

■ 総 説

森林浴の健康増進, 疾病予防, 抗加齢効果
—森林医学の確立—

李 卿

■ Review

Health promotion, disease prevention, and anti-aging effects of forest bathing
-The establishment of forest medicine-

Qing Li

Abstract

Humans have enjoyed forest environments for ages because of the quiet atmosphere, beautiful scenery, mild climate, pleasant aromas, and fresh, clean air. Researchers in Japan have tried to find a new method to reduce stress by visiting forests and have proposed a new concept called “Shinrin-Yoku or Forest Bathing”.

Shinrin in Japanese means ‘forest’, and *yoku* means ‘bath’. So *shinrin-yoku* means bathing in the forest atmosphere, or taking in the forest through our senses. This is not exercise, or hiking, or jogging. It is simply being in nature, connecting with it through our sense of sight, hearing, taste, smell and touch.

Shinrin-Yoku is like a bridge. By opening our senses, it bridges the gap between us and the natural world.

In Japan, since 2004, serial studies have been conducted to investigate the effects of Forest Bathing/Shinrin-Yoku on human health. We have established a new medical science called Forest Medicine. The Forest Medicine is a new interdisciplinary science, belonging to the categories of alternative medicine, environmental medicine and preventive medicine, which studies the effects of forest environments (Forest Bathing/Shinrin-Yoku/Forest Therapy) on human health. It has been reported that Forest Bathing/Shinrin-Yoku (forest therapy) has the following beneficial effects on human health:

1. Shinrin-Yoku boosts immune function by increasing human natural killer (NK) activity, the number of NK cells, and the intracellular levels of anti-cancer proteins, suggesting a preventive effect on cancers.
2. Shinrin-Yoku reduces stress hormones, such as urinary adrenaline and noradrenaline and salivary/serum cortisol contributing to stress management.
3. Shinrin-Yoku improves sleep.
4. Shinrin-Yoku shows preventive effect on depression by improving positive feelings and serotonin in serum and reducing negative emotions.
5. Shinrin-Yoku reduces blood pressure and heart rate showing preventive effect on hypertension and heart diseases.
6. Shinrin-Yoku may apply to rehabilitation medicine.
7. Shinrin-Yoku in city parks also has benefits on human health.
8. Shinrin-Yoku has preventive effect on lifestyle related diseases by reducing stress.
9. Shinrin-Yoku shows preventive effect on COVID-19 by reducing stress and boosting immune function.
10. Phytoncides in the forests play an important role in Shinrin-Yoku.

Key words 森林浴, 森林医学, 生活習慣病, NK 活性, ストレス, 高血圧症, 自律神経, 森林セラピー

(WAARM Journal, 2023; 5: 17-32)

日本医科大学付属病院リハビリテーション科 臨床教授 〒113-8603 東京都文京区千駄木 1-1-5

一般社団法人日本森林医学会 代表理事・会長 〒113-8603 東京都文京区千駄木 1-1-5

日本医科大学付属病院リハビリテーション科医局内

国際森林・自然医学会 副会長・事務局長

NPO 法人森林セラピーソサエティ 理事 〒102-0083 東京都千代田区麹町 1-6-9 DIK 麹町ビル 3階 E号室

日本衛生学会森林医学研究会 代表世話人 〒113-8603 東京都文京区千駄木 1-1-5 日本医科大学付属病院リハビリテーション科医局内

Department of Rehabilitation Medicine, Nippon Medical School Hospital, Nippon Medical School

TEL: 03-3822-2131 e-mail: qing-li@nms.ac.jp

はじめに

森林環境は、その静かな雰囲気、美しい景観、穏やかな気候、清浄な空気、特有な香りなどの要素で古くから人々に好まれている。「森林浴」は、1982年に林野庁によって提唱され、長野県にある赤沢自然休養林を「森林浴発祥の地」と命名された。「森林浴」は、森林散策を通して森林の持つ癒し効果を生々の健康増進・疾病予防に活用する活動であり、五感（視覚・嗅覚・聴覚・触覚・味覚）を刺激してその効果を発揮する（人の健康）。森林浴を通して植林と森林保護の重要性を理解する（森の健康）。また森林浴活動を通して地域の経済発展と森林環境保全に貢献する（地域の健康）（図1）¹⁾。

実は、著者の森林浴の原点は屋久島にある。著者は1988年に鹿児島大学医学部に留学し、その年のゴールデンウィークに屋久島で初めて森林浴を体験した。屋久島の静かな雰囲気、屋久杉の美しい景観、穏やかな気候、清浄な空気、特有な香り、特に縄文杉に魅了された。この貴重な森林浴体験は後日の著者の森林浴・森林医学研究に大きな影響を与えた。

では、なぜ森林浴が必要であるのか？実はストレスが森林浴の必要性を理解する重要なキーワードである。厚生労働省の「労働者健康状況調査」によれば、「強い不安、悩み、ストレスがある」労働者の割合は1980年代から50%を超え続けており、年々増加の傾向を示している²⁾。ストレスは免疫系を低下させ、癌、高血圧、心筋梗塞、うつ・不安障害、アルコール依存症、睡眠障害など様々な生活習慣病を発症・増悪させ、過労死も引き起こすことが報告されているため、ストレスは万病の元、生活習慣病の元と言えよう。こうした状況の中で、人々の健康管理・疾病予防が大きな社会問題になっており、有

効な予防対策が求められている。このような背景から森林浴は、新しい健康増進・生活習慣病の予防法として大きく注目されている¹⁾。

しかし、森林浴の効果については、1980～1990年代では医学的な解明が不十分であり、客観的かつ科学的な分析とエビデンスに基づく森林浴効果の評価と森林セラピーメニューの確立が求められている。この背景のもと、2004年に森林セラピー研究会が発足し、農林水産省は平成16年度から3年間の計画で「先端技術を活用した農林水産研究高度化事業」を立ち上げ、各分野の専門家からなる森林浴研究プロジェクトチームを構成し、「森林系環境要素がもたらす人の生理的効果」について科学的に検証するという目的で研究をスタートし、大きな研究成果を挙げてきた。森林医学研究を日本で定着させるために、日本衛生学会で最新研究成果を発表し、森林浴・森林セラピーの効果、森林浴がストレスマネジメント法及び疾病予防法としての可能性について日本衛生学会を通して社会に発信することは非常に重要である。以上の背景を踏まえて、2007年3月25日～28日に大阪国際交流センターで開催された第77回日本衛生学会総会において森林医学研究に従事している日本衛生学会の会員と他の関連学会の会員が共同で「森林医学研究会」を発足させた（<http://forest-medicine.com/>）。

その後、森林医学研究は大きな研究成果を収め、英文専門雑誌で多数の原著論文を発表したため、2010年に日本の森林医学研究はニューヨークタイムズに報道され、2012年に米国で「Forest Medicine」²⁾（<https://novapublishers.com/shop/forest-medicine/>）が出版され、2013年に中国語に翻訳され³⁾、2017年に韓国語⁴⁾に翻訳され、森林医学は新しい予防医学として確立されつつある（図2）。

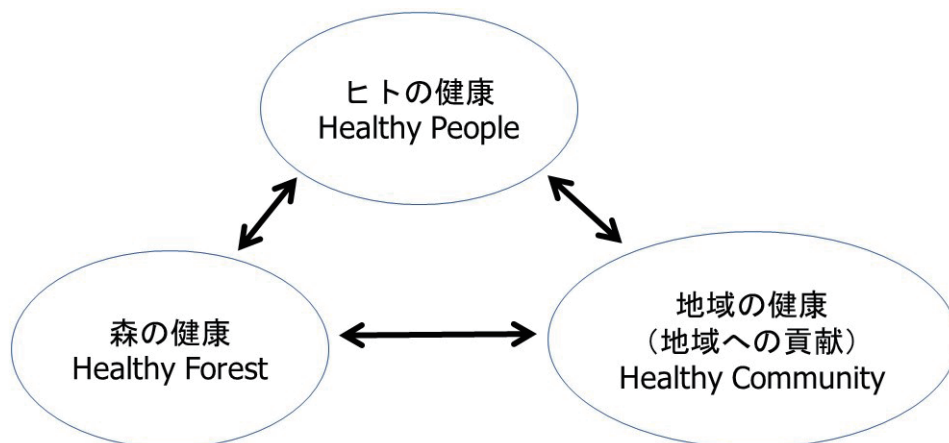


図1. 森林浴の概念と理念¹⁾

「森林医学」の確立 (李卿編集)



森林医学英語版
2012年米国出版



森林医学中国語翻訳版
2013年中国出版



森林医学韓国語翻訳版
2017年韓国出版

図2. Forest Medicine (森林医学)^{2,4)}

日本で発祥した森林浴・森林医学を世界中に広めるために2011年に日本で International Society of Nature and Forest Medicine: INFOM (国際自然・森林医学会 <https://www.infom.org/>) を発足させ、さらに2023年に一般社団法人日本森林医学会を設立し、森林医学の最新情報を世界中に発信し続けている。表1は日本における森林浴・森林セラピー・森林医学研究の歴史をまとめた。

森林浴による健康増進・疾病予防効果を明らかにすることは、予防医学・衛生学上極めて重要である。森林医学は、森林環境(森林浴)による生体影響を研究する学問で環境医学・予防医学の一分野として最近注目されている新学問である¹⁻⁴⁾。

