して感謝申し上げます。

本調査には、調査・実験に数多くのスタッフ、関係者の協力を仰いだ。特に、調査・実験の下準備に尽力して頂いた北本市の関係者の方々に厚く御礼申し上げます。また、調査・実験の被験者の皆様にも厚く御礼申し上げます。

本調査は、瀬上清貴及び李卿（日本医科大学）が監修、執筆に当たった。

平成 31 年 3 月

非営利活動法人森林セラピーソサエティ

理事長 医学博士 瀬上 清貴

目 次

- I. 基礎データ
- II. 生理学的データ測定
 - 1. 評価指標
 - 2. 測定方法と分析方法
 - 3. 測定結果
 - ① LF/HF
 - ② 心拍数
 - ③ 血圧
- III. 心理的データ測定
 - 1. 心理プロフィールの測定と分析
 - 2. 箱ひげ図による分析
 - 3. 森林散策・森林浴前後での変化
 - 4. POMS 短縮版を用いた他の研究との比較
 - 5. 肥満傾向の有無別の森林散策・森林浴前後での変化
- IV. 生理学的データと心理的データの複合分析
- V. 結論
 - (参考) その他の分析データ
 - (参考 2) 被検者の同意書書式

写真

I. 基礎データ

1. 対象地：埼玉県北本市北本自然観察公園、埼玉県自然学習センター
2. 被験者データ計測：2019年2月25日
(実験地下見：2018年4月24日および2018年11月18日)
3. 被検者：北本市の募集に応じた健康な男女ボランティア 25名 / 38.2 ± 30.8 歳 (平均値±標準偏差)。
4. 測定の流れ

森林部の歩行 30 分を行い、歩行前・歩行中・歩行後の各種測定を行った。

被験者は健康な男女 25 名 (38.2 ± 30.8 歳・非喫煙者) であり、最終分析有効被検者数は 22 名 (部分的有効値は 22 - 25 名) であった。実験当日の朝 10 時に埼玉県自然学習センターに集合し、説明書に基づき実験に関する十分な説明を受けた後、実験参加同意書に各人が署名した (拒否者なし)。

被験者は、各自所有のスマートフォンによる COCOLOLO アプリを用いた指尖脈波の測定による自律神経機能の分析を行うため、アプリのインストール、作動性の確認を行い、その後初回の測定を行った。

次いで、質問紙への記入、血圧測定を行った。

その上で、約 1 分間の間隔をおいて待機場所から出て、北本自然観察公園内に設けた森林散策コースを前方の被験者を追い越さないようにという指示の下に、ゆっくり歩調により散策歩行を行った。歩行は中間地点まで約 10 分間行い、そこに設けられたテント内でスマートフォンアプリによる指尖脈波の測定を行った。その後さらに 15 分間の歩行を行いテント地点で 3 回目の指尖脈波の測定を行った。そして、5 分間の

歩行の後、待機場所の埼玉県自然学習センターへ戻り、第2回目の血圧測定を行った後、第2回目の POMS2 短縮版への記入、第4回目の指尖脈波測定を行い、すべての検査測定を終えた。

測定の流れを図示する。



II. 生理学的データ測定

1. 評価指標

生理的データは、指尖脈波による心拍数及び心拍変動の1分間測定値、そして血圧計による収縮期血圧及び拡張期血圧の測定値から得ることとした。その測定値の解析により自律神経系の機能を評価できる心拍変動 (HRV)、交感神経の活動を反映する低周波成分積算パワー (LF)、副交感神経 (心臓迷走神経) の活動を反映する高周波成分パワー (HF)、そして LF/HF を効果の評価指標として用いることとした。

この心拍変動にあらわれる周期的な変化には、様々な生体のフィードバックのメカニズムが関係している。自律神経系の機能とのかかわりで重要なものは、呼吸と同じ周期をもつゆらぎと、血圧の変動と同じ周期をもつゆらぎの2種類が、心拍間隔の「正常な」ゆらぎとして観察できる。これをパワースペクトラム分析法により成分分析を行うものである。

2. 測定方法と分析方法

① 心拍数及び心拍変動

スマートフォンアプリ COCOLOLO は、スマートフォンのカメラ部分を任意の側の人差し指で軽く押さえることにより、透過光を利用した指尖部の小動脈の拍動を約1分間撮像し、その動画を WIN フロンティア株式会社のサーバーに送信する。その撮像データに基づき、WIN フロンティア株式会社の開発した一連のソフトにより、心拍数、心拍変動性 (HRV)、心拍変動の時系列データからパワースペクトラム分析法を用いて、高周波 (0.15~0.40Hz) 成分の積算パワー (HF) 及び低周波 (0.05~0.15Hz) 成分の積算パワー (LF) を計算し、交感神経活動と副交感神

