

<p>問 09</p>	<p>快適環境形成機能が高度に発揮される森林とはどのようなものか。</p>
<p>答</p>	<p>快適環境形成機能が高度に発揮される森林とは、人間の生活環境に対して高い気候緩和機能や大気浄化機能が発揮でき、人間に対するセラピー効果が高い森林である。</p> <p>(1) 森林の気候緩和機能</p> <p>森林には、気温の抑制、乾燥の抑制および低温の緩和などの気候緩和機能がある。森林は、水分を蒸散することによって日射のエネルギーを大量に消費し、付近の気温を下げる働きがある。気温上昇抑制機能は、極めて疎な林や冬季の落葉樹林では低い、常緑広葉樹林では比較的高い（根拠①）。森林を構成している樹木はその光合成作用によって大気中の二酸化炭素（CO₂）を吸収・固定するため、大気 CO₂ 濃度の上昇を緩和し、温暖化防止に貢献している。そのため、CO₂ 吸収・固定能力が高い樹種で構成されている森林は、快適な気温環境の形成に貢献する。森林の蒸発散によって林外と比べて林内は乾燥が緩和されるため（根拠②）、蒸発散能力が高い樹種で構成されている森林は快適な湿度環境の形成に貢献する。また、林冠が連続して地表を覆っていると、地表の熱が天空へ夜間に放射して失われる放射冷却が林内では少ないため、低温が緩和される（根拠①）。</p> <p>(2) 森林の大気浄化機能</p> <p>ガス状大気汚染物質の気孔を介した葉内への吸収能力や植物体表面への粒子状大気汚染物質の吸着能力が高い樹種で構成されている森林は、大気浄化機能が高いため、人間の生活環境における大気汚染環境の緩和に貢献する（根拠③、④）。</p> <p>(3) 森林のセラピー効果</p> <p>樹種の違う森林における人間への生理的リラックス効果などのセラピー効果の発現に関する研究調査は蓄積されつつある。これまでに 16 報の論文（広葉樹林 7 論文、混交林 1 論文、針葉樹林 8 論文）が発表されているが、樹種の違いに関わらず、すべての森林において人間への生理的リラックス効果が認められている（問 10-7）。今後、日本の様々な森林における生理データを比較し、より高い生理的リラックス効果と樹種との関係を検討することで、高いセラピー効果が発揮できる樹種から構成されている森林が明らかになるとと思われる。</p>

根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (5454)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 森林の施業によって林内孔状地を形成すると林内気温に明確な影響と季節変化がある。 	
	発表年：2002 年／著者：齋藤武史／掲載紙：東北森林科学会誌 7(2)： 65-68／タイトル： 林内気温と開空度との関係の季節変化	
② (5455)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 散孔材と環孔材樹種の蒸散能の違い。 	
	発表年：2011／著者：小笠真由美・岡本麻里亜・三木直子・山中典和・吉川 賢／掲載紙：2011・日本生態学会第 58 回全国大会／タイトル： 落葉広葉樹の通水機能の維持に対する乾燥時の葉の失水調節および乾燥解消後の通水機能の回復の寄与	
③ (5456)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 樹木の大气浄化能力は、大气汚染物質の気孔からの吸収、植物体表面における吸着および吸収・吸着する植物器官の量や葉面積などによって決定される。ガス状大气汚染物質の気孔を介した吸収能力が高く、ガス状大气汚染物質に対する抵抗力がある樹種が大气浄化に適している。 	
	発表年：2013／著者：戸塚 績／掲載紙：植物の大气浄化機能 書籍(朝倉書店発行)／タイトル：みどりによる環境改善	
④ (5457)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 落葉広葉樹と常緑広葉樹における着葉期間の違いを考慮すると、同一大气汚染状況下においては、常緑広葉樹の 1 年あたりのガス状大气汚染物質の潜在吸収能力は、落葉広葉樹のそれに比べて高いと見積もられた。 	
	発表年：1991／著者：戸塚 績，三宅 博／掲載紙：大气環境学会誌，26，A71-A /タイトル：緑地の大气浄化機能	