以上の背景を踏まえて、著者は森林浴がストレスの低減を介してストレスによる免疫機能低下及び生活習慣病を予防できるのではないかという仮説を立て、長年の研究で確立した Natural killer (NK) 細胞及びその細胞内の抗癌タンパク質(perforin, granzyme と Granulysin) 測定法⁵⁻¹⁵⁾を用いて2004年から農水省高度化事業研究プロジェクト、科学研究費助成金、農水省の戦略的イノベーション創造プログラム、国土緑化推進機構及び公益財団法人車両競技公益資金記念財団などの助成を受け、森林浴の健康増進と疾病予防効果に関する包括的な研究を行い、以下の森林浴効果を明らかにした。

1. 森林浴は免疫系に作用してNK細胞数及びNK細胞内の抗癌タンパク質を増加させることによってNK活性を上昇させ、持続効果も認められ、抗癌免疫機能を高めて癌になりにくい体づくりができ、癌の予防効果が期待される^{1-4, 16-27)}。

ナチュラル・キラー(Natural killer: NK)細胞はその名称の通り、がん細胞を自然に殺す細胞であり、腫瘍細胞の発生・増殖・転移を抑制する免疫学的監視機能をもっている^{5, 15)}。わかりやすく説明すると、NK細胞は警察の役割を担い、がん細胞は犯人の役を演じる。警察のパワーが犯人の力に勝ると、社会秩序が安定する。私たちの体も同じく、NK細胞のパワーががん細胞を圧倒すれば、がんになりにくい体づくりができる。実は、私たちの体の中には毎日がん細胞が発生するが、NK細胞という警察が毎日パトロールし、がん細胞を見つけたら殺すという強力な防衛システムのおかげで、私たちはがんにならずに健康が維持できる²⁶⁾。したがって、森林浴の免疫系に対する効果を明らかにすることは、未病・生活習慣病の予防や予防医学上極めて重要であると考えられる。一方で、ストレスがNK活性を低下させることは多数の研究によって証明されている¹⁰⁾。以上の背景を踏まえて、著者は、森林浴がストレスを低減し、ストレスによるNK活性の抑制を解除し、NK活性を上昇(回復)させる効果があるのではないかという仮説を立て、森林浴による生

表1. 日本における森林浴・森林セラピー・森林医学研究の歴史と著者の関わり

年	主な内容	著者の役割
1982	林野庁が森林浴構想発表, 森林浴発祥の地(赤沢自然休養林:長野県上松町)誕生	
1988	著者が来日, 5月の連休に屋久島で初森林浴体験, 著者の森林浴の原点として森林浴研究の構想を芽生える	鹿児島大学大学院生
2002	米国スタンフォード医学部で森林浴研究の重要な実験法であるNK細胞内抗癌タンパク質測定法の確立	森林浴実験法の確立
2004	森林セラピー研究会発足	発起人
2004	日本で科学的森林浴効果の研究開始	主要研究者
2005	長野県飯山で森林浴実験実施, 森林浴による免疫機能増強効果発見	代表研究者
2006	森林浴発祥の地「赤沢自然休養林」で森林浴実験実施, 森林浴による免疫機能増強効果の持続効果発見	代表研究者
2007	長野県信濃町で初めて女性被験者を対象とした森林浴実験実施, 森林浴による免疫機能増強効果の持続効果の再確認	代表研究者
2007	日本衛生学会森林医学研究会発足 http://forest-medicine.com/	代表世話人
2007	Li Q, et al. Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. <i>Int J Immunopathol Pharmacol.</i> 2007;20(2):3-8 で初めて Forest Bathing と Shinrin-Yoku を命名・定義	代表著者
2008	森林セラピー研究会がNPO法人森林セラピーソサエティに https://www.fo-society.jp/	理事
2009	日帰り森林浴による免疫機能増強効果とその持続効果発見	代表研究者
2010	ニューヨークタイムズが森林浴研究を報道	代表研究者
2011	高血圧症被験者における森林浴による血圧降下効果の論文発表	代表研究者
2011	International Society of Nature and Forest Medicine (INFOM:国際自然・森林医学会 https://www.infom.org/) 発足(会長:今井通子先生), 日本から発祥した森林医学を世界に広める	副会長・事務局長
2011	森林医学研究が日本医科大学賞受賞	代表受賞者
2012	「Forest Medicine」が米国で出版, 森林医学の確立に大きな一歩を踏み出し, BBCラジオ報道, 2013年に中国語に翻訳され, 2017年に韓国語に翻訳	編集者 著者
2013	ハーバード大学で森林医学シンポジウム開催	講演者
2016	フランスとドイツテレビ番組のインタビュー(森林浴・森林医学)	出演者
2018	洋書「Shinrin-Yoku」と「Forest Bathing」が英・米で同時出版, 米国でベストセラーとなり, BBC News報道, その後, 25ヶ国語に翻訳	著者
2019	9月に赤沢自然休養林でBBC Travelのインタビューを受けて森林浴効果について解説, この番組は2020年2月に放送. The ancient Japanese practice of forest bathing https://www.bbc.com/travel/article/20200207-the-ancient-japanese-practice-of-forest-bathing	代表研究者 解説者
2020	「森林浴」日本語翻訳版出版, 日本の地方新聞15社報道	著者
2021	米国NBCテレビが日本の森林浴・森林医学研究を報道 https://www.infom.org/news/2021/08/19.html	出演者
2022	森林医学研究が日本衛生学会賞受賞, 森林医学が予防医学に	受賞者
2022	新版「森林浴」日本語翻訳版出版, 「森林浴」タイ語翻訳版出版	著者
2023	一般社団法人日本森林医学会発足 代表理事・会長	会長

体免疫機能への影響に関する研究を行ってきた。

1) 森林浴によるNK細胞機能への効果における最初の実証実験¹⁶⁾

森林浴によるNK細胞機能への効果を調べるために, 2005年に長野県飯山市の森林遊歩道で中高年男性を対象とした2泊3日の森林浴実験を実施した(写真1)。その結果, 森林浴後1日目と2日目のNK活性およびNK細胞数は, いずれも森林浴前より有意に高いレベルを示し, さらに森林浴後2日目は1日目よりも有意に高いレベルを示し, 森林浴は

NK活性およびNK細胞数を上昇させたことが明らかとなった(図3)。この研究の実験結果が2007年に英文論文を発表し, Forest bathing と Shinrin-yoku は専門用語として初めてこの論文で命名と定義された¹⁶⁾。

2) 森林浴によるNK活性上昇のメカニズム

NK細胞は主にパーフォリン, グラニューライシン, グランザイムという3種類の抗がんタンパク質を放出してがん細胞を傷害すると考えられる⁵⁻¹⁵⁾。森林浴によるNK活性上昇のメカニズムを検討する



写真1. 男性被験者が森林浴を楽しむ風景 (著者提供)

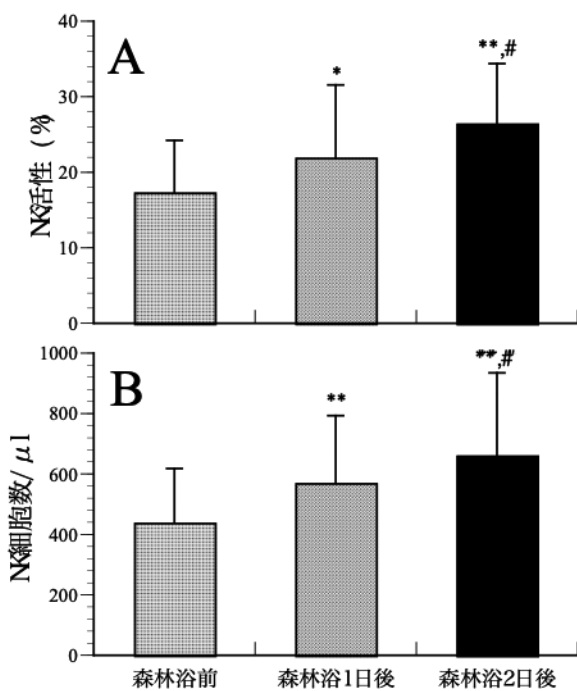


図3. 森林浴はヒトNK活性及びNK細胞数を増加させる¹⁶⁾
 * : p<0.05, ** : p<0.01 (森林浴前との比較), # : p<0.05 (森林浴1日後との比較)

ために、NK細胞内の抗がんタンパク質のレベルを測定した。その結果、森林浴はNK細胞内の抗がんタンパク質のレベルを増加させることが明らかとなった(図4)。これは森林浴がNK細胞内の抗がんタンパク質の増加を介してNK活性を上昇させたことを示した¹⁶⁾。

3) 都市旅行によるNK細胞機能への影響

森林浴によって上昇したNK活性は、旅行による転地効果であるか、それとも森林環境による効果であるか、を解明するために、森林浴実験の対照実験として、都市旅行によるNK細胞機能への影響を検討した。都市旅行の対象者は、全員が森林浴実験のメンバーであり、散策時間、散策距離、ホテルでの生活様態および測定項目は、すべて森林浴実験と同様であった。その結果、都市旅行によるNK活性、NK細胞数及び抗がんタンパク質への影響は認められなかった¹⁷⁾。

4) 森林浴の持続効果

森林浴がNK細胞数および細胞内の抗がんタンパク質を増加させ、NK活性を上昇させることが明らかとなったが、この効果は持続するのだろうか？

この問題に回答するために、2006年に森林浴発祥の地である赤沢自然休養林(写真2と3)で中年男性を対象とした2回目の森林浴実験を実施した。その結果、森林浴はNK細胞数および細胞内の抗がんタンパク質の増加によってNK活性を上昇させることが再度確認された。さらに、森林浴後1か月経過しても、被験者のNK活性、NK細胞数、細胞内の抗がんタンパク質が森林浴前よりも有意に高いレベルを示し(図5)、森林浴の持続効果が認められ