経活動のバランスを反映する LF/HF を得る。

データは、使用法の説明後、中間地点、森林散策終了地点、終了後血圧測定後の 4 回の測定で得られた。

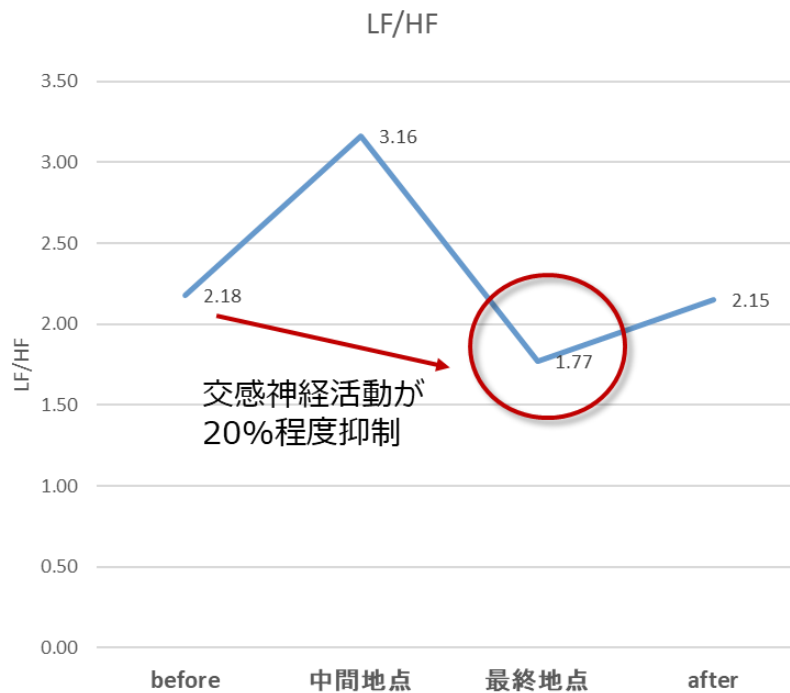
② 血圧

質問紙への記入の後、待機場所を出立する順番が来るまでの間に、出発順位に従って、第 1 回目の血圧測定を行った。また、森林散策終了後待機場所に戻ってきた順に第 2 回目の血圧測定を行った。

収縮期血圧、ならびに拡張期血圧はオシロメトリック方式によるデジタル血圧計（タニタ、BP-210）を用い、被検者自ら左前腕にて測定し、用手的に記録した。その結果は医師がその場で面接して確認した。