問 10-1	優占樹種の違いは気候緩和機能の発揮にどのような影響を与えるか。	
答	<p>林内では林外と比べて、風が和らぎ空気の乾燥が緩和されるなど、外界の気象要素の変動が緩和される傾向がある（根拠①）。森林樹木によって特有の気候環境が形成されることを森林の気候緩和機能と呼び、下記のようなものがある。</p> <p>1. 気温の抑制 森林は水分を蒸散することによって日射のエネルギーを大量に消費し、付近の気温を下げる働きがある。その結果、大気中の熱量分布に影響が及び大気中の流れが変化するので地域の気候にも影響が及ぶ（根拠②）。常緑広葉樹林では蒸発散の盛んな初夏には気温上昇抑制機能は最大で、林内外の日最高気温の差は約5℃前後になるという。一方、極めて疎な林や冬季の落葉樹林では緩和機能はほとんどない（根拠③）。優占種がケヤキやハルニレなど環孔材樹種の通水機能が強く蒸散速度も高いが、道管中の水柱が切れやすく強度の乾燥が有るような場所では機能が損なわれる（根拠④）。 気候緩和作用として森林内の日最高気温が低くなることが観測されるが、この理由は、葉が日射を遮り、この際に吸収した日射は光合成作用の他に蒸発散に利用されるので気温上昇は緩和されることによる。しかし、この機能は樹冠の疎密度や季節によって変化するので、優占種によって変わることを紹介した（根拠③）。この機能は、直射光がない雨天・曇天には蒸発散量が少なく小さい（根拠⑤）。</p> <p>2. 乾燥の抑制 森林の蒸発散によって林外と比べて林内は乾燥が緩和される。東北の森林の気象調査によると林内の日最低湿度が林外よりも約10%高いことがある（根拠⑥）。夏期、明治神宮の森へ入るとしっとりした感じがする（根拠⑤）。また降水量が少ない地域で高温になるような地帯では、樹木によって乾燥を防止することも考えられる。</p> <p>3. 低温の緩和 林冠が連続して地表を覆っていると、地表の熱が天空へ夜間に放射して失われる放射冷却が林内では少ない。このため、地上高1.5m付近の気温は林冠が十分に閉じた林内では、林外と比較すると日最低気温が約1℃高くなる（根拠③）。積雪のない地域の冬季では、冷気の滞留する地表面付近では低温緩和機能がさらに大きく、日最低気温が林外より5℃以上高いことがある（根拠②）。この機能は、霜穴形成によって生じる新植造林地の稚樹の保護の目的で、生活環境だけではなく森林の更新場面で活用できる（根拠①）。</p>	
	根拠 (文献番号)	知見
① (5475)	・大気汚染物質の動態も含め森林の気候緩和機能全般の記述がある。 発表年：1995／著者：荒木 眞之／掲載誌：1995・森林気象 川島書店／タイトル：森林気象	
②	・全天写真から林内気温が推定できる。	

(5476)	発表年：1991／著者：齋藤 武史／掲載誌：1991：森林総研北海道支所研究レポート 27:1-4／タイトル：全天写真を利用した簡便な林内気温の推定法
③ (5477)	<ul style="list-style-type: none"> ・森林の施業によって林内孔状地を形成すると林内気温に明確な影響と季節変化がある。 <p>発表年：2002／著者：齋藤 武史／掲載誌：2002・東北森林科学会誌 7(2)：65-68／タイトル：林内気温と開空度との関係の季節変化</p>
④ (5478)	<ul style="list-style-type: none"> ・森林の存在が、局地の気温を変化させる。 <p>発表年：／著者：渡辺力／掲載誌：2003、農林水産業及び農林水産物貿易と資源・環境に関する総合研究 農林水産技術会議事務局／タイトル：森林の気候緩和機能</p>
⑤ (318)	<ul style="list-style-type: none"> ・気孔コンダクタンスと熱収支の日変化が理論通り。 <p>発表年：1997／著者：神田学・森脇亮・横山仁／掲載誌：1997, 日本気象学会誌／タイトル：明治神宮の森の気候緩和機能・大気浄化機能の評価・大気浄化機能の評価(2) 森林環境気象モデルによるシミュレーション</p>
⑥ (5479)	<ul style="list-style-type: none"> ・散孔材と環孔材樹種の蒸散能の違い。 <p>発表年：2011／著者：小笠真由美・岡本麻里亜・三木直子・山中典和・吉川 賢／掲載誌：2011・日本生態学会第 58 回全国大会／タイトル：落葉広葉樹の通水機能の維持に対する乾燥時の葉の失水調節および乾燥解消後の通水機能の回復の寄与</p>

問 10-2	林相構造（単・複）の違いは気候緩和機能の発揮にどのような影響を与えるか。	
答	<p>森林の気候緩和機能としては、主に夏季の高温緩和、冬季の低温緩和、乾燥緩和、強風緩和の4つの機能がある（根拠①）。このうち強風緩和については防風機能とされる。林相の差異は林冠を構成する樹冠の疎密度と考える（根拠②）。しかし、樹冠疎密度と気候緩和を直接調べた研究例はほとんど無く、様々な林相における林内微気象の推定と予測は研究例が極めて限られている。</p> <p>林相を樹種ごとの樹冠疎密度と見なし、全天空写真から樹冠疎密度を推定した研究例（根拠②）を紹介する。林冠開空度の小さい密な林分ほど日最高気温、日平均気温が低く、日最低気温が高い傾向があり林冠による気温緩和作用が認められた。開空度と林内の相対湿度との関係は、日最高気温、日平均気温との関係ほどは相関が高くなかったが、開空度の小さい樹冠の密な林分ほど湿度が高かった。</p> <p>森林の内外で観測された気温を比較すると、林内では日最高気温が低くなる傾向が見られる。森林では葉が日射を遮り、吸収した日射エネルギーの多くは蒸発散に使われるので、林内の空気は加熱されない。森林による高温域の緩和機能は立木の疎密度や季節によって変化する。つまり葉量の多い林分で蒸発散の盛んな初夏には最大となり、林内外の日最高気温差は最大約5℃であった（根拠④、⑤）。また、雨天や曇天の日には蒸発散量が少ないので緩和機能は小さい。夏季、良く繁った東北地方の森林では、林内の日最低湿度が林外よりも10%以上高い事例から周辺の乾燥を緩和できる。林冠が頭上を覆うため放射冷却（夜間に地表熱が空へ放射して失われる）が林内では少ない。良く繁った林内では林外と比較して日最低気温が約1℃高い。従って、複層林の方が機能は発揮されやすい。冬季間のように冷気が滞留する地表面付近では低温緩和機能が大きい。裸地に近い疎な林分や冬季間の落葉樹林では緩和機能は見られない（根拠①、②、④）。</p> <p>森林の高温緩和機能は、散策路の街路樹や公園の休憩施設、屋敷林などで利用されている。さらに複雑な林相を持つ森林にはヒートアイランド現象の緩和にも役立つ（根拠③）。</p>	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (5475)	<ul style="list-style-type: none"> ・大気汚染物質の動態も含め森林の気候緩和機能全般の記述がある。 	発表年：1995／著者：荒木 眞之／掲載誌：1995・森林気象 川島書店／タイトル：森林気象
② (5476)	<ul style="list-style-type: none"> ・森林の気候緩和機能の定義と計測例。 	発表年：2000／著者：齋藤武史／掲載誌：2000 森総研所報 147 '0／タイトル：森林の多面的機能 No22 気候緩和機能
③ (5477)	<ul style="list-style-type: none"> ・全天空写真から樹冠疎密度を推定した研究例。 	