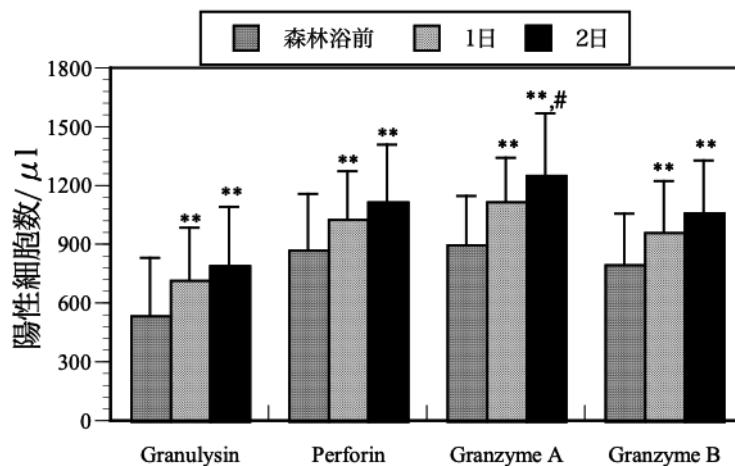


図4. 森林浴はヒトリンパ球内の抗がんタンパク質を増加させる¹⁶⁾
 * : p<0.05, ** : p<0.01 (森林浴前との比較), # : p<0.05 (森林浴1日後との比較)



写真2. 日本森林浴発祥の地：赤沢自然休養林（2006年森林浴実験地）（著者提供）

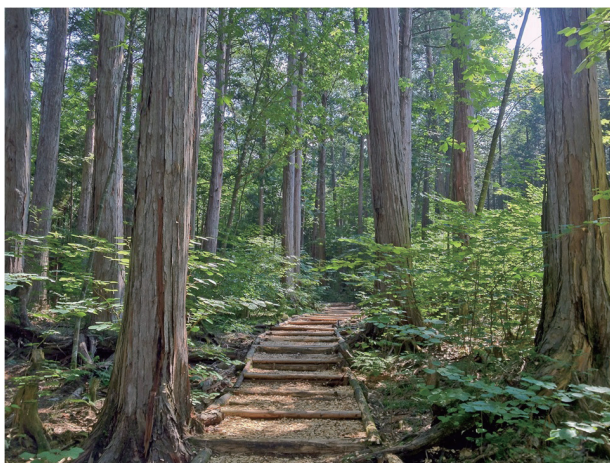


写真3. 日本森林浴発祥の地：赤沢自然休養林散策道（2006年森林浴実験地）（著者提供）

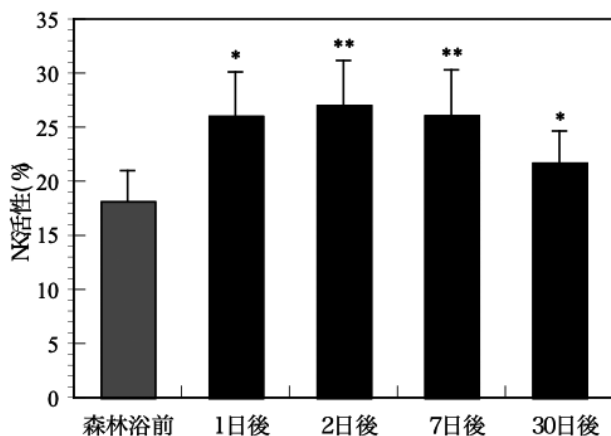


図5. 森林浴はヒトNK活性を上昇させ、持続効果が認められる（男性）¹⁷⁾

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$ （森林浴前との比較）

2006年森林浴実験地

た¹⁷⁾。これは、月に1回森林浴すれば、生体は常に高い免疫機能を維持できることを意味し、予防医学において非常に重要である。

5) 女性における森林浴効果

男性被験者において森林浴による免疫機能増進効果が明らかとなったが、女性においても同様の効果が得られるだろうか？この問題に回答するために、2007年に長野県信濃町の癒しの森で女性看護師を対象とした3回目の森林浴実験を実施した（写真4）。森林浴はNK細胞数と細胞内の抗がんタンパク質の増加によって、女性のNK活性を上昇させることが明らかとなり、男性と同様の効果が示された。さらに森林浴による女性のNK活性、NK細胞数および細胞内の抗がんタンパク質の上昇において持続効果があることも明らかとなった（図6）¹⁸⁾。このように森林浴は男女に関係なく免疫機能を増強させることが明らかとなった。

6) 日帰り森林浴効果

2泊3日の森林浴効果が確認されたが、身近な森林浴（日帰り森林浴）も同様な効果があるのでしょうか？

日帰り森林浴効果を検討するために、2009年に埼玉県にある森林公園で日帰り森林浴実験が行われた¹⁹⁾。本研究の対象者は、東京都内大手企業に勤める35-53才の健常な12名男性社員である。測定項目はNK活性、NK細胞数、T細胞数、リンパ球



写真4. 女性被験者が森林浴を楽しむ風景 (著者提供)

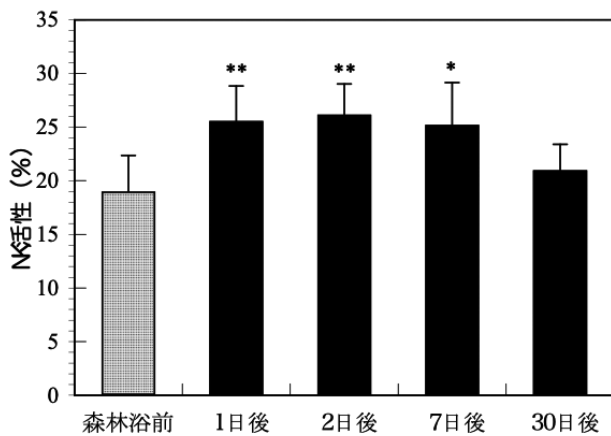


図6. 森林浴はヒトNK活性を上昇させ、持続効果が認められる (女性)¹⁸⁾

* : $p < 0.05$, ** : $p < 0.01$ (森林浴前との比較) 出典 : 文献 18

内の Perforin, Granulysin, Granzyme A と B, 末梢白血球数, 血中コルチゾールと尿中アドレナリン濃度, 体動計による睡眠状況の計測及び万歩計による運動量の計測等である。また散策コース周辺空気中のフィトンチッド濃度も測定した。本研究は日本医科大学の倫理委員会にて承認され、本研究の実施に当たっては、全ての被験者から文書でインフォームド・コンセントの手続きを取った。対象者は、埼玉県にある国営武蔵丘陵森林公園の遊歩道を約4時間散策した。散策については日頃の運動量を考慮した上で、散策距離を設定した。散策翌日の朝8時に採血・採尿して上記の検査を行った。また森林浴前のデータは散策日の7日前に採取した。森林浴の持続効果を調べるために、森林浴後1週間に採血してデータを採取した。その結果、日帰り森林浴も中年男性のNK活性, NK細胞数, 細胞内の抗がんタンパク質を増加させ、その免疫増進効果と持続効果が実証された¹⁹⁾。

7) 森林率と癌の標準化死亡比 (standardized mortality ratio: SMR) との関連性

NK活性が高まれば、生体の抗癌能力も高まると考えられる。以上の結果を踏まえて著者は森林率の上昇が癌の死亡減少に寄与する可能性があると考え、各都道府県の森林率と癌のSMRとの関連性について検討した。その結果、各都道府県の喫煙率及び生活水準の差を統計的に控除したうえ、森林率と一部の癌のSMRとの間に有意な逆相関が認められ、森林率の高い地域の癌死亡率が低いことが判明し、森林が癌の死亡減少に寄与している可能性が示唆された²²⁾。

2. 森林浴は交感神経の活性を抑え、副交感神経の活性を増進してリラックス効果を示す²⁶⁻³⁶⁾

人体の自律神経系は、交感神経系 (闘争・逃走の神経) と副交感神経系 (休息・回復の神経) で構成されている。心拍数と血圧は自律神経を代表する指標である。即ち、交感神経は緊張状態を表し、副交感神経はリラックス状態を表す。たとえば、あなたが通りを歩いているとき、大型犬が飛び出してくると、あなたは反射的に驚き、交感神経活動が優位になる。このとき、心臓の鼓動は速くなり、血圧が上昇し、瞳孔が開く。一方、あなたが自宅で休息し、自由に好きな時間を過ごしているときは、犬に遭遇してびっくりしたのとは逆の反応が起こる。すなわち副交感神経活動が優位になり、心臓の鼓動は落ち着き、血圧が下がり、気持ちがゆったりする²⁷⁾。これまでの研究では森林浴は交感神経の活性を抑え、副交感神経の活性を増進して自律神経のバランスを整え、リラックス効果を示すことが明らかになった²⁶⁻³⁶⁾。

3. 森林浴はストレスホルモン (コルチゾール, アドレナリンとノルアドレナリン) を減少させ、ストレスを軽減し、特に精神的ストレスに有効である^{17-19,33-36)}

生体には3種類のストレスホルモンがあり、アドレナリンはメンタルストレスホルモンであり、ノルアドレナリンはフィジカルストレスホルモンであり、コルチゾールは全体のストレスを反映する³⁶⁾。これまでの研究によると、男女に関係なく、森林浴は有意に尿中アドレナリンの濃度を減少させたが、都市旅行による尿中アドレナリンの濃度の影響は認められなかった。また森林浴は男性の血中コルチゾール及び男女の尿中ノルアドレナリン濃度を減少させ