3. 測定結果

① LF/HF



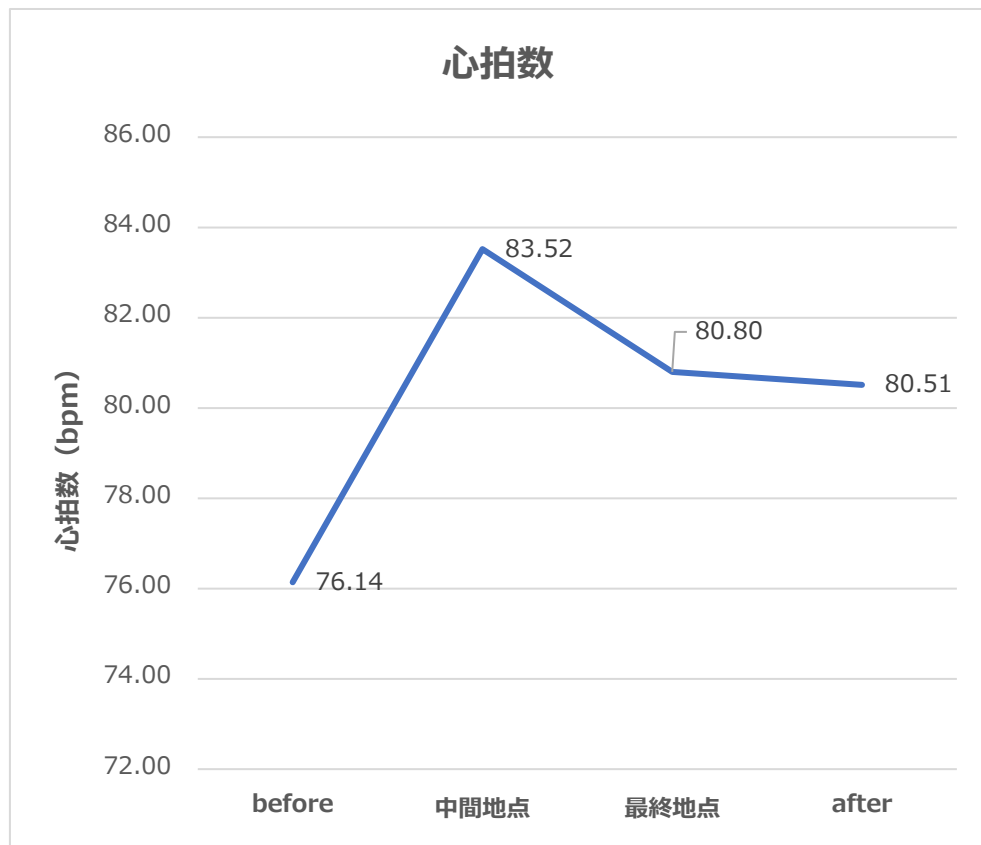
森林散策・森林浴第 3 地点において、スタート前、中間地点に比

べ LF/HF が低下した。スタート前とは 20%程度の抑制となった。自律神経の交感神経活動が抑制されリラックスする傾向がみられた。

84% (21 名/25 名) の被験者で、森林散策前より最中や後の方が交感神経活動が抑制されリラックスする傾向がみられた。

② 心拍数

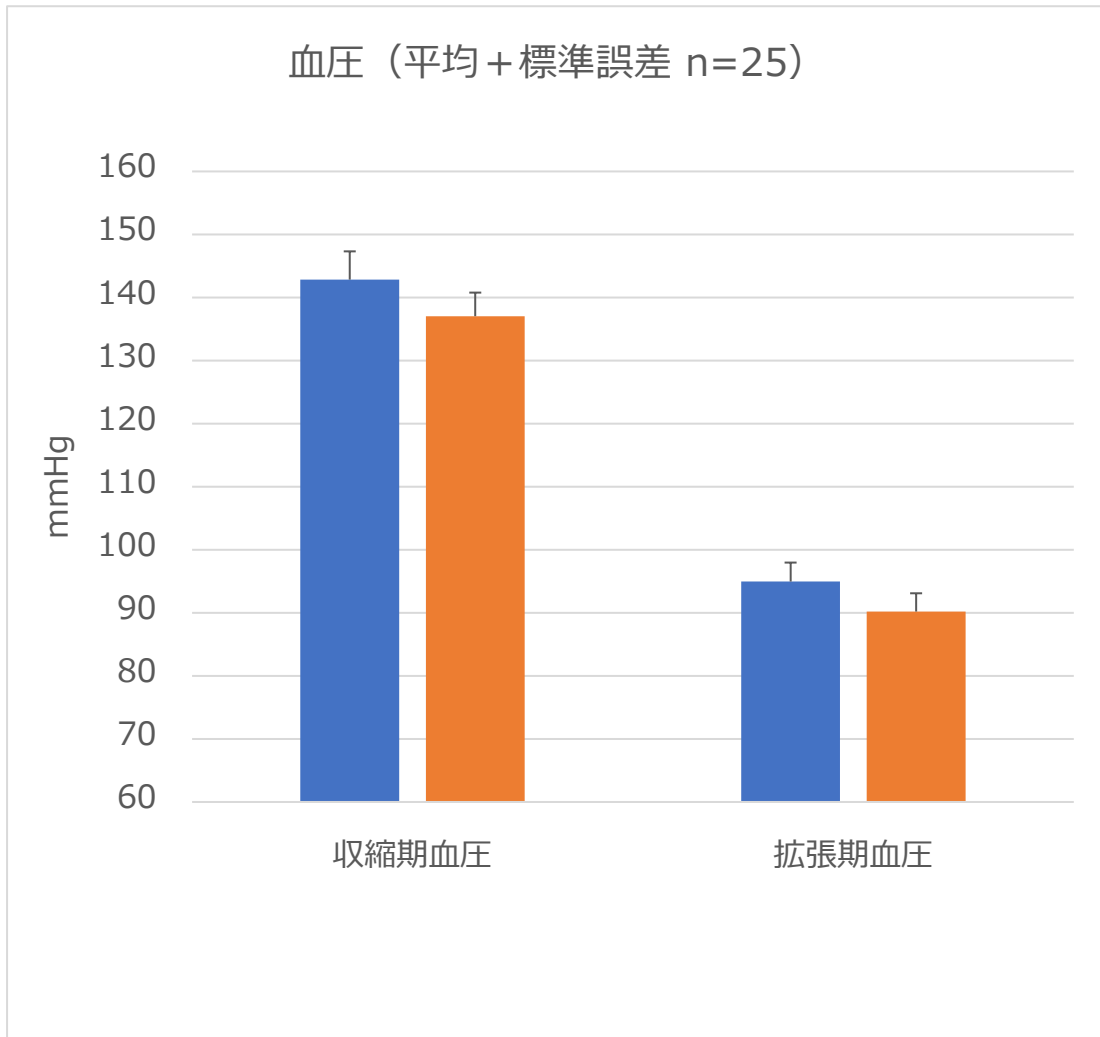
心拍数は、before (森林散策前) に比べて、最中及び after (森林散策後) の方が高く、活動量上がる傾向がみられた。



森林散策を開始し、上がった活動量により心拍数が上昇した中間地点に比べ最終地点で低下しているのは、その間の活動量が小さくなり身体負荷が低減していることを示す。ゆっくり歩調が守られたと考えられる。

③ 血圧

森林散策・森林浴前後における血圧値は収縮期血圧、拡張期血圧ともに低下傾向を示したが、有意差はなかった。



III. 心理的データ測定

1. 心理プロフィールの測定と分析

POMS2 短縮版による質問紙には、35 問が用意されている。その設問の聞き方、内容は様々な先行検査や分析により標準化されており、各設問は 7 種類の下位気分尺度に分類され、それぞれの z 得点が付されている。また、その内 6 種類を用いて総合的気分状態得点も算出されている。

