

原著論文

森林浴効果の生理学的研究

—— 川場村における癒しと健康効果の検討 ——

近藤 照彦¹⁾・武田 淳史¹⁾・武田 信彬²⁾・下村洋之助³⁾
 谷田貝光克⁴⁾・小林 功¹⁾・関 耕二⁵⁾・福村幸仁⁵⁾
 村上正巳⁵⁾・山口貴史⁶⁾・富岡 淳⁶⁾

A Physiological Research on *Shinrin-yoku*

—— Analysis of Its Mind-healing and Health Keeping Effect
 in the Kawaba Forest Walking ——

Teruhiko KONDO PhD¹⁾, Atsushi TAKEDA MD PhD¹⁾, Nobuakira TAKEDA MD PhD²⁾, Younosuke SHIMOMURA MD PhD³⁾
 Mitsuyoshi YATAGAI PhD⁴⁾, Isao KOBAYASHI MD PhD¹⁾, Koji SEKI PhD⁵⁾, Koji FUKUMURA⁵⁾,
 Masami MURAKAMI MD PhD⁵⁾, Takashi YAMAGUCHI⁶⁾ and Atsushi TOMIOKA⁶⁾

要 旨

我々は、川場村において「癒しと健康をもたらす」とされる、森林浴の生理学的効果を検討した。被験者は、川場村在住の19名の高齢者（男性11名、女性8名）、年齢は平均74歳（男性74±3.5歳、女性74.9±2.9歳）。8月17日の1時間森林集団散策時の天候は曇り、気温30°Cから32°C、湿度58%から60%、風速0 m/secから2 m/sec、コントロールは、同じメンバーによる8月21日の田園地域1時間の集団散策とし、非森林浴時の天候は、森林浴時とほぼ同様であった。

森林揮発性物質（フィトンチッド）、気分プロフィール（POMS）、血圧、脈拍数、空腹時の血清からNK活性細胞、カテコールアミン（アドレナリン、ノルアドレナリン、ドパミン）、コルチゾール、アディポネクチンを森林浴・非森林浴前後に測定した。

川場村における森林浴調査地から森林揮発性物質が検出され、全員で、森林浴前後においてPOMSの総得点、血圧、コルチゾールおよびアドレナリンが有意に低下した。

被験者中の3例に森林浴でNK細胞活性の増加を認め、女性1例のみ森林浴および非森林浴の両方でNK細胞活性の増加を認めた。

川場村における森林浴研究結果から、POMS、カテコールアミンおよびコルチゾールの血中濃度低下は、森林浴が癒しと健康をもたらす効果をもつ可能性を示唆する所見と考えられた。

キーワード：癒し、健康、森林浴、川場村

はじめに

近年、肥満を代表とするメタボリックシンドローム

の予防¹⁾、高齢糖尿病患者^{2) 3)}、慢性疲労患者⁴⁾、アレルギー疾患⁵⁾ および呼吸器疾患患者⁶⁾を対象とした森林の有する保健休養機能に対する関心が高まっている。

1) 群馬バース大学保健科学部 2) 東京慈恵会医科大学総合診療部 3) 群馬県立県民健康科学大学 4) 秋田県立大学木材高度加工研究所
 5) 群馬大学大学院医学系研究科病態検査医学 6) 群馬県衛生環境研究所

森林浴は、1982年林野庁によって提唱された本邦独自の活動である。美しい森林風景を眺めながらすがすがしい空気の中で活動するのが森林浴であり、その代表的な効果として心身をリラックスさせる癒しの効果⁷⁾⁸⁾があると考えられている。

最近行われた医学的実験においても、血圧を下げる効果⁹⁾やストレスホルモンの分泌を抑制する効果¹⁰⁾が認められるなどが次第に明らかになりつつあるが、限られたデータや知見しか得られていないのが現状である。このような状況の中で、一部の医療、福祉施設などにおいては、森林を活用した生活習慣病の予防など健康増進のための取り組みが見られるようになっていく。今後、森林のもつ癒しと健康の効果を活用した健康づくりのための森林空間の利用を推進していくことが期待されている。