	発表年：1994／著者：齋藤武史・坂本知己／掲載誌：1994 平成5年度森林総合研究所研究成果撰集／タイトル：開空度を用いたケヤマハンノキ樹冠層内の純放射量の推定	
④ (5478)	・森林の気候緩和機能の実例と利用法の記述がある。	
	発表年：2004／著者：齋藤武史／掲載誌：2004, 森林総合研究所 所報 No. 39・04-6／タイトル：第22回 気候緩和機能	
⑤ (115)	・林地外とは異なる温和な大気環境を形成。	
	発表年：1993／著者：横山仁／掲載誌：1993 東京都農業試験場研究報告／タイトル：都市近郊緑地の大気保全機能--立川市川越道緑地を例とした場合	

問 10-3	<p>齢級の違いは気候緩和機能の発揮にどのような影響を与えるか。</p>	
<p>答</p>	<p>気候緩和機能とは、気温・乾燥・強風への耐性を意味する。林冠が日射の約 80～90%を吸収して約 5%を林床に落とし、放射冷却を緩和して気温の変動を穏やかにする。降水の一部を林冠や下層植生が受け止め、蒸発させたり、土壌中の水分を吸い上げて蒸散させて湿度の変動を緩和する。さらに、風や音等のエネルギーを減衰させたり、塩分や塵じん等を吸収・吸着する（根拠①）。いずれの機能発揮にも林冠の閉鎖が必要なので、植栽密度、土壌の肥沃度、そして樹形に大きく依存する（根拠②）。特に樹形に関しては、代表的造林種で考えると、枝が立っている樹型はスギやトドマツなどである。これに対して枝が広がる樹型ではヒノキやカラマツがあげられる（根拠②）。</p> <p>森林としての成長量が大きい場所は、結局、樹高成長が良好な地位の高い立地である。地位指数曲線で表現されるように齢級では成長の良否・活力は判断できないため、現地での樹高成長と気象害・病虫害に対する健全性の観点から樹冠長に注目する（根拠③）。林冠が閉鎖する段階から気候緩和機能が最大化されると考える。ただし、林冠が閉鎖した状態が長く続くと個体の成長が抑制され、枯死木が生じる自己間引きの状態になり、間伐等手遅れ林分になるので保育作業は実施せねばならない。炭素固定貯留機能も含め機能が最大値になるのは植栽密度と土地の良否に依存するが、約 4～6 齢級（スギ型は 4～5 齢級、ヒノキ型は 5～6 齢級）が目安になる（根拠③）。</p> <p>炭素固定量を増大させるためには、森林としての成長を速め林冠の隙間を空けず健全に維持する。ただし増加し続ける大気 CO₂ 濃度条件では枝葉が増加して林冠閉鎖が早まり、土壌が好気条件から嫌気条件になる。このため温室効果が CO₂ の 25 倍というメタンの発生源になる。気候緩和機能を考えるときは、間伐して林床へ光を導入することで林床を好気条件にすると共に下層植生を繁茂させ CO₂ 固定を速やかに行う事が必要である（根拠④）。</p>	
<p>根拠 (文献番号)</p>	<p>知見</p>	<p>データ等</p>
<p>① (115)</p>	<p>・林地外とは異なる温かな大気環境を形成。</p> <p>発表年：1993／著者：横山仁／掲載誌：1993 東京都農業試験場研究報告／タイトル：都市近郊緑地の大気保全機能--立川市川越道緑地を例とした場合</p>	
<p>② (5476)</p>	<p>・樹形、森林の多機能の経時変化の総論。</p> <p>発表年：2003／著者：藤森隆郎／掲載誌：書籍／タイトル：新しい森林管理</p>	
<p>③ (5477)</p>	<p>・林木の成長や生態的に見た間伐技術。</p> <p>発表年：2010／著者：藤森隆郎／掲載誌：書籍／タイトル：間伐と目標林型</p>	

④ (5478)	<ul style="list-style-type: none"> ・高 CO₂ 環境が進行すると上層樹冠が繁茂し林床へ届く光量が低下し林床が好気条件から嫌気条件になる。これによってメタンが放出する。 	
	発表年：2016／著者：小池孝良／掲載誌：2016 森林技術／タイトル：間伐の放置は温暖化を加速する：高 CO ₂ 環境とメタン放出	