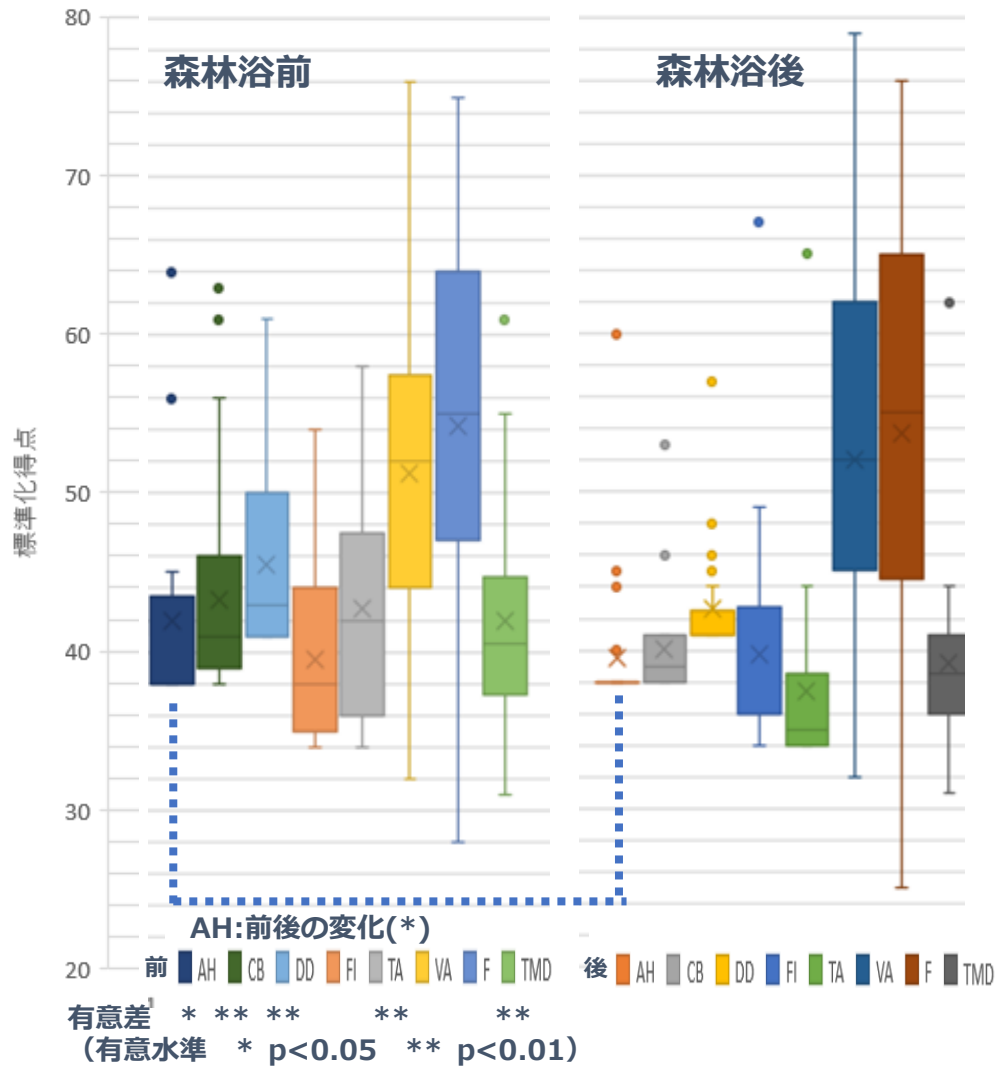
気分の下位尺度	高得点者に共通する特徴
AH: 怒り－敵意 Anger-Hostility	いらいらしやすい、不機嫌になりやすい、他者に反感を抱きやすい、あるいは怒りをあらわにする
CB* 混乱－当惑 Confusion-Bewilderment	混乱する、考えがまとまらない
DD: 抑うつ－落込み Depression-Dejection	自分は価値のない人間であると感じる、ものごとに対処できない、孤独を感じる、悲しい、罪悪感
FI: 疲労－無気力 Fatigue-Inertia	疲れきって元気がない、活力が低いと感じる
TA: 緊張－不安 Tension-Anxiety	身体的な緊張（例：気が立っている）、不安な動作（例：震え）
VA: 活気－活力 Vigor-Activity	活力があり、ポジティブな感情を感じる
F: 友好 Friendliness	他者に対して標準よりもポジティブな感情を感じる
TMD 得点: 総合的気分状態得点	現在、情動機能に関する問題を抱えている。ネガティブな気分状態を総合的に表す

POMS 2 で高得点を示す成人あるいは青少年に共通する特徴

$$\text{TMD 得点} = \left[\text{AH} + \text{CB} + \text{DD} + \text{FI} + \text{TA} \right] - \text{VA}$$

TMD 得点算出式

2. 箱ひげ図による分析



(前後の比較で有意差の見られる下位尺度には、事前の凡例側に優位水準を図示した。)

気分の下位尺度 7 種類及び総合的気分状態得点 (TMD 得点) の 4 分位統計量及び外れ値を箱ひげ図法により図示した。それぞれの下位尺度別にその分布のまとまり具合が分かる。まとまりのあるものほど、その比較の際に有意差が出やすい。

3. 森林散策・森林浴前後での変化

この気分の下位尺度が、森林散策・森林浴前後でどのように変化を示したかを分析した。

事前事後の POMS2 の T 得点を比較したところ、AH（怒り—敵意）、CB（混乱—当惑）、DD（抑うつ—落ち込み）、TA（緊張—不安）、TMD（総合的気分状態）において事前よりも事後のほうが得点は低くなり、その有意な差が認められた。