今回、癒しと健康をもたらす森林浴の生理学的効果を検討するため、群馬県利根郡川場村における森林および非森林環境下において森林揮発性物質¹¹⁾（以下、フィトンチッド）の濃度、心理系検査、自律神経系検査および免疫、内分泌系検査値に与える影響について検討した。

対象と方法

対象は、利根郡川場村在住の老人会ボランティアの男女19名である。男性は、11名で年齢は、74.0±3.5歳、女性は8名で年齢は、74.9±2.9歳であった。

調査地は、群馬県内で行われた下村らの研究¹²⁾¹³⁾にしたがい、森林環境の良い群馬県利根郡内の川場村を選定した。事前に川場村の森林環境に精通している職員と検討、現地調査を行い、森林浴は、川場村内の虚空蔵様の裏山地域と決定した。同様に非森林浴には、森林浴環境の影響を受けない条件で検討し、川場村内の田園地帯の農道を選定した。

森林浴散策（以下、森林浴）は、平成18年8月17日、および非森林浴散策（以下、非森林浴）は、同年8月21日とし、散策時間帯は、両者とも11時20分から12時20分までの1時間の集団散策とした。

8月17日における森林浴調査は、天候曇り、気温30°C～32°C、湿度58%～60%、風速0 m/sec～2 m/secの条件下であった。

8月21日における非森林浴調査は、天候曇り、気温30°C～32°C、湿度58%～60%、風速2 m/sec～4 m/secの条件であり、森林浴条件と比して風速のみ異なるも

の、ほぼ同一条件下で行われた。

本研究は、群馬パース大学の研究倫理委員会の審査を受け、承認された。森林浴および非森林浴において調査前には、被験者全員を川場村内、立岩集会場集會室に集め、本研究の目的および方法を説明し、研究参加の承諾書を取り交わし、すべての被験者からインフォームド・コンセントの手続きを完了した。

研究参加の承諾を得られた被験者順に、心理的検査として感情状態尺度（Profile of Mood States; POMS¹⁴⁾）を回答させた。その後、被験者は30分間の安静後、自動血圧計を用いた血圧および脈拍数の測定を行い、共同研究者の医師および看護師による採血を行った。採血後得られた血液は、ただちに遠心分離後、血清を凍結保存した。自律神経系、免疫および内分泌系指標として血清検体よりカテコールアミン3分画、コルチゾール、NK細胞活性およびアディポネクチンを検出した。なお、8月17日における森林浴ならびに8月21日における非森林浴ともに歩行移動に伴う運動の影響を受けないよう被験者は、採血終了後、直ちにバスで虚空蔵様の裏山森林浴調査地へ移動し、1時間の集団散策を行った。終了後、バスにて立岩集会場へ戻り、集會室内30分間の安静後、POMS検査、血圧、脈拍数および採血を行った。

森林浴および非森林浴の両日における大気中のフィトンチッド濃度の測定および空気汚染化学物質の測定は、験者それぞれ2名の衣服に吸引測定器を装着させ、大気中サンプルを採取し、ガスクロマトグラフ質量分析法によってそれぞれの濃度を分析した。

解析は、男女それぞれに分けて、森林浴および非森林浴での結果を平均値±標準偏差で表し、比較検討した。今回の統計解析は、森林浴ならびに非森林浴ともに同一被験者が参加しているため、対応のあるt検定（paired-t-test）で行い、 $p < 0.05$ をもって統計的に有意とした。

結 果

1) フィトンチッドおよび空気汚染化学物質の検査結果

表1は、調査研究に初日の8月17日の森林浴が行われた川場村の虚空蔵様、裏山地域におけるフィトンチッド濃度を示したものである。すなわち、ヘキセン-1, 0.3ppb、 α ピネン0.1ppbおよびリモネン0.4ppb濃度のフィトンチッドが検出された。一方、非森林浴

の行われた川場村内の田園地帯の農道においても森林浴の行われた虚空蔵様、裏山地域と同様、ヘキセン-1, 0.2ppb、 α ピネン0.3ppbおよびリモネン0.3ppb濃度のフィトンチッドが検出された。