問 10-4	優占樹種の違いは大気浄化機能の発揮にどのような影響を与えるか。	
答	<p>大気汚染物質を吸収する気孔の開き具合や吸着する植物器官の表面構造は樹種によって異なるため、森林における優占樹種が違えば大気浄化能力が異なると考えられる。現時点では、優占樹種が異なる日本の森林における大気汚染物質の吸収・吸着などを比較し、森林の大気浄化能力の差などを評価した研究例はないが、気孔を介したガス状汚染物質の葉内への吸収速度の樹種間差異に関する研究などが進んでいる。</p> <p>(1) 植物の大気浄化機能 植物の大気浄化機能とは、大気汚染物質を気孔から葉内に吸収し、植物体表面に吸着することにより、大気汚染物質の濃度を低下させる機能である(根拠①, ②, ③, ④)。</p> <p>(2) ガス状大気汚染物質 オゾン(O₃)、二酸化硫黄(SO₂)および二酸化窒素(NO₂)などのガス状大気汚染物質は、気孔を介して大気から葉内へ吸収されるため、樹木の大気浄化能力は気孔開度(気孔の開き具合)に依存する(根拠②, ③, ④)。したがって、気孔開度が高い樹種は、気孔開度が低い樹種に比べて、葉内に多くのガス状大気汚染物質を吸収できるため、潜在的な大気浄化能力は高い(根拠⑤, ⑥, ⑦, ⑧, ⑨)。ガス状大気汚染物質の気孔を介した吸収能力が高く、植物体表面への吸着能力が高く、抵抗力がある樹種が大気浄化に適している(根拠①, ③, ④, ⑨, ⑩)。</p> <p>(3) エアロゾル エアロゾル(大気中に浮遊する微小な液体または固体の粒子)のような粒子状大気汚染物質は、植物体表面に沈着する(根拠⑪, ⑫, ⑬, ⑭, ⑮)。現在のところ、ブラックカーボン粒子や硫酸アンモニウム粒子の植物体への沈着量における樹種間差異やその要因などはほとんど明らかにされていない(根拠⑯, ⑰)。粒子状大気汚染物質の葉への沈着量は葉の表面を覆っているクチクラワックスの量や組成や分布などに関係している可能性はあるが、それを示す根拠資料は現時点ではない。</p>	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (5458)	<ul style="list-style-type: none"> 植物は、葉に存在する気孔で二酸化炭素や水蒸気などのガス交換を行っているが、ガス状大気汚染物質は気孔から葉内に吸収される。 	<p>発表年：1979／著者：大政謙次／掲載紙：国立公害研究所研究報告，第10号，367-385／タイトル：植物群落の汚染ガス収着機能，現象の解析とそのモデル化</p>
② (5459)	<ul style="list-style-type: none"> 二酸化窒素(NO₂)は気孔から葉内に吸収されるが、その吸収速度には樹種間差異がある。 	

	発表年：1989／著者：Okano, K., Macjida, T. and Totsuka, T.／掲載紙：Environmental Pollution, 58, 1-17／タイトル：Differences in ability of NO ₂ absorption in various broad-leaved tree species	
③ (5460)	・O ₃ やNO ₂ のようなガス状大気汚染物質は、葉の気孔から吸収され、植物体の表面に吸着される。	
	発表年：1979／著者：大政謙次，安保文章，名取俊樹，戸塚 績／掲載紙：農業気象，35，77-83／タイトル：植物による大気汚染物質の収着に関する研究，(II)NO ₂ ，O ₃ あるいはNO ₂ +O ₃ 暴露下における収着について	
④ (5461)	・樹木の大气浄化能力は、大気汚染物質の気孔からの吸収、植物体表面における吸着および吸収・吸着する植物器官の量や葉面積などによって決定される。ガス状大気汚染物質の気孔を介した吸収能力が高く、ガス状大気汚染物質に対する抵抗力がある樹種が大气浄化に適している。	
	発表年：2013／著者：戸塚 績／掲載紙：書籍(朝倉書店発行) みどりによる環境改善，8-25／タイトル：植物の大气浄化機能	
⑤ (5462)	・二酸化窒素(NO ₂)は、葉の気孔から吸収されるが、その吸収速度には樹種間差異がある。	
	発表年：／著者：Furukawa, A., Isoda, O., Iwaki, H. and Totsuka, T.／掲載紙：Res. Rep. Natl. Inst. Environ. Stud., 11, 113-126／タイトル：Interspecific difference in resistance to sulfur dioxide.	
⑥ (5463)	・オゾン(O ₃)は、葉の気孔から吸収されるが、その吸収速度には樹種間差異がある。	
	発表年：1979／著者：Townsend, A. M.／掲載紙：J. Am. Soc. Hort. Sci., 99, 206-208／タイトル：Sorptions of ozone by nine shade tree species	
⑦ (5464)	・気孔開度が高い街路樹は、気孔開度が低い樹種に比べて、葉内に多くのオゾン(O ₃)を吸収できるため、潜在的な大気浄化能力は高い。	
	発表年：1987／著者：Fujinuma, Y., Furukawa, A., Totsuka, T. and Tazaki, T.／掲載紙：Environ. Control Biol., 25, 31-39／タイトル：Uptake of O ₃ by various street trees	
⑧ (5465)	・野外条件下で落葉広葉樹 78 種と常緑広葉樹 35 種の気孔開度を調べた研究に基づくと、落葉広葉樹の平均的な気孔開度は常緑広葉樹のそれに比べて大きい。	
	発表年：1991／著者：藤沼康実，町田 孝，岡野邦夫，名取俊樹，戸塚 績／掲載紙：大気環境学会誌，26，A71-A /タイトル：大気浄化植物の検索，広葉樹における葉面拡散抵抗特性の種間差異	
⑨ (5466)	・落葉広葉樹と常緑広葉樹における着葉期間の違いを考慮すると、同一大気汚染状況下においては、常緑広葉樹の 1 年あたりのガス状大気汚染物質の潜	