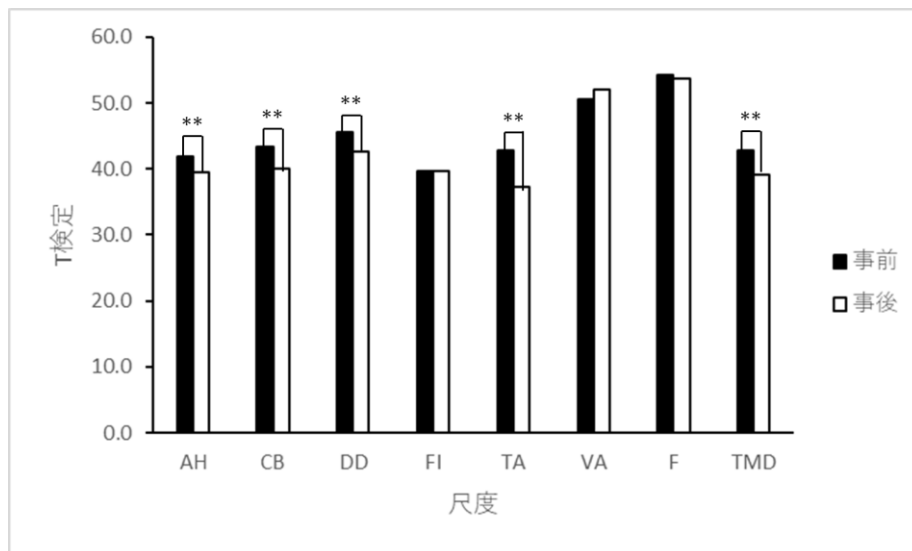


図 事前事後の POMS2 T 得点の変化 (事前事後の得点差)

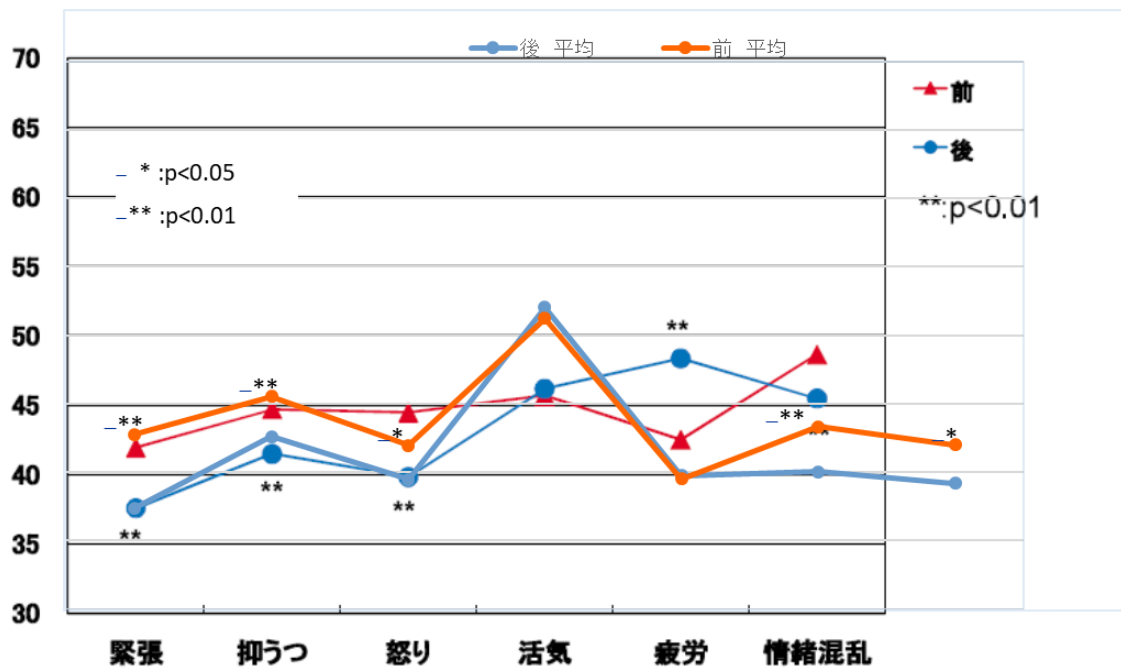
	AH 怒り—敵意	CB 混乱—当惑	DD 抑鬱—落ち込	FI 疲労—無気力	TA 緊張—不安	VA 活気—活力	F 友好	TMD 総合得点
差の平均値	* 2.43	** 3.26	** 3.04	0.39	** 5.26	-1.48	1.00	** 3.39
標本誤差	4.17	4.49	4.28	6.27	5.90	5.53	6.36	4.93
分散	17.35	20.20	18.32	39.34	34.84	30.62	40.45	24.34
n	23	23	23	23	23	23	23	23
confident,95 Student	1.80	1.94	1.85	2.71	2.55	2.39	2.75	2.13
confident,99 Student	2.45	2.64	2.52	3.69	3.47	3.25	3.74	2.90

表 事前事後の T 得点の差の分析(POMS2) (有意差 *: p<0.05, **: p<0.01)

この結果は、北本自然観察公園で行われた 20～30 分という短時間の森林散策・森林浴にも係わらず、ネガティブな気分状態（TMD 得点）を改善し、特に下記プロフィールの AH(怒り－敵意)、CB(混乱－当惑)、DD(抑うつ－落ち込み)、TA(緊張－不安)については、有意に気分を改善させたことが示された。疲労感や活気に差がないのは、ゆっくりペースで歩かせたこと、距離が短いこと等で説明ができる。