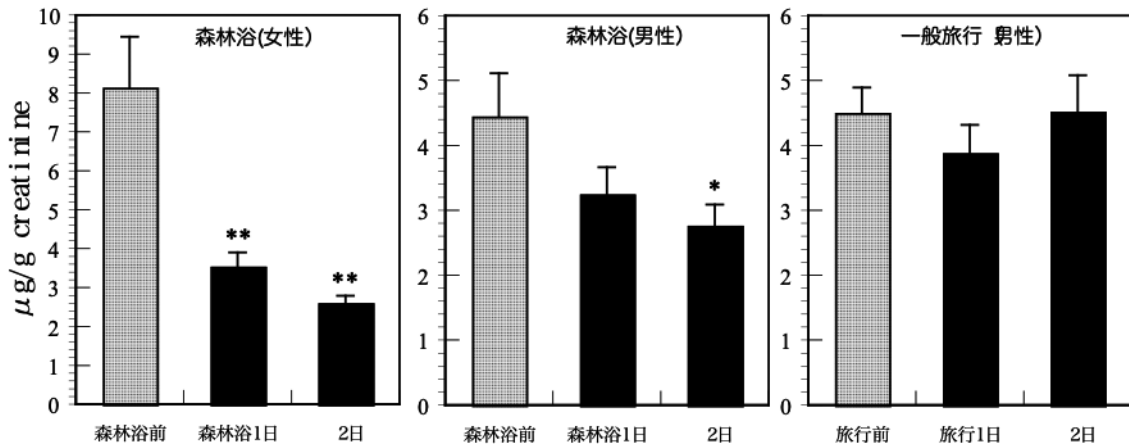


図7. 森林浴と都市旅行による尿中アドレナリンへの影響^{17,18)}
* : p<0.05, ** : p<0.01 (森林浴前との比較)

ることも明らかにされた。さらに森林浴はメンタルストレスにはより効果的であることも証明された(図7)。これは森林浴がヒトをリラックスさせ、ストレスを減少させる最も重要なエビデンスである。ストレスは未病の元と言うことから、今後ストレス解消法と未病予防法として森林浴の有用性が注目される。

4. 森林浴によるうつ病の予防効果

日本では精神疾患の患者は約420万人、その中でうつ病は約127万人で、うつ状態・うつ傾向を示す人数について正確な統計はないが、うつ病の患者数を遥かに超えることは想像できる。さらに経済協力開発機構(OECD)のメンタルヘルスに関する国際調査によると、日本国内のうつ病・うつ状態の人の割合は、2013年調査では7.9%だったのに対し、新型コロナウイルス流行後の2020年には17.3%と約2倍に増加している。これは大きな社会問題である。WHOの報告によると、世界には約2億8000万人のうつ病患者がおり、成人の5.0%がうつ病性障害を有している。しかし、この健康危機はまだ深刻な懸念事項に達しておらず、一般の人々には十分に理解されていない。高所得国では、うつ病患者の半数近くが診断も治療も受けておらず、中・低所得国では、この割合は80%から90%に増加しており、これは全世界の大きな社会問題である(<https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/depression>)。従ってうつ病への改善(緩和・治療)効果に関する研究は極めて重要である。森林浴は緊張・不安、抑うつ・落ち込み、敵意・怒り、混乱、疲労の症状を有意に低下させ(図8)²⁾、活気と血中セロトニン濃度(図9)³⁷⁾を上昇させ、「うつ状態」の改善効果及びうつ病の予防効果が期待される^{1-4, 16, 18-21, 23-37)}。また森林

浴後に特に精神的疲労症状は大きく減少し、森林浴は精神的疲労により効果的であることが明らかとなった²⁾。

ストレス、自律神経のバランスも、うつ病の背景や森林浴との関係を理解するための重要なキーワードである。ストレスは血圧と心拍数を上昇させるだけでなく、自律神経のバランスも崩させる。交感神経の過剰な活性化や自律神経のバランスの乱れは、うつ病や睡眠障害など多くの精神疾患を誘発する。一方、森林浴は交感神経の活動を抑え、副交感神経の活動を高め、自律神経のバランスを整えることができる。したがって、森林浴は自律神経のバランスを安定させることで、うつ病の予防効果が示される¹⁾。

5. 森林浴は血圧と心拍数を低下させ、高血圧症・心臓病の予防効果も示唆される^{33-35,38-42)}

日本の高血圧患者は約4,300万人と推定され、こ

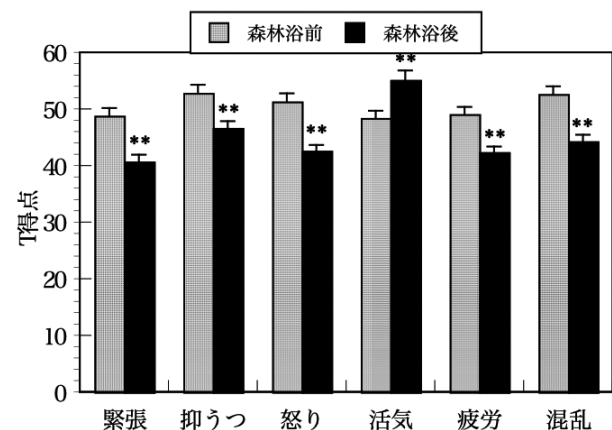


図8. 森林浴は、有意に活気を上昇させ、緊張、抑うつ、怒り、疲労、混乱を有意に低下させる²⁾
(平均+標準誤差 n=53) ** : p<0.01 (森林浴前との比較)

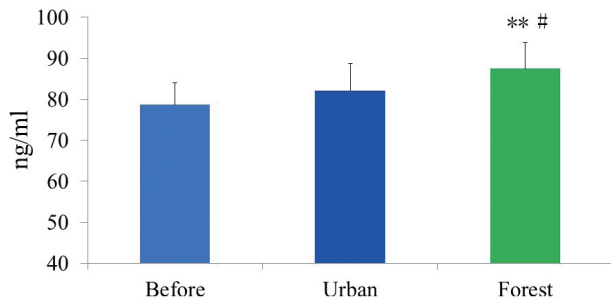


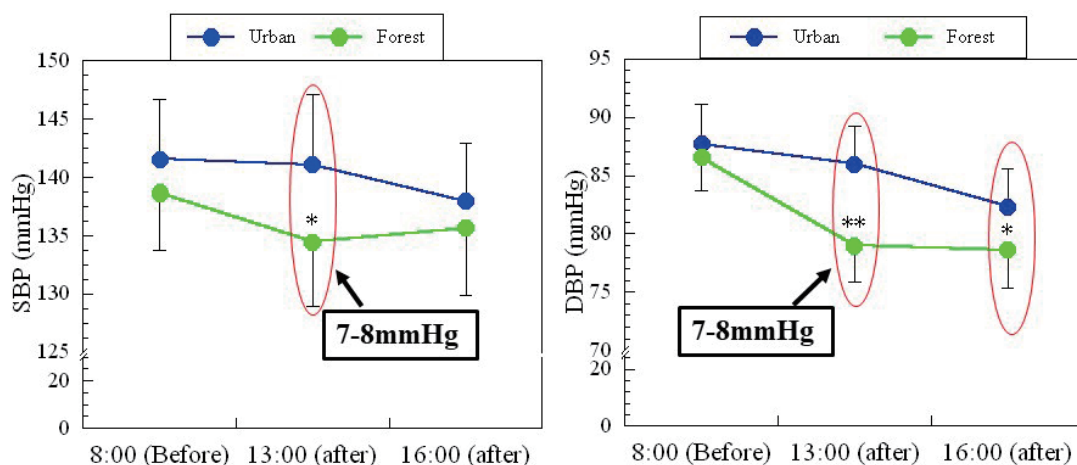
図9. 森林浴は有意に血中セロトニン濃度を増加させる (平均±標準誤差)³⁷⁾
 **: p<0.01, forest vs before; #: p<0.05 forest vs urban by paired t-test (n=20)

これは大きな社会問題となっている。従って森林浴による高血圧症への改善（緩和・治療）効果に関する研究は極めて重要である。2010年には、中高年男性を対象とした日帰り森林浴による血圧などへの影響を調査し、森林浴による生活習慣病予防の可能性について検討した。その結果、都市部散策と比べ、

森林浴は有意に血圧を 7-8mmHg 低下させ、その降圧効果は、降圧剤に匹敵できる (図10)³³⁾。森林浴は、副作用なく、無料であることから森林浴による高血圧症予防について正に一石三鳥といえよう¹⁾。また2015年に赤沢自然休養林で行った森林浴実験では中高年男性における心拍数低下とリラクゼーション効果の実証された³⁵⁾。他の研究者も森林浴の降圧効果と心拍数低下効果を報告している³⁸⁻⁴²⁾。森林浴による降圧効果のメカニズムは図11の通りである¹⁾。

6. 森林浴の抗老化（アンチエイジング）効果

アディポネクチンは脂肪から分泌されたホルモンで、動脈硬化予防効果やアンチエイジング効果があると報告されている。最近では、アディポネクチンは抗がん作用があることも報告されている。DHEA-Sは男性ホルモンの中間代謝産物で主に副腎皮質から分泌され（性腺由来DHEA-Sは1%程度）、年齢で変動し思春期前に低く、思春期にピークを迎えそ



SBP: Systolic blood pressure,
 DBP: Diastolic blood pressure

*: p<0.05, **: p<0.01 forest vs city (n=16)

Li et al: Eur J Appl Physiol. 2011;111(11):2845-53.