	<p>在吸収能力は、落葉広葉樹のそれに比べて高いと見積もられた。</p>	
	<p>. 発表年：1991／著者：戸塚 績，三宅 博／掲載紙：大気環境学会誌，26，A71-A／タイトル：緑地の大気浄化機能</p>	
⑩ (5467)	<p>・実験的研究によって、オゾン(O₃)の植物体への収着(吸収+吸着)と土壌への吸着が評価された。</p>	
	<p>発表年：2000年／著者：大政謙次，戸部和夫，細見正明，吉田舞奈，小林瑞穂／掲載紙：環境科学会誌，13，33-42／タイトル：緑地のオゾン収着機能の実験的研究，植物と土壌のオゾン収着速度の解析</p>	
⑪ (5468)	<p>・ブラックカーボン粒子は、葉などの植物体の表面に沈着・沈着される。</p>	
	<p>発表年：2012／著者：Yamaguchi, M., Otani, Y., Takeda, K., Lenggoro, W., Ishida, A., Yazaki, K., Noguchi, K., Sase, H., Murao, N., Nakaba, S., Yamane, K., Kuroda, K., Sano, Y., Funada, R. and Izuta, T.／掲載紙：Asian Journal of Atmospheric Environment, 6, 259-267 /タイトル：Effects of long-term exposure to black carbon particles on growth and gas exchange rates of <i>Fagus crenata</i>, <i>Castanopsis sieboldii</i>, <i>Larix kaempferi</i> and <i>Cryptomeria japonica</i> seedlings</p>	
⑫ (5469)	<p>・樹木の葉表面に沈着したブラックカーボン粒子の定量法が開発された。</p>	
	<p>発表年：2012／著者：Yamane, K., Nakaba, S., Yamaguchi, M., Kuroda, K., Sano, Y., Lenggoro, I. W., Izuta, T. and Funada, R.／掲載紙：Asian Journal of Atmospheric Environment, 6, 275-280／タイトル：Optical method for measuring deposition amount of black carbon particles on foliar surface</p>	
⑬ (5470)	<p>・樹木の葉表面に沈着したブラックカーボン粒子の可視化法が開発された。</p>	
	<p>. 発表年：2012／著者：Yamane, K., Nakaba, S., Yamaguchi, M., Kuroda, K., Sano, Y., Lenggoro, I. W., Izuta, T. and Funada, R. /掲載紙：Asian Journal of Atmospheric Environment, 6, 275-280 /タイトル：Visualization of artificially deposited submicron-sized aerosol particles on the surfaces of leaves and needles in trees</p>	
⑭ (5471)	<p>・日本の代表的な森林樹種4種(スギ、カラマツ、ブナ、スダジイ)の苗木の成長や葉のガス交換速度に対するサブミクロンサイズの硫酸アンモニウム粒子の長期影響を実験的研究によって調べた結果、スギは比較的硫酸アンモニウム粒子に対する感受性が高いことが明らかになった。</p>	
	<p>発表年：2014／著者：Yamaguchi, M., Otani, Y., Li, P., Nagao, H., Lenggoro, I. W., Ishida, A., Yazaki, K., Noguchi, K., Nakaba, S., Yamane, K., Kuroda, K., Sano, Y., Funada, R. and Izuta, T.／掲載紙：Atmospheric Environment, 97, 493-500／タイトル：Effects of long-term exposure to ammonium sulfate particles on growth and gas exchange rates of <i>Fagus crenata</i>, <i>Castanopsis sieboldii</i>, <i>Larix kaempferi</i> and <i>Cryptomeria japonica</i> seedlings</p>	

⑮ (5472)	・スギの葉表面の特性とブラックカーボン粒子の沈着との関係が検討された。	
	発表年：2016／著者：Nakaba, S., Yamane, K., Fukahori, M., Nugroho, W. D., Yamaguchi, M., Kuroda, K., Sano, Y., Lenggoro, I. W., Izuta, T. and Funada, R.／掲載紙：Journal of Plant Research, 129, 873-881 /タイトル：Effect of epicuticular wax crystals on the localization of artificially deposited sub-micron carbon-based aerosols on needles of <i>Cryptomeria japonica</i>	
⑯ (5473)	・これまでに得られたブラックカーボン粒子の樹木影響に関する知見が紹介されている。	
	発表年：2014／著者：伊豆田 猛, 山口真弘, 山根健一, 半 智史, 石田 厚, 矢崎健一, 野口享太郎, Wuled Lenggoro／掲載紙：エアロゾル研究, 29 (S1), 148-159／タイトル：森林樹木に対するブラックカーボン粒子の影響に関する実験的研究	
⑰ (5474)	・エアロゾル(ブラックカーボン粒子・硫酸アンモニウム粒子)の植物影響が解説されている。	
	.発表年：2016／著者：山口真弘・伊豆田 猛／掲載紙：大気環境学会誌, 51, A30-A36 /タイトル：植物に対するエアロゾル(PM _{2.5})の影響	