注：(なお、AH 尺度に関して、上のグラフでは 1%水準での有意差を示したのに対し、下の表中では 5%水準の有意差に落ちていることについては、有意水準の算定法の違いによるもので、その差も僅差による違いであることを付記して、注釈としたい。)

4. POMS 短縮版を用いた他の研究との比較



西村(2010)の POMS 結果（事前：赤△、事後：青○）に今回の我々の POMS2 結果（事前：橙小○、事後：薄青小○）を重ね合わせたもの。POMS2 になって、下位尺度 F（友好）が加わっているため、F は除いた。また TMD を加えた。下位尺度の並び順は、西村論文に合わせた。

(西村千尋 (2010) : 「しまウォーク」の心理的効果 ; 図 6 鹿児島県・与論島における「しまウォーク」の

効果（尺度別）（長崎県立大学経済学部論集 43(4). pp.261-267）より引用）

西村(2010)は 41 名（男性 17 名、女性 24 名、年齢：15.7±14.3 歳）を対象に与論島一周 21Km の歩行の前後における POMS 気分プロフィールの解析を行っている。結果について、「「疲労」FI ($p<0.01$) が有意に上昇し、「緊張」TA、「抑うつ」DD、「怒り」AH および「情緒混乱」CB が有意に低下した(いずれも $p<0.01$)」と記述されている。今回の測定対象は歩行距離が 1 Km 程度と短距離であるが、「活気」VA と「疲労」FI を除きよく似た傾向を示していることが注目される。歩行距離・時間による違いが示されているのではないかと考えられる。

5. 肥満傾向の有無別の森林散策・森林浴前後での変化

BMI 高群のみの、事前事後の POMS2 の T 得点を比較したところ、CB（混乱—当惑）、TA（緊張—不安）において有意な差が認められた。両尺度において事前よりも事後のほうが得点は低くなった。なお DD（抑うつ—落ち込み）、TA（緊張—不安）、TMD（総合的気分状態）については有意傾向の差が認められた。

一方、BMI 低群のみの、事前事後の POMS2 の T 得点を比較したところ、AH（怒り—敵意）、CB（混乱—当惑）、DD（抑うつ—落ち込み）、TA（緊張—不安）、TMD（総合的気分状態）において有意な差が認められた。すべてにおいて事前よりも事後のほうが得点は低くなった。

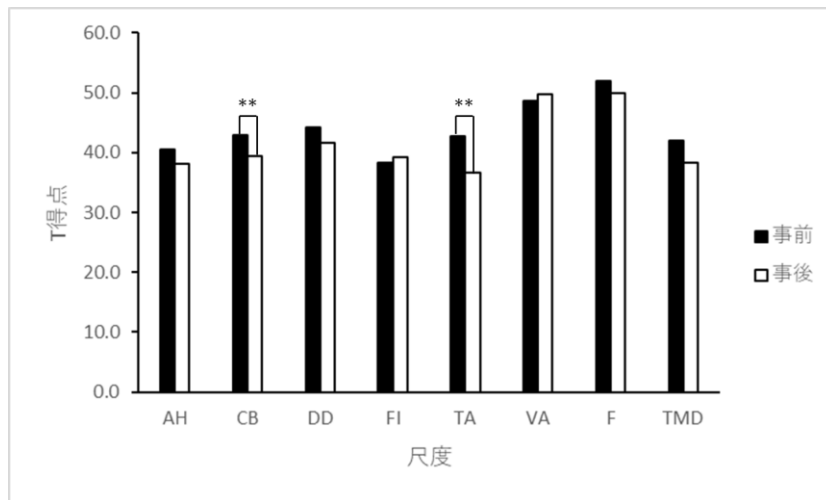


図 事前事後の POMS2 T 得点の変化 (BMI 高群のみ)

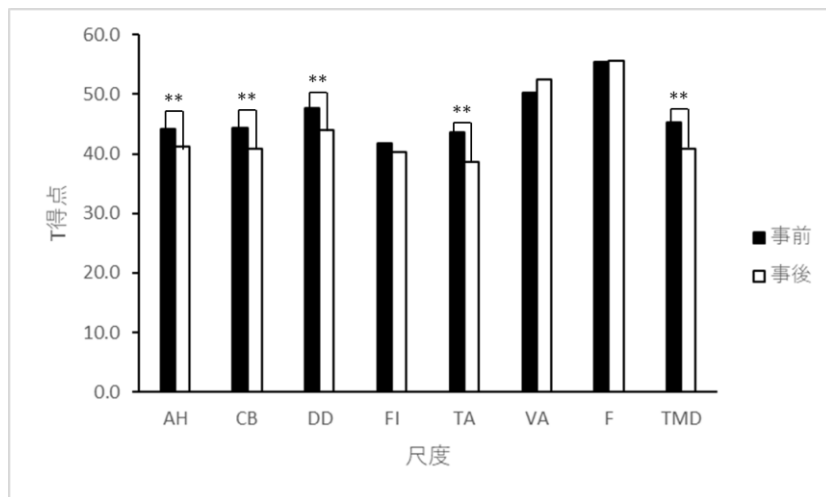


図 事前事後の POMS2 T 得点の変化 (BMI 低群のみ)