図10. 日帰り森林浴による血圧降下効果³³⁾
 **: p<0.05, **: p<0.01 都市部との比較, #: p<0.01 森林浴前 (8:00) との比較 (平均±標準誤差 n=16)

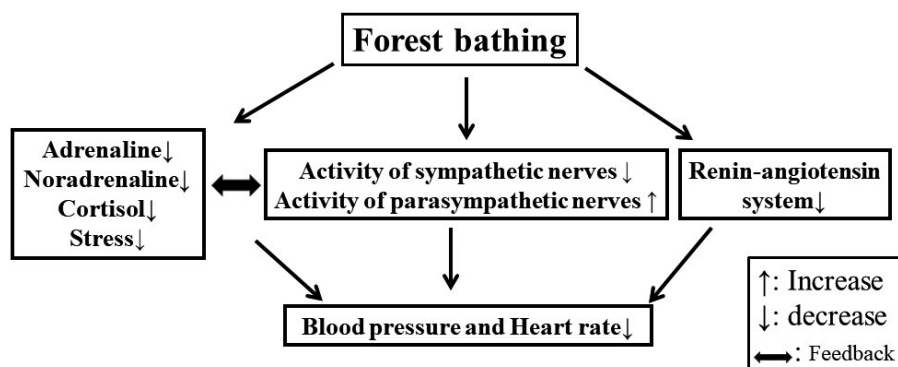


図11. 森林浴による降圧効果と心拍数低下効果のメカニズム¹⁾

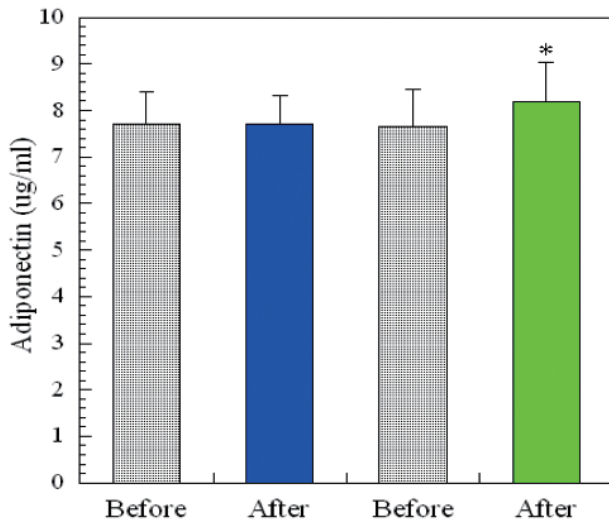


図 12. 日帰り森林浴が血中 adiponectin の濃度を有意に増加させる³³⁾

*: $p < 0.05$ 森林浴前後比較 (平均 ± 標準誤差 $n=16$)

の後漸減するが, 全年齢層で男子の方が女子よりやや高値となる。DHEA-S はアンチエイジング指標として報告されている。2010 年の研究では森林浴は有意に血中アイポネクチン (図 12)³³⁾ と DHEA-S レベルを上昇させたことが判明し, 森林浴のアンチエイジング効果が示唆される³³⁾。

7. 森林浴は睡眠改善効果を有している^{2, 37)}。

睡眠不足や不眠はストレスによって起こる症状のひとつであることが知られている。日本では労働者の約 40% は睡眠時間が 6 時間未満であり, 約 30-40% がストレスのために眠れないと報告されている。睡眠不足や不眠が重なると, 心臓病や腎臓病, 高血圧, 糖尿病, 脳卒中などのリスクが増大する。ストレスと睡眠障害は, うつ病の背景と森林浴との関係を理解するための重要なキーワードである。ストレスや睡眠障害は, うつ病を含む多くの精神疾患を引き起こす²⁷⁾。さらにストレスは睡眠障害を引き起こし, うつ病を誘発する可能性がある。一方, 森林浴はストレスを軽減し, 睡眠を改善することができる。したがって, 森林浴はストレスを軽減し, 睡眠を改善することにより, うつ病の予防効果が示唆されている。そこで, 私たちは睡眠に関する森林浴実験も行った。まずは 2005 年に東京在住の中年男性を対象者とし, 長野県飯山で 2 泊 3 日の森林浴実験を行い, その結果, 睡眠時間は森林浴の夜に大幅に増加した²⁾。これは, 森林浴後は心身が休息し, 眠りにつきやすい状態になっていることを示し, 森林浴時に身体活動量を増やさなくても, 散歩程度の緩やかな身体活動で, よく眠れることが判明した。ま

た 2019 年には赤沢自然休養林と近郊の都市部で森林浴による睡眠の質への改善効果に関する実験を行った。この実験では睡眠に関するアンケート調査用紙を用い, 森林浴と都市散策前後の睡眠状況を調べた。その結果, 森林浴は都市部での散策と比較して起床時眠気を有意に改善し, 疲労回復を有意に促進することが証明され³⁷⁾, 森林浴による睡眠改善効果が明らかになった^{2, 27, 37, 43)}。

8. 都市公園での森林浴も健康増進効果をもたらす^{2, 26, 27, 43)}。

都市公園散策によるリラックス効果を検証するために, 著者らは東京の都市公園 (新宿御苑, 北の丸公園, 日比谷公園, 明治神宮, 自然教育園, 六義園, 有栖川宮記念公園, 代々木公園, 昭和記念公園等) で森林浴実験を行い, ストレスや疲労への影響について検討した²⁷⁾。都市公園散策は緊張・不安, 抑うつ・落込み, 怒り・敵意, 活気, 疲労, 混乱の症状を有意に改善したことが明らかとなり (図 13), 都市公園での森林浴も健康増進効果が認められた。都市公園の様な身近な環境においてリラックス効果が得られる森林浴は, 新しいストレス軽減法と疾病予防法として期待される⁴³⁾。

9. 森林環境の嗅覚成分 (フィトンチッド) の効果

森林のどの要素が NK 活性を上昇させたのだろうか? 我々は森林環境の嗅覚成分に注目した。2004 年に行ったフィトンチッドによる NK 活性への影響の *in vitro* 実験⁴⁴⁾ 及び 2008 年に行ったホテルにおけるヒノキ精油吸入実験の結果⁴⁵⁾ をまとめると, 森林からのフィトンチッドは 2 つのメカニズムで

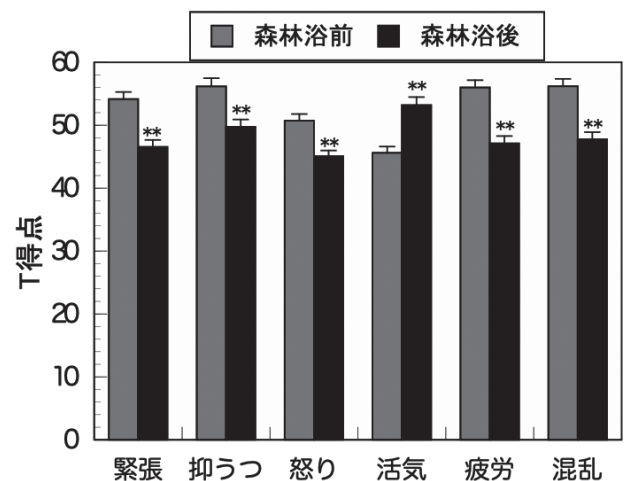


図 13. 都市公園散策は有意に活気を上昇させ, 緊張, 抑うつ, 怒り, 疲労, 混乱を有意に低下させる²⁾ (平均 ± 標準誤差 $n=98$) **: $p < 0.01$ (森林浴前との比較)

NK細胞を活性化させたと考えられる。1つ目はフィトンチッドが鼻から吸入され、血液に入り、直接的にNK細胞に作用する。2つ目はフィトンチッドが嗅覚神経を通して脳の鎮静化をもたらす、自律神経のバランスを制御することによってストレスホルモンの分泌を抑え、NK細胞の活性化に寄与する。このようにフィトンチッドの吸入は免疫機能増強、ストレスホルモン減少及びリラククス効果をもたらすことが明らかにされ、森林環境の嗅覚成分は森林浴効果に最も寄与することを突き止めた^{44,45)}。さらに森林嗅覚成分ヒノキ精油の吸入による職場のストレス管理対策に活用できることも明らかにされた⁴⁶⁾。最近ではヒノキ精油の吸入による認知機能低下の予防効果に関する研究を進めている⁴⁷⁾。

10. 森林浴はリハビリテーション医学への応用も期待できる

脳卒中発症後及び骨折後の入院患者ではうつ病症状を示す割合は何れも約30%と報告され、有効な対策が求められている。この背景を踏まえて、2018年から都市公園における森林浴のうつ予防効果をリハビリテーション診療への応用を試みた。回復期リハビリテーション病院の入院患者を対象に病院に隣接している日本庭園での森林浴によるうつ症状改善効果とリラククス効果を検討した。20分の日本庭園散策は有意に入院患者の緊張・不安、憂うつ・落ち込み、怒り・敵意、混乱、疲労症状を低下させ、庭園散策によるリラククス効果が認められ、庭園散策によるうつ症状改善の有効性が示唆された。リハビリテーション病院の入院患者における森林浴のうつ予防効果が期待される^{1, 27, 48-50)}。Kangら⁵¹⁾も森林浴が慢性的な後頸部痛を伴う患者の全身状態を改善したと報告している。さらに、落合ら⁵²⁾は脊髄損傷の成人男性患者に対する自然療法(盆栽による刺激)の心理生理学的効果を測定し、脊髄損傷患者において森林浴が生理学的心理的リラククス状態を引き起こす可能性があることを報告した。上記の研究と別の研究⁵³⁾は共に森林浴がリハビリテーション医療に応用できることを示唆している。ただし、この分野についてはさらなる研究が必要である。