なお、8月17日ならびに8月21日の両日ともに空気中汚染化学物質であるクロロホルムなどの有機塩素系化合物は、すべて検出されなかった。以上の結果は、表2に示す。

2) 心理検査結果

図1は、男女別のPOMSの総得点を比較した結果である。森林浴前後における気分の状態を比較したところ、男女ともに森林浴前後におけるPOMSの総得

表1 フィトンチッド測定結果 (単位: ppb)

日時	8月17日 森林浴	8月21日 非森林浴
ヘキセナール	ND	ND
ヘキセン-1油	0.3	0.2
α ピネン	0.3	0.1
β ピネン	ND	ND
ミルセン	ND	ND
α テルペン	ND	ND
リモネン	0.4	0.2
γ テルペン	ND	ND
テルピノーレン	ND	ND
リナロール	ND	ND
ミトラール	ND	ND

ND: 無検出

表2 空気汚染化学物質測定結果

(単位: $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

サンプリング日時		8月17日 森林浴	8月21日 非森林浴	
脂肪族系化合物	ヘキサン	19.2	20.9	
	2,4-ジメチルペンタン	ND	ND	
	2,2,4-トリメチルペンタン	ND	ND	
	ペプタン	ND	ND	
	オクタン	ND	ND	
	ノナン	5.8	ND	
	デカン	6.8	4.2	
	ウンデカン	7.3	2.8	
	ドデカン	6.9	ND	
	トリデカン	11.3	ND	
	テトラデカン	14.3	ND	
	ペンタデカン	ND	ND	
	ヘキサデカン	ND	ND	
芳香族系化合物	ベンゼン	4.3	5.5	
	トルエン	22.8	12.8	
	エチルベンゼン	4.9	3.4	
	m,p-キシレン	11.4	7.6	
	o-キシレン	3.6	ND	
	スチレン	ND	ND	
	1,3,5-トリメチルベンゼン	1.8	1.2	
	1,2,4-トリメチルベンゼン	4.1	2.3	
	1,2,3-トリメチルベンゼン	ND	ND	
	1,2,4,5-テトラメチルベンゼン	1.3	ND	
有機塩素系化合物	クロロホルム	ND	ND	
	1,2-ジクロロエタン	ND	ND	
	1,1,1-トリクロロエタン	ND	ND	
	四塩化炭素	ND	ND	
	1,2-ジクロロプロパン	ND	ND	
	トリクロロエチレン	ND	ND	
	テトラクロロエチレン	ND	ND	
	クロロジプロモメタン	ND	ND	
	p-ジクロロベンゼン	ND	ND	
	エステル類	酢酸エチル	ND	ND
		酢酸ブチル	ND	ND
ケトン類	メチルエチルケトン	ND	ND	
	メチルイソブチルケトン	ND	ND	
アルコール類	1-ブタノール	ND	ND	
アルデヒド類	ノナナール	ND	ND	
	デカナール	ND	ND	