問 10-5	林相構造（単・複）の違いは、大気浄化機能の発揮にどのような影響を与えるか。	
答	<p>森林の大気浄化機能は、(1) 有害ガスが植物の葉に吸収される (2) 有害ガスが植物の葉面で分解される (3) 森林内で塵埃が地表に落下する (4) 微細な塵埃が植物の葉に付着することで、大気中の有毒ガスや塵埃の濃度を低下させることで発揮される（根拠①）。</p> <p>森林の大気浄化機能が当該森林の林相構造により影響を受けるであろうという可能性は、複層林とすることで土地面積あたりの葉面積（葉面積指数）が増加するであろうことから類推できるが、現在のところ、当該分野の研究事例は乏しく、今回調査した範囲において根拠とする有力な論文は見当たらなかった。</p>	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (3432)	<p>森林による大気浄化のしくみの解説。</p> <p>発表年：2004／著者：埜田 宏／掲載誌：森林総合研究所 所報 No.40・2004-7／タイトル：大気浄化機能</p>	全文

問 10-6	<p>齢級の違いは大気浄化機能の発揮にどのような影響を与えるか。</p>	
答	<p>森林の大気浄化機能は林齢の違いによる樹木の葉の面積の総量（葉面積指数）の増減にともない変化していくものと考えられる。</p> <p>森林の大気浄化機能は、(1) 有害ガスが植物の葉に吸収される (2) 有害ガスが植物の葉面で分解される (3) 森林内で塵埃が地表に落下する (4) 微細な塵埃が植物の葉に付着することで、大気中の有毒ガスや塵埃の濃度を低下させることで発揮される（根拠①）。これらの作用のうち、(3) 以外はすべて樹木の葉において生じる現象であるため、土地面積あたりに存在する葉の面積（葉面積指数）が大きい森林ほど大気浄化機能をよりよく発揮するものと考えられる。</p> <p>林齢と葉面積指数との関係は、林分閉鎖に至るまで葉面積指数は急速に増加し、閉鎖直後には一時的に最大期があり、以後漸減して一定の値を保つことが知られている（根拠②、③）。</p> <p>一方で、(1) の植物の葉に吸収される有害ガスの量については、葉の量だけでなく葉の表面に存在する気孔の開き方も重要となる（根拠④）。気孔の開き方は樹種によって異なり（根拠⑤）、同じ葉面積指数であっても気孔をより開く樹種の方が葉の内部への有害ガスの吸収量は大きくなる（根拠⑥）。</p> <p>同一樹種で構成される森林であれば、林齢にともなう葉面積指数の増減が大気浄化機能を決める主たる要因となるが、構成樹種が異なる森林の大気浄化機能を比較する場合には、葉面積指数のみでなく、気孔の開き方の違いも考慮する必要がある。</p>	
<p>根拠 (文献番号)</p>	<p>知見</p>	<p>データ等</p>
<p>① (3432)</p>	<p>森林による大気浄化のしくみの解説。</p>	<p>全文</p>
<p>② (3433)</p>	<p>林齢と葉面積指数との関係は、林分閉鎖に至るまで葉面積指数は急速に増加し、閉鎖直後には一時的に最大期があり、以後漸減して一定の値を保つ。</p>	<p>p 421 : 図-6. 林齢に対する林分葉量の変動-(96)原図 シラベーオオシラピソ林(61), ヨーロッパアカマツ林(64), スギ林(9)</p> <p>発表年：1976／著者：只木良也／掲載誌：日本林学会誌 58：416-423／タイトル：森林の現存量：とくにわが国の森林の葉量について</p>

<p>③ (3434)</p>	<p>LAI の測定値は 10～20 年で大きな値を示した後、緩やかな減少を続ける。</p>	<p>図-1 LAI の林齢依存性</p>
<p>発表年：2002／著者：村上茂樹／掲載誌：水文・水資源学会誌 15：461-471 ／タイトル：スギ・ヒノキ人工林における LAI と蒸発散の林齢依存性 およびその水源林管理への応用の可能性 35</p>		
<p>④ (3435)</p>	<p>気孔の開き方に基づく有害ガス（オゾン）吸収量算出法の解説： 葉へのオゾン吸収量は、大気中のオゾン濃度と気孔コンダクタンス（gs、気孔の開き具合の指標）、および葉面境界層拡散抵抗（rb_ozone）により算出できる。</p>	<p>p 91 式 2 $COU = \sum [03_air / (rb_ozone + rs_ozone)]$ COU：積算オゾン吸収量 03_air：大気中オゾン濃度 rb_ozone：葉面境界層拡散抵抗 rs_ozone：オゾンの気孔拡散抵抗 gs：気孔コンダクタンス $rs_ozon = 1 / (gs \times 0.663)$</p>
<p>発表年：2016／著者：伊豆田 猛／掲載誌：大気環境学会誌 51：85-96／ タイトル：植物に対するオゾン、酸性降下物およびエアロゾルの影響に関する研究</p>		
<p>⑤ (3436)</p>	<p>コナラ苗木の気孔コンダクタンス（気孔の開き具合の指標）は、同条件で生育したミズナラ苗木のおよそ半分程度であった。</p>	<p>p 138 Figure 5 ミズナラ、コナラの気孔コンダクタンス（gs）への高二酸化炭素と高オゾンの影響</p>
<p>発表年：2015／著者：北尾光俊、他 4 名／掲載誌：Environmental Pollution 206：133-141／タイトル：Growth overcompensation against O3 exposure in two Japanese oak species, Quercus mongolica var. crispula and Quercus serrata, grown under elevated O3</p>		
<p>⑥ (3437)</p>	<p>ブナ林の気孔コンダクタンスはコナラ林よりも高く、森林レベルでより多くのオゾン吸収する。</p>	<p>p 3 Figure 2 月別の森林の気孔コンダクタンス（Gs）とオゾン吸収量（POD0）</p>
<p>発表年：2016／著者：北尾光俊、他 12 名／掲載誌：Scientific Reports 6：32549／タイトル：Increased phytotoxic O3 dose accelerates autumn senescence in an O3-sensitive beech forest even under the present-level O3</p>		