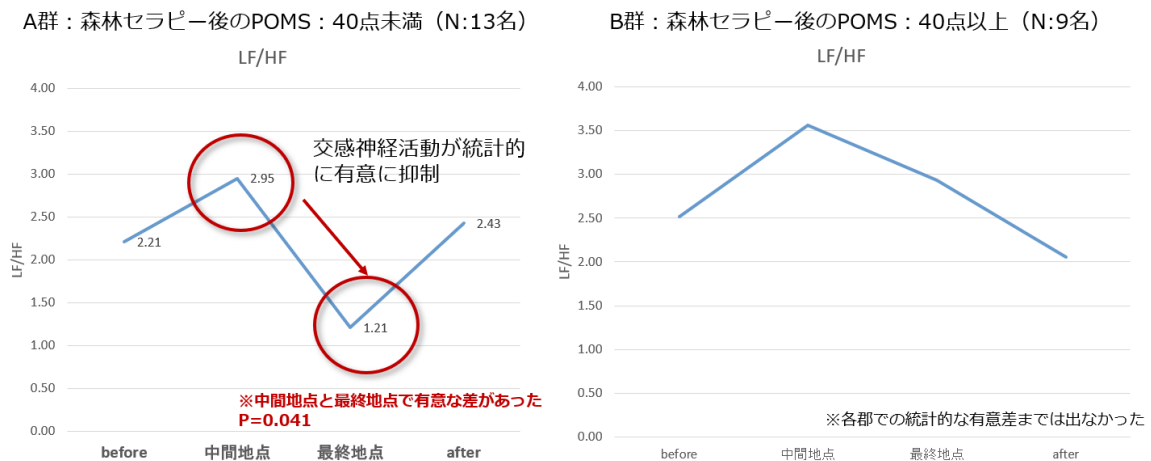
IV. 生理学的データと心理的データの複合分析

25名の被験者のうち、森林散策・森林浴後の POMS2 の TMD 得点が計算できた有効回答者 22 名を 40 点未満 (A 群 : 9 名) と、40 点以上 (B 群 : 13 名) の 2 群に分け、LF/HF を比較した。森林散策前の TMD 得点の平均値が 42.0 点、事後の平均値は 38.2 であったことによる。

A 群では、LF/HF が事後有意 ($p < 0.05$) に低下を示した。終了後には事前

のレベルまで戻した。B群も低下を示し、終了後にもその低下は続いていたが、有意とは言えなかった。

TMD 得点の高い B 群は A 群に比べ、ネガティブな気分状態にあるとされている。よって、結果が示しているのは、よりポジティブな気分状態にある被検者の方が、中間地点から第 3 地点に移動した直後、交感神経活動が抑制される傾向にあることが示された。つまり森林散策の最中に、交感神経活動の抑制現象が起きていることが検証されたのである。



V. 結論

埼玉県北本市北本自然観察公園における森林散策・森林浴の前後で明瞭な差が認められ、北本市のセラピーロード候補地における森林散策・森林浴が時間短くても交感神経活動が抑制されること、気分面でもメンタルヘルスの改善につながることで、その双方が相互に影響しあっている可能性が認められることが科学的に検証できた。具体的には POMS2 による気分プロフィール検査データ、指尖脈派から検出された心拍変動データによるパワースペクトラム分析データを総合的に解析した結果である。

(参考) その他の分析データ

表 1 III3 の統計量

	事前		事後		t 値	自由度	有意確率
	平均値	(標準偏差 / 標準誤差)	平均値	(標準偏差 / 標準誤差)			
AH	41.958	(6.9563 / 1.4199)	39.542	(4.7363 / 0.9668)	-2.906	23	0.008 **
CB	43.320	(7.1106 / 1.4221)	40.040	(3.4938 / 0.6988)	-3.710	24	0.001 **
DD	45.520	(5.8247 / 1.1649)	42.600	(3.6286 / 0.7257)	-3.524	24	0.002 **
FI	39.750	(5.4713 / 1.1168)	39.750	(7.0910 / 1.4474)	0.000	23	1.000
TA	42.760	(7.2243 / 1.4449)	37.360	(6.3501 / 1.2700)	-4.889	24	0.000 **
VA	50.565	(11.7428 / 2.4485)	52.043	(13.9299 / 2.9046)	1.099	22	0.284
F	54.280	(11.4838 / 2.2968)	53.680	(14.2645 / 2.8529)	-0.433	24	0.669
TMD	42.810	(7.1946 / 1.5700)	39.095	(6.2041 / 1.3538)	-3.370	20	0.003 **