ND: 無検出

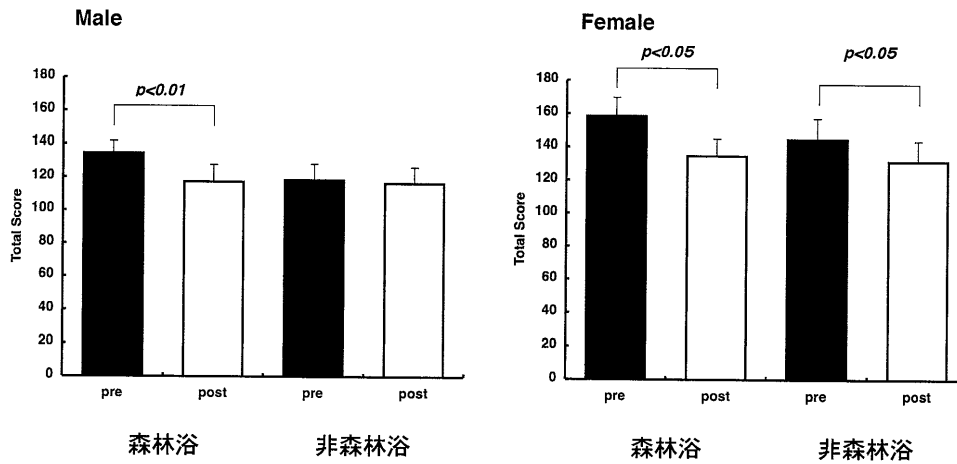


図1 男女別のPOMS（総得点）の結果

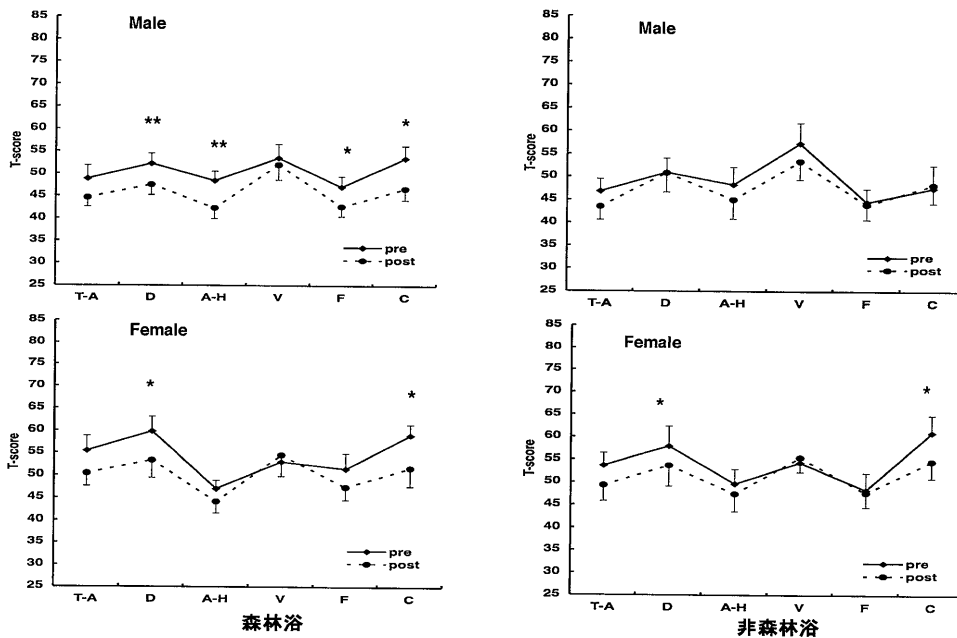


図2 男女別の森林浴および非森林浴前後におけるPOMSプロフィールの比較

点は有意に低下した。同様に、図2は、男女別の森林浴および非森林浴前後におけるPOMSの各スケールを比較したものである。POMSは、6項目で構成されており、評価の内容は、1) T-A (Tension-Anxiety) は、緊張、不安感のストレスを示す¹⁴⁾。2) D-D (Depression-Dejection) は、自信喪失を伴った抑鬱感のストレスを示す。3) A-H (Anger-Hostility) は、怒る、すぐに喧嘩したくなるなどの程度を示す。4) V (Vigor) は、元気度、躍動感および活力を示す。5) F (Fatigue) は、疲労など意欲低下および活力低下を示す。6) C (Confusion) は、混乱、当惑および思考力の低下を示すものである。すなわち、男性では、森

林浴前後において、D、A-H、FおよびCのストレスが有意に低下した。一方、非森林浴前後においては、6項目すべてに変化がみられなかった。女性では、森林浴前後において、DおよびCの項目のストレスが有意に低下した。なお、女性においては、非森林浴前後においても同様に、DおよびCの項目のストレスが有意に低下した。

3) 自律神経検査結果

図3は、男女別の収縮期血圧の変化を示したものである。森林浴前後における収縮期血圧を比較したところ、男性の収縮期血圧は、 $141.1 \pm 25.2 \text{ mmHg}$ に比して $137.7 \pm 23.1 \text{ mmHg}$ であり、僅かに低下する傾向に