問 10-7	<p>優占樹種の違いは快適生活環境形成の発揮にどのような影響を与えるか。</p>	
答	<p>この問いに答えられる学術的成果は生まれていない。 しかし、樹種の違いによるセラピー効果の発現に関する研究調査蓄積は存在するので、以下に記す。</p> <p>(1) これまでに生理実験が実施された沖縄から北海道までの 63 箇所の森林においては、①「広葉樹」は 36 森林、②「混交」は 15 森林、③「針葉樹」は 12 森林であった。</p> <p>(2) 論文化されている 16 論文の内訳は①「広葉樹」は 7 論文（根拠①～⑦）、②「混交」は 1 論文（根拠⑧）、③「針葉樹」は 8 論文（根拠⑨～⑯）であった。</p> <p>(3) 16 論文においては、樹種の違いに関わらず、すべての森林において、生理的リラックス効果が認められた。</p> <p>(4) 今後の課題として、68 実験（63 森林）における生理データを比較し、「より高い生理的リラックス効果」と「樹種」の関係を検討することにより、世界的にも報告されていない新知見が提出される可能性がある。</p>	
<p>根拠 (文献番号)</p>	<p>知見</p>	<p>データ等</p>
<p>① (3438)</p>	<p>・森林部における 15 分間の歩行ならびに座観において、都市部における歩行、座観に比べ (1) 拡張期血圧が低下した (図 5)。 (2) 脈拍数が低下した (図 6)。 (3) 副交感神経活動が亢進した (図 7)。 (4) 交感神経活動が抑制された (図 8)。</p> <p>発表年：2009 / 著者：B. J. Park, T. Kasetani, T. Morikawa, Y. Tsunetsugu, T. Kagawa and Y. Miyazaki / 掲載誌：Silva Fennica 43(2)：291-301 2009 (IF:1.16) / タイトル：Physiological effects of forest recreation in a young conifer forest in Hinokage Town, Japan</p>	<p>図 5, 6, 7, 8</p>
<p>② (3439)</p>	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 2 上)。 (2) 交感神経活動が抑制された (図 2 下)。 (3) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 3)。 (4) 脈拍数が低下した (図 4)。</p> <p>発表年：2011 / 著者：J. Lee, B. J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Ohira, T. Kagawa and Y. Miyazaki / 掲載誌：Public Health 125(2)：93-100 2011 (IF:1.57) / タイトル：Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects</p>	<p>図 2, 3, 4</p>

<p>③ (3440)</p>	<p>・森林部における 20 分間の歩行と座観において、都市部における歩行・座観に比べ (1) 脳前頭前野活動が鎮静化した (図 6)。 (2) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 7)。</p>	<p>図 6, 7</p>
<p>④ (3441)</p>	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 2)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 3)。 (3) 脈拍数が低下した (図 4)。</p>	<p>図 2, 3, 4</p>
<p>⑤ (3442)</p>	<p>・森林部における 15 分間の歩行において、都市部における歩行に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 5)。 (2) 収縮期血圧が低下した (図 6)。 (3) 拡張期血圧が低下した (図 7)。 (4) 脈拍数が低下した (図 8)。 森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 13)。 (2) 心拍数が低下した (図 14)。 (3) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 15)。</p>	<p>図 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15</p>
<p>⑥ (3443)</p>	<p>・森林部における 15 分間の歩行において、都市部における歩行に比べ (1) 収縮期血圧が低下した (図 6)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 7)。 (4) 脈拍数が低下した (図 8)。 (5) 交感神経活動が抑制された (図 10)。 (6) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 11)。 ・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ</p>	<p>図 6~11</p>
<p>発表年:2007/著者:B. J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Kasetani, H. Hirano, T. Kagawa, M. Sato and Y. Miyazaki/掲載誌:Journal of Physiological Anthropology 26(2): 123-128 2007 (IF:1.69)/タイトル:Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) - using salivary cortisol and cerebral activity as indicators</p>		
<p>発表年:2009 /著者:J. Lee, B. J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Kagawa and Y. Miyazaki/掲載誌:Scandinavian Journal of Forest Research 24(3): 227-234 2009 (IF:1.06)/タイトル:Restorative effects of viewing real forest landscapes, based on a comparison with urban landscapes</p>		
<p>発表年:2015/著者:C. Song, J. Lee, H. Ikei, T. Kagawa, Y. Miyazaki and B. J. Park/掲載誌:Journal of Korean Forestry Society 104(1): 140-149 2015/タイトル:Physiological and psychological effects of walking around and viewing a lake in a forest environment</p>		