現在、著者は森林医学のリハビリテーション医学への応用を目指しては以下の研究を進めている。

- ①リハビリテーション病院の入院患者における森林浴のうつ予防効果に関する研究
- ②リハビリテーションの視点からヒノキ精油の吸入による認知機能低下の予防効果に関する研究⁴⁷⁾

③ヒノキ精油の吸入による嚥下機能への影響に関する研究⁵⁴⁾

④fMRIを用いたヒノキ精油の吸入による嚥下機能への影響の機序に関する研究

11. 森林浴は免疫機能増強、メンタルストレス減少及び生活習慣病の予防効果を介してコロナ感染症への予防効果も期待される

免疫機能低下の高齢者及び基礎疾患をもつ患者はコロナウイルスに感染しやすく重症化しやすい。即ち、コロナ感染症の予防及びその重症化の予防には免疫機能増強・維持が重要である。この視点から森林浴による免疫機能増強はコロナウイルス感染予防及びその重症化の予防に貢献できる。

また森林浴はメンタルストレスとストレスホルモンを減少させ、うつ状態の改善に有効であることから、コロナ流行によるメンタルストレス対策には有効である¹⁾。著者がイタリアとの共同研究では室内で森林景色の映像視聴はロックダウンによる精神的疲労の回復効果を有することが判明した⁵⁵⁾。また森林環境の嗅覚成分の吸入による職場のストレス管理対策の研究ではヒノキ精油の吸入は室内森林浴としてコロナ感染症による隔離、長期的外出自粛などに由来するメンタルストレスの管理対策にも貢献できると示唆された⁴⁶⁾。Kimら⁵⁶⁾も韓国における新型コロナウイルス感染症の発生時に韓国の森林治療プログラムが過労の医療従事者のメンタルストレスと睡眠の質の改善に良い効果をもたらしたと報告した。RovielloとRoviello⁵⁷⁾は、イタリアの森林地域における新型コロナウイルス感染症による死亡率の低下が、地中海植物による免疫保護作用を示しており、緑地が新型コロナウイルス感染症の予防に及ぼす影響を示唆していると報告した。Timko Olsonら⁵⁸⁾は新型コロナウイルス感染症のパンデミック中、社会的孤立、高いレベルのストレスを抱えている人々を対象に森林浴による影響を検討した結果、森林浴は、ストレスにさらされているグループ、うつ病、孤独感を経験しているグループにとって特に重要であると報告し、新型コロナウイルス感染症後の健康管理と疾病予防における森林医学の重要性を示唆している。さらにRovielloら⁵⁹⁾は森林浴と身体活動は新型コロナウイルス感染症に対する予防効果をもたらす可能性を総説でまとめた。Wajchman-Switalskaらも都市の緑地はポーランドにおける新型コロナウイルス感染症による精神的ストレスを軽減できると報告している⁶⁰⁾。またMuroら^{61, 62)}は

スペインにおける新型コロナウイルス感染症パンデミック中に森林浴による心理的リラックス効果を報告した。したがって、森林浴は新型コロナウイルス感染症による精神的ストレスや精神疾患の予防効果があると示唆された。森林浴は高血圧や心臓病の予防効果もあり³³⁻³⁵⁾、これらの疾患を持つ患者の新型コロナウイルス感染症を予防できる。

総じて以上の研究はポストコロナの健康管理・健康維持における森林医学の重要性を示唆した⁶³⁻⁶⁵⁾。

ストレスは免疫機能を低下させ、万病の元である。森林浴はストレス減少を介して高血圧、糖尿病、心疾患、呼吸器疾患などへの予防効果を発揮できる。この視点からも森林浴はコロナウイルス感染症の予防とその重症化の予防に貢献できる。これからコロナと共生・共存する生活様式に強いられ、森林浴による免疫機能増強とストレス低減は重要な予防法になってくる⁶³⁻⁶⁵⁾。ただし、この分野においてはさらなる研究が必要である。

12. 森林浴による未病・生活習慣病予防効果

森林浴は、ストレス低減と交感神経活動の低下を介して血圧と心拍数を低下させ、さらに血中アディポネクチンおよびDHEA-Sを上昇させ、高血圧症・心臓病などの生活習慣病の予防効果が示唆される^{1, 2, 32, 34, 43)}。また森林浴は、うつ病の予防効果³⁷⁾、がんの予防効果も明らかとなり²²⁾、森林浴による未病・生活習慣病予防の可能性が示唆されている^{1, 25-27, 43)}。

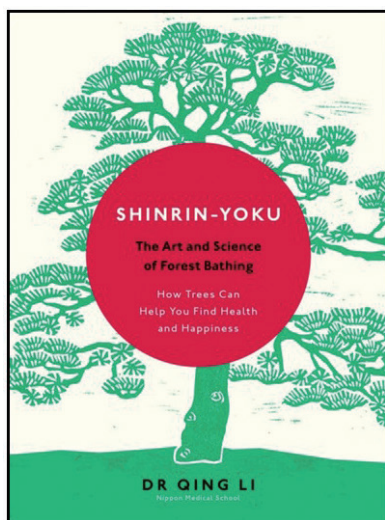
13. 新しい予防医学として森林医学の確立

このように、現在、森林浴は感覚から科学に発展され (From a feeling to a science), 森林浴の健康増進効果及び様々な疾病予防効果が実証されつつある。

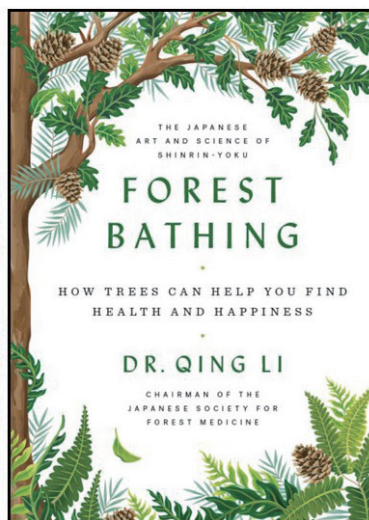
2005年以來、著者の研究チームは森林医学に関する英文論文・著書を多数発表し、Forest Medicine²⁾を編集・執筆し、2012年に米国で出版し、2013年に中国語に³⁾、2017年に韓国語に翻訳され⁴⁾、森林医学の確立を目指している。(図2)

また本研究成果は日本の森林資源の有効利用を大きく促進させ、大きな社会効果と経済効果をもたらしたため、学術界だけでなく、一般社会にも大きなインパクトを与え、NHK、民放テレビ、朝日・読売・毎日・日本経済新聞、BBC、NBC、ニューヨークタイムズをはじめ、多数の大手マスコミにも報道された。さらに2018年に著書「Shinrin-yoku」と「Forest Bathing」が世界大手出版社 Penguin Random Houseによって英国と米国で同時に出版され^{66, 67)}、「Forest Bathing」は米国でベストセラーとなり(図14)⁶⁷⁾、その後25の言語(オランダ、フランス、スペイン、ドイツ、イタリア、ポルトガル、フィンランド、ハンガリー、ブルガリア、ポーランド、ロシア、チェコ、スロバキア、中国語簡体字と繁体字、デンマーク、スウェーデン、ルーマニア、韓国、スロベニア、ベトナム、リトアニア、日本語、タイ、トルコ)^{27, 68-92)}に翻訳された。現在、Shinrin-yokuは国際的に受け入れられ、英語として定着している。

2011年に森林医学研究は、日本医科大学賞を受



Penguin Random House UK
2018.4.5英国出版



Penguin Random House US
2018.4.17米国出版



アメリカでベストセラーに！
科学書籍が初めて
ベストセラーになった！

Penguin Random Houseは世界の最大出版社！

図 14. Shinrin-yoku と Forest Bathing

賞した。森林医学は、新しい予防医学として日本の医科大学に認められた証である。日本医科大学は、1876年に創立され、長い歴史のある私立医科大学でもある。

さらに2022年に森林医学研究は、2021年度の日本衛生学会学会賞を受賞した (http://www.nihon-eisei.org/activity/awards/jsh_award/) (図15)^{43, 93)}。これは森林医学が新しい予防医学として日本衛生学会に認められたことを意味し、森林医学は新しい予防医学として確立されたといえよう。

2019年に著者が共同編集した「International Handbook of Forest Therapy」は森林セラピーの教科書・ハンドブックとして世界中に活用されている⁹⁴⁾。森林浴は1982年に日本で誕生し、現在日本から発祥した森林浴・森林医学^{1, 2, 27, 43, 93)}は新しい健康増進法と疾病予防法として世界中に広がっている勢いを見せており、多くの国で森林浴が推奨されている⁶⁶⁻⁹⁷⁾。これからも森林浴・森林医学は健康増進法・ストレス対処法・生活習慣病予防法として大きく注目されると考えられる。

著者はこれまでの森林浴研究から森林浴のポイントをまとめて以下の10か条を提唱している²⁷⁾。

- ①基礎疾患を有する場合は、必ず旅行前にかかりつけ医に相談する。
- ②森林浴の運動(活動)量は、平日の運動量または自分の体力に合わせて、疲れない程度にする。
- ③森林浴は2時間2.5km(半日)または4時間5km(1日)を目安に計画する。
- ④疲れを感じたら、随時休憩をとる。喉が渴いたら、

随時水分を補給する。

- ⑤五感で森林を感じるようにし、好きな景色(場所)を見つけたら安息しよう。
- ⑥森林浴中は、スマートフォンやデジタル機器を控え、自然の景色を楽しもう。
- ⑦森林浴の途中や前後に、ヨガ、太極拳、瞑想、深呼吸法などのアクティビティを取り入れても良い。
- ⑧時間の余裕があれば、森林浴後、入浴(あれば温泉浴がよい)をしよう。
- ⑨森林浴前後のお酒は控える。
- ⑩早寝早起きを心がけよう。