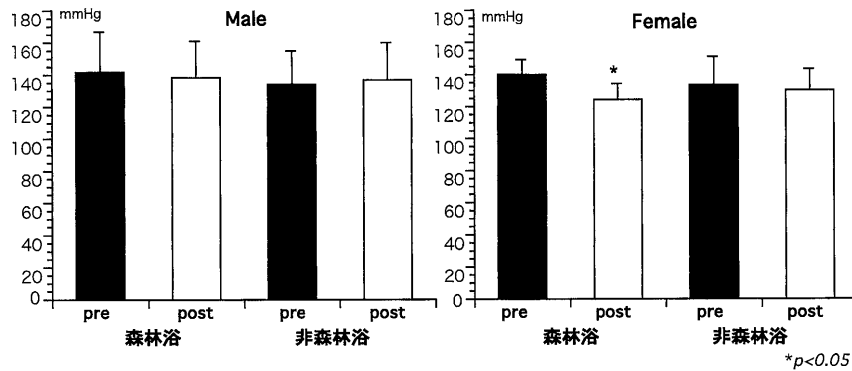


図3 森林浴前後および非森林浴前後における収縮期血圧の比較

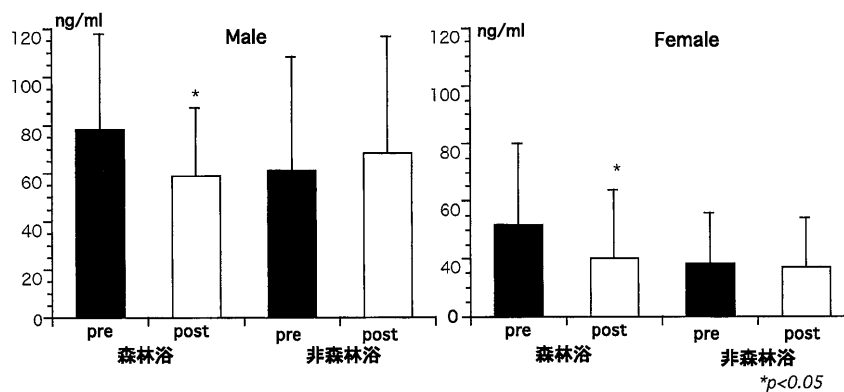


図4 森林浴前後および非森林浴前後におけるアドレナリンの比較

あった。同様に、女性は、 $139.5 \pm 9.4 \text{ mmHg}$ に比して $120 \pm 10.2 \text{ mmHg}$ であり有意に低下した。なお、森林浴前後における拡張期血圧および脈拍は、男女ともに有意差は認められなかった。非森林浴前後における収縮期血圧を比較したところ、男性の収縮期血圧は、 $133.5 \pm 21.6 \text{ mmHg}$ に比して $136.6 \pm 23.4 \text{ mmHg}$ であり、増加する傾向にあった。同様に、女性は $133 \pm 17.6 \text{ mmHg}$ に比して $130 \pm 13.3 \text{ mmHg}$ であり、低下する傾向であった。なお、非森林浴前後における拡張期血圧および脈拍に有意差は認められなかった。

4) 免疫、内分泌系検査結果

図4は、男女別のアドレナリンの変化を示したものである。森林浴前後における男性のアドレナリンは、 $78.1 \pm 39.5 \text{ pg/mL}$ に比して $58.5 \pm 28.7 \text{ pg/mL}$ であり有意に低下した。同様に女性は、 $52 \pm 27.9 \text{ pg/mL}$ に比して $40.2 \pm 23.7 \text{ pg/mL}$ であり、有意に低下した。

非森林浴前後における男性のアドレナリンは、 $60.8 \pm 47.1 \text{ ng/ml}$ に比して $68.2 \pm 48.5 \text{ ng/mL}$ 、同様に女性は、 $38.5 \pm 17.3 \text{ ng/mL}$ に比して $36.8 \pm 17.5 \text{ ng/mL}$ であり、ばらつきが大きく一定の傾向を認めなかった。

森林浴前後におけるノルアドレナリンおよびドパミンを比較したところ、男女ともばらつきが大きく一定の傾向を認めなかった。この傾向は、非森林浴前後の結果と同様であった。

図5は、男女別のコルチゾールの変化を示したものである。森林浴前後における男性のコルチゾールは、 $15.6 \pm 4.8 \text{ ng/mL}$ に比して $9.6 \pm 2.4 \text{ ng/mL}$ であり有意に低下した。同様に女性は、 $15.6 \pm 3.5 \text{ ng/mL}$ に比して $9.8 \pm 3.2 \text{ ng/mL}$ であり有意に低下した。非森林浴前後における男性のコルチゾールは、 $13.7 \pm 5.3 \text{ ng/mL}$ に比して $10.3 \pm 2.7 \text{ ng/mL}$ であり有意に低下した。同様に女性は、 $12.4 \pm 3.5 \text{ ng/mL}$ に比して $9.6 \pm 2.7 \text{ ng/mL}$ であり有意に低下した。