表 2 III3 (男性) の統計量

	事前		事後		t 値	自由度	有意確率
	平均値	(標準偏差 / 標準誤差)	平均値	(標準偏差 / 標準誤差)			
AH	41.615	(6.6776 / 1.8520)	38.692	(1.9742 / 0.5475)	-2.032	12	0.065 +
CB	44.154	(7.4816 / 2.0750)	40.538	(2.5695 / 0.7127)	-2.497	12	0.028 **
DD	46.538	(5.8111 / 1.6117)	42.538	(2.5369 / 0.7036)	-2.904	12	0.013 **
FI	40.615	(4.6822 / 1.2986)	38.769	(4.1864 / 1.1611)	-1.159	12	0.269
TA	43.000	(7.4833 / 2.0755)	36.154	(3.3874 / 0.9395)	-4.709	12	0.001 **
VA	50.417	(14.4062 / 4.1587)	51.250	(17.0940 / 4.9346)	0.421	11	0.682
F	55.308	(13.3815 / 3.7114)	53.923	(16.6756 / 4.6250)	-0.661	12	0.521
TMD	43.083	(7.0641 / 2.0392)	38.583	(4.1878 / 1.2089)	-2.595	11	0.025 **

表 3 III3 (女性) の統計量

	事前		事後		t 値	自由度	有意確率
	平均値	(標準偏差 / 標準誤差)	平均値	(標準偏差 / 標準誤差)			
AH	42.364	(7.5799 / 2.2854)	40.545	(6.6987 / 2.0197)	-2.654	10	0.024 **
CB	42.417	(6.8948 / 1.9903)	39.500	(4.3380 / 1.2523)	-2.843	11	0.016 **
DD	44.417	(5.8846 / 1.6987)	42.667	(4.6580 / 1.3446)	-2.190	11	0.051 +
FI	38.727	(6.3575 / 1.9169)	40.909	(9.5860 / 2.8903)	1.104	10	0.295
TA	42.500	(7.2551 / 2.0944)	38.667	(8.4781 / 2.4474)	-2.369	11	0.037 **
VA	50.727	(8.6613 / 2.6115)	52.909	(10.1927 / 3.0732)	1.162	10	0.272
F	53.167	(9.4756 / 2.7354)	53.417	(11.8510 / 3.4211)	0.136	11	0.895
TMD	42.444	(7.7800 / 2.5933)	39.778	(8.4377 / 2.8126)	-2.309	8	0.050 **

表 4 III5 (BMI 高群) の統計量

	事前			事後			t 値	自由度	有意確率
	平均値	(標準偏差 / 標準誤差)		平均値	(標準偏差 / 標準誤差)				
AH	40.545	(5.5202 / 1.6644)		38.182	(0.6030 / 0.1818)		-1.579	10	0.145
CB	42.917	(7.1154 / 2.0540)		39.500	(2.3160 / 0.6686)		-2.233	11	0.047 **
DD	44.167	(4.9513 / 1.4293)		41.667	(1.6143 / 0.4660)		-2.036	11	0.067 +
FI	38.333	(3.5760 / 1.0323)		39.250	(4.5151 / 1.3034)		0.544	11	0.597
TA	42.750	(6.9167 / 1.9967)		36.667	(2.7080 / 0.7817)		-4.448	11	0.001 **
VA	48.727	(12.7913 / 3.8567)		49.727	(13.6901 / 4.1277)		0.469	10	0.649
F	51.917	(12.7169 / 3.6711)		50.000	(15.5388 / 4.4857)		-1.211	11	0.251
TMD	42.000	(6.5828 / 2.0817)		38.300	(3.4010 / 1.0755)		-2.075	9	0.068 +

表 5 III5 (BMI 低群) の統計量

	事前			事後			t 値	自由度	有意確率
	平均値	(標準偏差 / 標準誤差)		平均値	(標準偏差 / 標準誤差)				
AH	44.091	(8.3959 / 2.5315)		41.182	(6.7649 / 2.0397)		-2.775	10	0.020 **
CB	44.364	(7.8648 / 2.3713)		40.909	(4.6574 / 1.4042)		-2.971	10	0.014 **
DD	47.636	(6.6824 / 2.0148)		43.909	(5.0290 / 1.5163)		-2.805	10	0.019 **
FI	41.800	(7.2694 / 2.2988)		40.200	(9.9197 / 3.1369)		-0.709	9	0.496
TA	43.636	(8.0034 / 2.4131)		38.636	(9.2008 / 2.7741)		-2.483	10	0.032 **
VA	50.200	(10.1631 / 3.2139)		52.400	(14.3465 / 4.5368)		1.052	9	0.320
F	55.455	(10.8477 / 3.2707)		55.636	(12.9172 / 3.8947)		0.071	10	0.945
TMD	45.222	(7.7100 / 2.5700)		40.889	(8.5065 / 2.8355)		-2.562	8	0.034 **

(参考2) 被検者の同意書書式

同意書

特定非営利活動法人 森林セラピーソサエティ
理事長 瀬上 清貴 殿

私は『森林セラピー実験』について、『森林セラピー実験』に関する説明文書に示された(1)研究の概要および目的、(2)実験方法、(3)予想される効果、(4)予想される危険性等、(5)プライバシーの保護と同意の撤回に関する説明を文書および口頭にて受け、内容について十分に理解し、森林セラピー実験への参加を了承しました。

この書面をもって、私がこの研究に参加することを自由意志で決定したことを示すものとします。

同意者署名欄

平成 年 月 日

住所：〒

氏名：

(以上)

写真



COCOLOLO 測定（出発前） 自然学習センターにて



血圧測定及び測定後の医師面接 自然学習センターにて



COCOLOLO 測定（中間） 中間測定地点にて