まとめ

1. 森林浴 Shinrin-Yoku は免疫機能を増強し、がんの予防効果がある
2. 森林浴 Shinrin-Yoku はストレスとストレスホルモンを低下させ、ストレス管理に応用できる。
3. 森林浴 Shinrin-Yoku は睡眠を改善する。
4. 森林浴 Shinrin-Yoku はうつ病の予防効果がある。
5. 森林浴 Shinrin-Yoku は血圧と心拍数を低下し、高血圧症と心臓病の予防効果がある。
6. 森林浴 Shinrin-Yoku はリハビリテーション医学にも応用できる。
7. 都市公園での Shinrin-Yoku も健康増進効果がある。
8. 森林浴 Shinrin-Yoku は抗加齢(アンチエイジング)効果がある。
9. 森林浴 Shinrin-Yoku は生活習慣病の予防効果がある。
10. 森林浴 Shinrin-Yoku はコロナ感染症の予防効果



図15. 森林医学研究は2021年度の日本衛生学会学会賞受賞⁹³⁾

もある。

11. 森林の嗅覚成分, フィトンチッドの健康増進効果が重要である。
12. 森林医学は生活習慣病の新しい予防医学として臨床医学とリハビリテーション医学への応用が期待されている。
13. 森林医学の理念と概念を世界に広めることが期待されている。

謝 辞

著者の研究は農水省高度化事業研究プロジェクト, 科学研究費助成金, 農水省の戦略的イノベーション創造プログラム, 国土緑化推進機構及び公益財団法人車両競技公益資金記念財団などの助成金によって支援された。またこの場を借りて, 日本医科大学, 森林総合研究所, 国際自然・森林医学会(INFOM), 長野県立木曽病院, 佐倉厚生園病院, 三郷ケアセンターの共同研究者を始め, 本研究にご協力頂いた共同研究者及び被験者の皆様に心より深謝致す。

引用文献

- 1) Li Q. New concept of Forest Medicine. *Forests*, 2023, 14(5): 1024. <https://doi.org/10.3390/f14051024> - 16 May 2023
- 2) Li Q. *Forest Medicine*. Nova Science Publishers, Inc., NY, 2012.
- 3) 李卿. 森林医学中国語翻訳版. 中国科学出版社, 中国, 2013.
- 4) Li Q. *Forest Medicine in Korean*. Publisher of Iroomnamu, Gyeonggi Province, Korea, 2017.
- 5) Okada S, Li Q (co-first author), Whitin JC, et al. Intracellular Mediators of Granulysin-induced Cell Death. *J Immunol* 2003; 171: 2556-2562.
- 6) Li Q, Dong C, Deng A, et al. Hemolysis of Erythrocytes by Granulysin Derived Peptides but not by Granulysin. *Antimicrobial Agents and Chemotherapy* 2005; 49: 388-397.
- 7) Dong C, Li Q, Lyu S, et al. A novel apoptosis pathway activated by the carboxyl terminus of p21. *Blood* 2005; 105: 1187-94.
- 8) Deng A, Chen S, Li Q, et al. Granulysin, a cytolytic molecule, is also a chemoattractant and proinflammatory activator. *J Immunol* 2005; 174: 5243-8.
- 9) Li Q, Nakadai A, Ishizaki M, et al. Dimethyl 2, 2-dichlorovinyl phosphate (DDVP) markedly decreases the expression of perforin, granzyme A and granulysin in human NK-92CI cell line. *Toxicology* 2005; 213: 107-16.
- 10) Li Q, Liang Z, Nakadai A, et al. Effect of electric foot shock and psychological stress on NK, LAK and CTL activities, NK receptors and mRNA transcripts of granzymes and perforin. *Stress* 2005; 8: 107-116.
- 11) Li Q, Morimoto K, Nakadai A, et al. Healthy lifestyles are associated with higher levels of perforin, granulysin and granzymes A/B -expressing cells in peripheral blood lymphocytes. *Prev Med*. 2007; 44: 117-123.
- 12) Li Q, Kobayashi M, Kawada T. Ziram induces apoptosis and necrosis in human immune cells. *Arch Toxicol* 2011; 85: 355-61.
- 13) Li Q, Kobayashi M, Kawada T. Mechanism of ziram-induced apoptosis in human T lymphocytes. *Arch Toxicol* 2012; 86: 615-23.
- 14) Li Q, Kobayashi M, Kawada T. Effect of carbamate pesticides on perforin, granzymes A-B-3/K, and granulysin in human natural killer cells. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2015; 28(3): 403-10.
- 15) Li Q. Natural Killer Cell Assays in Immunotoxicity Testing. *Methods Mol Biol* 2018; 1803: 231-241.
- 16) Li Q, Morimoto K, Nakadai A, et al. Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins. *Int. J. Immunopathol. Pharmacol* 2007; 20: 3-8.
- 17) Li Q, Morimoto K, Kobayashi M, 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: 117-27.
- 18) Li Q, Morimoto K, Kobayashi M, 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.
- 19) Li Q, Kobayashi M, Inagaki H, et al. A day trip to a forest park increases human natural killer activity and the expression of anti-cancer proteins in male subjects. *J Biol Regul Homeost Agents* 2010; 24: 157-65.
- 20) 李卿. 森林浴の生体免疫機能への効果. *日本医事新報* 2008; 4389: 66-68.
- 21) Li Q. Effect of forest bathing trips on human immune function. *Environ Health Prev Med* 2010; 15: 9-17.
- 22) Li Q, Kobayashi M, Kawada T. Relationships between percentage of forest coverage and standardized mortality ratios (SMR) of cancers in all prefectures in Japan. *The Open Public Health Journal* 2008; 1: 1-7.
- 23) Li Q, Kawada T. Effect of forest environments on human natural killer (NK) activity. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2011; 24: 39S-44S.
- 24) 李卿, 川田智之. 森林セラピーによる「精神心理・神経系—内分泌系—免疫系」ネットワークへの影響. *日衛誌* 2011; 66: 645-650.
- 25) 李卿, 川田智之. 森林医学の臨床応用の可能性. *日衛誌* 2014; 69: 117-121.
- 26) 李卿. 森林浴と未病. *未病と抗老化* 2019; 28: 49-53.
- 27) 李卿. 森林浴, まむかいブックスギャラリー, 東京, 2020年 <https://www.hanmoto.com/bd/isbn/9784904402856>
- 28) Lee J, Tsunetsugu Y, Takayama N, Park BJ, Li Q, et al. Influence of Forest Therapy on Cardiovascular