森林浴前後におけるNK細胞活性は、男性11例中3例、女性8例中3例に増加を認めた。同様に非森林浴後に男性11例中3例、女性8例中3例に増加を認めた。なお、女性の1例は森林浴および非森林浴の両方でNK細胞活性の増加を認めた。

森林浴前後におけるアディポネクチンは、男女とも個人差が大きく、一定の傾向が認められなかった。この傾向は、非森林浴後の結果も同様であった。

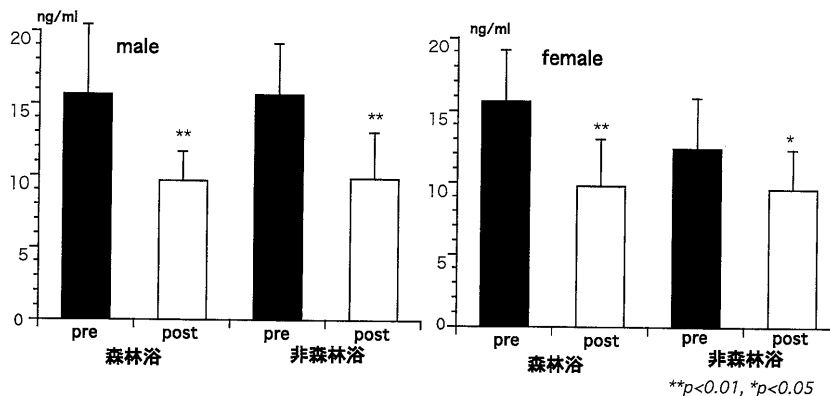


図5 森林浴前後および非森林浴前後における血清コルチゾールの比較

考 察

川場村の総面積は、85.29km²であり、うち全体の83%が山林で占められている。気候は、冷涼で、年平均気温は、11°C、寒暖の差が大きく、冬は、平均気温が6.6°Cまで下がる降雪地帯である。現在、田園休暇村づくりの推進による豊かな環境の村づくりを目指している(図6)。

本研究は、この森林環境の良い川場村における調査から癒しと健康をもたらす森林浴の生理学的効果の検討を目的としたものである。

第一に、今回森林浴の調査地となった川場村において大気中のクロロホルムなどの有機塩素系化合物は、すべて検出されず、リモネンを代表とする樹木由来の

フィトンチッドが検出された。

谷田貝ら¹⁵⁾による森林浴のフィトンチッド濃度の研究をみると、フィトンチッド濃度は、季節的に6月から8月、時間帯では一日の中で正午前後がピークに達し、この環境下で森林浴を行うことを推奨している。この結果を踏まえて本邦における森林浴の研究は、そのほとんどがこの季節に行われているのが現状である。本研究は、谷田貝らの研究と同様、8月中旬の各週2回、正午を挟む時間帯に行った。本研究の調査地に選定された川場村の森林環境は、美しい森林環境を眺め、すがすがしい空気の中で活動できる森林浴の条件をみごとに兼ね備えた場所であることが明らかである。

第二に指摘すべき点は、1時間の森林浴散策前後に

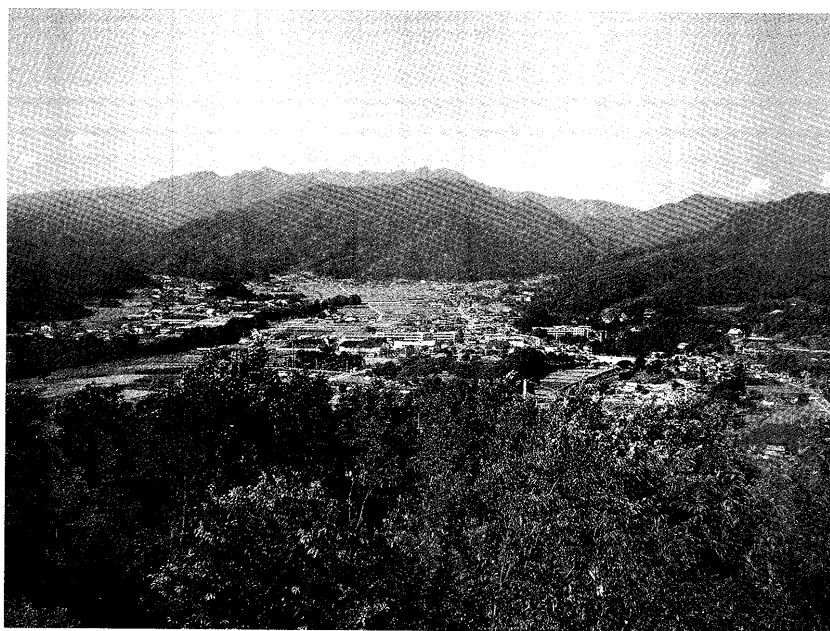


図6 田園休暇村づくりを推進する川場村
虚空蔵様の裏山森林地区(森林浴)から眺める川場村田園地帯

において男女とも POMS の総得点ならびに各感情スコアが有意に低下することである。特に、緊張、抑鬱、怒り、疲れおよび混乱の気分が抑制されリラックスできることが明らかとなった。

POMS¹⁴⁾ は、医師、看護師およびカウンセラーなどが患者の気分の評価、スポーツにおける心理的ストレス、緊張およびリラックスの効果などを定量的に評価する方法である。本研究での POMS の結果からは、川場村における森林浴散策には、生体に対する癒しの効果がある可能性が示唆された。

第三に森林浴散策前後において男女ともアドレナリンおよびコルチゾールが有意に低下することが明らかとなった。また、女性の収縮期血圧は、有意に低下した。一方、NK 細胞活性は、森林浴散策前後において男女ともそれぞれ 3 例に有意な増加を認めた。ストレスに対して上昇するコルチゾールは、脳下垂体の副腎皮質刺激ホルモンによって産生される糖質副腎皮質ホルモンである。

NK 細胞は、癌の免疫監視機能やウイルス感染初期機構の重要な effective 細胞である。地域住民を対象にして11年間の NK 細胞活性を追跡調査した研究¹⁶⁾ では、NK 細胞活性が低い群は、有意に癌に罹患するリスクが高いと報告している。11年前の一時点の NK 細胞活性で11年後の癌の発症が推測可能であり、運動やストレスなどによる NK 細胞活性の一時的な増減の影響は少ないことが考えられる。NK 細胞活性の増減は、カテコールアミンの分泌を強く反映する報告¹⁷⁾ もみられ、NK 細胞活性は、運動のみならず、様々な環境の変化や心理的な要因で変動することが考えられる。

本研究は、森林浴前後ならびに非森林浴前後の採血を行い、血清検体からコルチゾールの測定を行った。癒しの効果を反映する POMS の結果とアドレナリンおよびコルチゾールの有意な低下から川場村における森林浴散策には、生体に対する癒しの効果を期待できる可能性が示唆された。

川場村における森林浴がもたらす生体への影響には、森林揮発性物質が嗅覚を介して自律神経に作用し、リラクゼーションをもたらす、視覚など他の感覚器の情報を併せて交感神経の抑制やストレスホルモンの ACTH、コルチゾールの分泌抑制と免疫系の賦活化をもたらす可能性が示唆された。おそらく、このような自律神経—免疫—内分泌連関などが複合的に影響していることが人体に良い結果をもたらしていると考えられる。

謝 辞

調査研究にご協力いただいた本学の門脇豊二学生課長、宮内 実川場村振興課長、関 清川場村長、群馬県衛生環境研究所の山口貴史研究員ならびに川場村老人会の皆様への謝意を付記する。