- Relaxation in Young Adults. *Evid Based Complement Alternat Med* 2014; 2014: 834360.
- 29) Song C, Ikei H, Kobayashi M, Miura T, Taue M, Kagawa T, Li Q, et al. Effect of Forest Walking on Autonomic Nervous System Activity in Middle-Aged Hypertensive Individuals: A Pilot Study. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2015; 12: 2687-2699.
- 30) Takayama N, Korpela K, Lee J, Morikawa T, Tsunetsugu Y, Park BJ, Li Q, et al. Emotional, restorative and vitalizing effects of forest and urban environments at four sites in Japan. *Int J Environ Res Public Health* 2014; 11: 7207-30.
- 31) Ochiai H, Ikei H, Song C, Kobayashi M, Miura T, Kagawa T, Li Q, et al. Physiological and Psychological Effects of a Forest Therapy Program on Middle-Aged Females. *Int J Environ Res Public Health* 2015; 12: 15222-32.
- 32) Song C, Ikei H, Kobayashi M, Miura T, Li Q, et al. Effects of viewing forest landscape on middle-aged hypertensive men. *Urban Forestry & Urban Greening* 2017; 21: 247-252.
- 33) Li Q, Otsuka T, Kobayashi M, et al. Acute effects of walking in forest environments on cardiovascular and metabolic parameters. *Eur J Appl Physiol* 2011; 111: 2845-53.
- 34) Ochiai H, Ikei H, Song C, Kobayashi M, Takamatsu A, Miura T, Kagawa T, Li Q, et al. Physiological and psychological effects of forest therapy on middle-age males with high-normal blood pressure. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2015; 12: 2532-42.
- 35) Li Q, Kobayashi M, Kumeda S, et al. Effects of Forest Bathing on Cardiovascular and Metabolic Parameters in Middle-Aged Males. *Evid Based Complement Alternat Med* 2016; 2016: 2587381.
- 36) Li, Q. The secret power of the forest: From a feeling to a science. In *NATURE IS A HUMAN RIGHT*; Miles, E.; Ed.; Dorling Kindersley Ltd.: London, UK, 2022; pp 36-48.
- 37) Li Q, Ochiai H, Ochiai, T, et al. 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. <https://doi.org/10.1265/ehpm.22-00136>.
- 38) Mao GX, Cao YB, Lan XG, et al. Therapeutic effect of forest bathing on human hypertension in the elderly. *J. Cardiol.* 2012; 60: 495-502.
- 39) Yu CP, Lin CM, Tsai MJ, et al. Effects of Short Forest Bathing Program on Autonomic Nervous System Activity and Mood States in Middle-Aged and Elderly Individuals. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017; 14: pii: E897.
- 40) Ideno Y, Hayashi K, Abe Y, et al. Blood pressure-lowering effect of Shinrin-yoku (Forest bathing): A systematic review and meta-analysis. *BMC Complement. Altern. Med.* 2017; 17: 409.
- 41) Yau KK, Loke AY. Effects of forest bathing on pre-hypertensive and hypertensive adults: A review of the literature. *Environ. Health Prev. Med.* 2020; 25: 23.
- 42) Huang R, Li A, Li Z, et al. Adjunctive Therapeutic Effects of Forest Bathing Trips on Geriatric Hypertension: Results from an On-Site Experiment in the Cinnamomum camphora Forest Environment in Four Seasons. *Forests* 2023; 14: 75; <https://doi.org/10.3390/f14010075>.
- 43) Li Q. Effects of forest environment (Shinrin-yoku/Forest bathing) on health promotion and disease prevention - the Establishment of "Forest Medicine"-*Environ Health Prev Med.* 2022; 27: 43. doi: 10.1265/ehpm.22-00160.
- 44) Li Q, Nakadai A, Matsushima H, et al. Phytoncides (wood essential oils) induce human natural killer cell activity. *Immunopharmacol. Immunotoxicol* 2006; 28: 319-33.
- 45) Li Q, Kobayashi M, Wakayama Y, et al. Effect of phytoncide from trees on human natural killer function. *Int J Immunopathol Pharmacol* 2009; 22: 951-9.
- 46) 李卿, 落合匠, 萩原祐希, ほか. 森林嗅覚成分ヒノキ精油の吸入による職場のストレス管理対策に関する研究. 第92回日本衛生学会総会. 兵庫, 2022.3.
- 47) 李卿, 青柳陽一郎. リハビリテーションの視点からヒノキ精油の吸入による認知機能低下の予防効果に関する予備的検討. 第59回日本リハビリテーション医学会学術集会, 2022年6月23~25日, 横浜
- 48) 李卿, 松元秀次. 森林浴(森林セラピー)の健康増進効果及びリハビリテーション診療への応用. 第56回日本リハビリテーション医学会学術集会, 2019年6月12-16日, 神戸
- 49) Li Q, Matsumoto S. Relaxing effects of forest bathing and the application in rehabilitation medicine. 13th International Society of Physical and Rehabilitation Medicine World Congress (ISPRM 2019) June 9-13, 2019, Kobe International Conference Center, Japan
- 50) 李卿. 森林医学及びそのリハビリテーション医学への応用について. *日医大医学会誌* 2021; 17: 229.
- 51) Kang B, Kim T, Kim MJ, et al. Relief of Chronic Posterior Neck Pain Depending on the Type of Forest Therapy: Comparison of the Therapeutic Effect of Forest Bathing Alone versus Forest Bathing with Exercise. *Ann. Rehabil. Med.* 2015; 39: 957-963.
- 52) Ochiai H, Song C, Ikei H, et al. Effects of Visual Stimulation with Bonsai Trees on Adult Male Patients with Spinal Cord Injury. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2017; 14: 1017.
- 53) Baker S, Gilhen-Baker M, Roviello GN. The Role of Nutrition and Forest-Bathing in the Physical Rehabilitation of Physically Inactive Patients: From the Molecular Aspects to New Nature-Inspired Techniques. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2023; 20: 793.
- 54) 古谷亮, 川上麻咲, 竹之内雅子, 李卿, 大橋美穂, 青柳陽一郎. ヒノキ精油の吸入による嚥下機能改善効果に関する研究. 第29回日本摂食嚥下リハ

- ピリテーション学会 学術大会, 2023年9月2~3日, 横浜
- 55) Zabini F, Albanese L, Becheri FR, Gavazzi G, Giganti F, Giovanelli F, Gronchi G, Guazzini A, Laurino M, Li Q, et al. Comparative Study of the Restorative Effects of Forest and Urban Videos during COVID-19 Lockdown: Intrinsic and Benchmark Values. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020; 17: 8011.
- 56) Kim Y, Choi Y, Kim H. Positive Effects on Emotional Stress and Sleep Quality of Forest Healing Program for Exhausted Medical Workers during the COVID-19 Outbreak. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2022; 19: 3130.
- 57) Roviello V, Roviello GN. Lower COVID-19 mortality in Italian forested areas suggests immunoprotection by Mediterranean plants. *Environ. Chem. Lett.* 2021; 19: 699-710.
- 58) Timko Olson ER, Hansen MM, Vermeesch A. Mindfulness and Shinrin-Yoku: Potential for Physiological and Psychological Interventions during Uncertain Times. *Int. J. Environ. Res. Public Health* 2020; 17: 9340.
- 59) Roviello V, Gilhen-Baker M, Vicidomini C, et al. Forest-bathing and physical activity as weapons against COVID-19: A review. *Environ. Chem. Lett.* 2022, 20, 131-140.
- 60) Wajchman-Switalska S, Grabowska-Chenczke O, Wozniak M, Bałaj, B. Psychosocial Determinants of Recreational Activity within Urban Green Spaces during the COVID-19 Pandemic in Poland. *Forests* 2022; 13: 1569.
- 61) Muro A, Feliu-Soler A, Canals J, et al. Psychological benefits of Forest Bathing during the COVID-19 pandemic: A pilot study in a Mediterranean forest close to urban areas. *J. For. Res.* 2022; 27: 71-75.
- 62) Muro A, Mateo, C, Parrado E, et al. Forest bathing and hiking benefits for mental health during the COVID-19 pandemic in Mediterranean regions. *Eur. J. For. Res.* 2023; 142: 415-426.
- 63) 李卿. アフターコロナの健康管理・健康維持における森林医学の活用. 第91回日本衛生学会学術総会シンポジウム. 富山, 2021.3.
- 64) 李卿. The role of forest medicine in post-COVID-19 health management and disease prevention in Japan (シンポジウム), 第92回日本衛生学会学術総会, 2022年3月21日~23日, 西宮
- 65) 李卿. The role of forest medicine in post-COVID-19 health management and disease prevention in the world (シンポジウム), 第92回日本衛生学会学術総会, 2022年3月21日~23日, 西宮
- 66) Li Q. SHINRIN-YOKU. Penguin Random House UK, UK, 2018 <https://www.penguin.co.uk/books/308285/shinrin-yoku/9780241984857.html>
- 67) Li Q. Forest Bathing. Viking, USA, 2018. <https://www.penguinrandomhouse.com/books/579709/forest-bathing-by-dr-qing-li/>
- 68) Li Q. SHINRIN-YOKU -Editions First, France, 2018.
- 69) Li Q. SHINRIN-YOKU. AW Bruna, NETHERLANDS, 2018.
- 70) Li Q. Die wertvolle Medizin des Waldes. Rowohlt, Germany, 2018.
- 71) Li Q. Shinrin-yoku. Roca Editorial, Spain, 2018.
- 72) Li Q. SHINRIN-YOKU. Rizzoli, Italy, 2018.
- 73) Li Q. Shinrin-Yoku. Readme.fi, Finland, 2018.
- 74) Li Q. Shinrin-yoku. Insignis, Poland, 2018.
- 75) Li Q. Shinrin-Yoku, 20/20 Editora, PORTUGAL, 2018.
- 76) Li Q. Umenie a veda lesného kúpeľa - Šinrin'joku, Ikar S.A. SLOVAKIA, 2018.
- 77) Li Q. Šinrin-joku, Euromedia Group, CZECH REPUBLIC, 2018.
- 78) Li Q. SHINRIN-YOKU. BULGARIA, 2018.
- 79) Li Q. SHINRIN-YOKU. Eksmo Publishing House, RUSSIA, 2018.
- 80) Li Q. SHINRIN-YOKU. Gyldendal Dansk, Denmark, 2018.
- 81) Li Q. SHINRIN-YOKU. HEA LUGU, ESTONIA, 2018.
- 82) Li Q. SHINRIN-YOKU. Lifestyle Publishing, Romania, 2018.
- 83) Li Q. Shinrin-Yoku: Modernista, Sweden, 2019.
- 84) Li Q. Into the Forest. Penguin Random House UK, UK, 2019.
- 85) Li Q. SHINRIN-YOKU. Tuttle Mori Agency. Vietnamese, 2019.
- 86) 李卿. 森林癒. Linking Publishing Group, TAIWAN, 2019.
- 87) Li Q. SHINRIN-YOKU. PRUNASASANG, KOREA, 2019.
- 88) Li Q. SHINRIN-YOKU. Učila, Slovenia, 2019.
- 89) Li Q. SHINRIN-YOKU. DVI TYLOS, Lithuania, 2020.
- 90) 李卿. 森林浴. Citic, 中国. 2021.
- 91) Li Q. SHINRIN-YOKU. Pegasus Yayinlari, TURKEY, 2022.
- 92) Li Q. SHINRIN-YOKU. Thippawan THUEKHAM, THAILAND, 2022.
- 93) 李卿. 森林環境(森林浴)の健康増進及び疾病予防効果に関する研究 - 「森林医学」の確立 -. 日本衛生学雑誌 2022; 77 (増刊号): S71-S78. 李卿. (日本衛生学会学会賞受賞講演)
- 94) Kotte D, Li Q, Shin WS, Michalsen A. International Handbook of Forest Therapy. Cambridge Scholars Publishing, UK, 2019.
- 95) Li Q. Forest bathing in Japan. In: Barton J, Bragg R, Wood C and Pretty J (eds), Green Exercise - Linking Nature, Health and Well-Being. Routledge/Taylor & Francis, UK, 2016, pp79-88.
- 96) Li Q. Introduction of Forest Medicine-Effects of Forest Bathing/Shinrin-Yoku on Human Health, In: Gallis C and Shin WS. Forests for Public Health. Cambridge Scholars Publishing, UK, pp 2-30, 2020.
- 97) Li Q. Into the Forest. Penguin Random House UK, London, UK, 2019.6.