なお、本研究調査は、平成18年度群馬パース大学特別研究費(研究代表者、武田淳史)の支援を受けて行ったものである。

文 献

- 1) Kondo T, Kobayashi I and Murakami M: Effects of adipokine levels in exercise obese young women. *Endoc J*, 2006, 53(2) : 189-195
- 2) Ohtsuka Y, Yabunaka N, Takayama S: Shinrin-yoku (forest-air bathing and walking) effectively decreases blood glucose levels in diabetic patients. *Int J Biometeorology*, 1998, 41 : 125-127
- 3) 大塚吉則、藪中宗之、高山 茂: 高齢糖尿病患者における運動療法としての森林浴の意義. *日温気物医誌*, 1998, 61(2) : 101-105
- 4) Shepherd RJ: Chronic fatigue syndrome. update. *Sports Med*, 2001, 31 : 167-194
- 5) Loureiro G, Rabaca MA, Blanco B, Andrade S, Chieira C, Pereira C: Urban versus rural environment-any difference in aeroallergens sensitization in an allergic population of Cava da Beira, Portugal. *Allerg Immunol (Paris)*, 2005, 37 : 187-193
- 6) Namdeo A, Bell MC: Characteristics and health implications of fine and coarse particulates at roadside, urban background and rural sites in UK. *Environ Int*, 2005, 31 : 565-573
- 7) Yamaguchi M, Deguchi M and 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*, 2006, 34 : 152-159
- 8) 二渡玉江、林 陸郎、下村洋之助: 森林浴の医学的効果. *治療*, 1999, 108-109
- 9) Kozaki T, Horinouchi K, Noguchi J et al: Atmosphere (II). Blood pressure and heart rate variability. *Journal of physiological anthropology and applied human science*, 2005, 24(2) :

- 188-189
- 10) 李 卿、中台亜星、松島弘樹、ほか：フィトンチッドのヒトNK細胞機能への影響。日本衛生学雑誌, 2005、60(2)：292
- 11) 谷田貝光克：フィトンチッド、その実態と健康に効果的な作用とは。Aromatopia, 2006、15(2)：11-15
- 12) 下村洋之助：森と健康。群馬県立医療短期大学紀要, 2000、7：35-39
- 13) 下村洋之助：森林浴と健康。群馬県立医療短期大学紀要, 2000、8：11-16
- 14) McNair DM, Lorr M, Droppleman LF: Profile of Mood States. San Diego, educational and industrial testing service, 1992
- 15) Yatagai M: Terpens Emitted from Trees. Mokuzai gakkaiishi, 1988, 34(1)：42-47
- 16) Imai K, Matsuyama S, Miyake S, Suga K, Nakachi K: Natural cytotoxic activity of peripheral-blood lymphocytes and cancer incidence: an 11-year follow-up study of a general population. Lancet, 2000, 356：1795-9
- 17) Kanemi O, Zhang X, Sakamoto Y, Ebina M and Nagatomi R: Acute stress reduces intraparenchymal lung natural killer cells via beta-adrenergic stimulation. Clin Exp Immunol, 2005, 139：25-34

Summary

We performed a physiological research on mind-healing and health-keeping effect of *Shinrin-yoku* (forest walking) in Kawaba village. Eleven male and 8 female healthy elderly residents in Kawaba village, whose average age was 74.0 ± 3.5 year-old for male and 74.9 ± 2.9 year-old for female, were voluntary to this experiment. All members walked one hour in the Kawaba Forest at 17th, August under cloudy, 30-32°C temperature, 58-60% humidity, and, 0-2m/sec windy condition and walked again another one hour in the non-forest rural agricultural area at 21st, August under almost same weather condition. Phytoncides in the air, Profile of Mood State (POMS) test, blood pressure (BP), heart rate (HR), fasting levels of serum natural killer cell activity (NK), catecholamine (adrenaline, noradrenalin and dopamine), cortisol, adiponectin were measured before and after the walking of the members. Phytoncides was positively detected in the Forest, all members showed a decrease of POMS total scale, BP, adrenalin and cortisol and 3 of them expressed an increase of NK cell activity after the Forest-walking. A female showed a high NK cell activity after both Forest and non-Forest rural walking.

Our experiment on the Forest walking in Kawaba village, revealed its beneficial mind-healing and health-keeping effect, through mental and physical relaxation in the forest fresh air.

Key words : *Shinrin-yoku*, Mind-healing, Health-Keeping, Kawaba forest walking