	<p>(1) 収縮期血圧が低下した (図 6)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 7)。 (4) 脈拍数が低下した (図 8)。 (5) 副交感神経活動が亢進した (図 9)。 (6) 交感神経活動が抑制された (図 10)。 (7) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 11)。</p>	
	<p>発表年：2007／著者：Y. Tsunetsugu, B.J. Park, H. Ishii, H. Hirano, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Journal of Physiological Anthropology 26(2)：135-142 2007 (IF:1.69)／タイトル：Physiological effects of “Shinrin-yoku” (taking in the atmosphere of the forest) in an old-growth broadleaf forest in Yamagata prefecture, Japan</p>	
⑦ (3444)	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 1)。 (2) 交感神経活動が抑制された (図 2)。 (3) 収縮期血圧が低下した (図 3)。 (4) 脈拍数が低下した (図 5)。</p>	図 1, 2, 3, 5
	<p>発表年：2007／著者：古橋 卓、朴 範鎮、恒次祐子、平野秀樹、香川隆英、宮崎良文／掲載誌：関東森林研究 58 219-222 2007／タイトル：長野県木島平村カヤの平高原における生理指標を用いた森林浴の評価</p>	
⑧ (3445)	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 拡張期血圧が低下した (図 5)。 (2) 副交感神経活動が亢進した (図 6)。 (2) 交感神経活動が抑制された (図 7)。</p>	図 5, 6, 7
	<p>発表年：2008／著者：／B. J. Park and Y. Miyazaki 掲載誌：Journal of Korean Forest Society 97(6)：634-640 2008／タイトル：Physiological effects of viewing forest landscapes - results of field tests in Atsugi city, Japan (in Korean)</p>	
⑨ (3446)	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 2)。 (2) 脈拍数が低下した (図 3)。 (3) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 4)。</p>	図 2, 3, 4
	<p>発表年：2008／著者：B. J. Park, Y. Tsunetsugu, H. Ishii, S. Furuhashi, H. Hirano, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Scandinavian Journal of Forest Research 23(3)：278-283 2008 (IF:1.06)／タイトル：Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) in a mixed forest in Shinano Town, Japan</p>	
⑩ (3447)	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 2)。 (2) 収縮期血圧 (図 3 上) が低下した (図 3 上)。</p>	図 2, 3, 4, 5

	<p>(3) 拡張期血圧が低下した (図 3 中)。 (4) 脈拍数が低下した (図 3 下)。 (5) 副交感神経活動が亢進した (図 4)。 (2) 交感神経活動が抑制された (図 5)。</p>	
	<p>発表年：2015／著者：J. Lee, B. J. Park, T. Ohira, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：International Journal of Environmental Research and Public Health 12(2)：1874-1893 2015 (IF:2.04)／タイトル：Acute effects of exposure to traditional rural environment on urban dwellers: a crossover field study in terraced farmland</p>	
⑪ (3448)	<p>・2泊3日の森林セラピーによって、免疫機能の低下している女性被験者において (1) NK細胞活性が改善し、その効果は1週間保たれた (図 1、2)。 (2) 尿中アドレナリン、ノルアドレナリン濃度が低下した (図 3)</p>	図 1, 2, 3
	<p>発表年：2008／著者：Q. Li, K. Morimoto, M. Kobayashi, H. Inagaki, M. Katsumata, Y. Hirata, K. Hirata, T. Shimizu, Y. J. Li, Y. Wakayama, T. Kawada, T. Ohira, N. Takayama, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Journal of Biological Regulators & Homeostatic Agents 22(1)：45-55 2008／タイトル：A forest bathing trip increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins in female subjects</p>	
⑫ (3449)	<p>・中高年男性高血圧者における10分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 2)。 (2) 脈拍数が低下した (図 3)。</p>	図 2, 3
	<p>発表年：2017／著者：C. Song, H. Ikei, M. Kobayashi, T. Miura, Q. Li, T. Kagawa, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki／掲載誌：Urban Forestry & Urban Greening 21: 247-252 2017／タイトル：Effects of Viewing Forest Landscape on Middle-aged Hypertensive Men</p>	
⑬ (3450)	<p>・中高年男性高血圧者における森林セラピープログラム (6時間) において、前日 (日常生活) に比べ、 (1) 収縮期血圧が低下した (図 2 左)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 2 右)。 (3) 尿中アドレナリン濃度の低下した (図 3)。 (4) 血中コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 4)。</p>	図 2, 3, 4
	<p>発表年：2015／著者：H. Ochiai, H. Ikei, C. Song, M. Kobayashi, A. Takamatsu, T. Miura, T. Kagawa, Q. Li, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki／掲載誌：International Journal of Environmental Research and Public Health 12(12)：15222-15232 2015 (IF:2.04)／タイトル：Physiological and psychological effects of forest therapy on</p>	

	middle-aged males with high-normal blood pressure	
⑭ (3451)	<p>・中高年女性における森林セラピープログラム（6時間）において、前日（日常生活）に比べ、</p> <p>(1) 脈拍数が低下した（図2左）。</p> <p>(2) 唾液中コルチゾール（ストレスホルモン）濃度が低下した（図3）。</p>	図2, 3
	<p>発表年：2015／著者：H. Ochiai, H. Ikei, C. Song, M. Kobayashi, T. Miura, T. Kagawa, Q. Li, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki／掲載誌：International Journal of Environmental Research and Public Health 12(3)：2532-2542 2015 (IF:2.04)／タイトル：Physiological and psychological effects of a forest therapy program on middle-aged females</p>	
⑮ (3452)	<p>・2泊3日の森林セラピーによって、免疫機能の低下している男性被験者において</p> <p>(1) NK細胞活性が改善した（図1）。</p>	図1
	<p>発表年：2007／著者：Q. Li, K. Morimoto, A. Nakadai, H. Inagaki, M. Katsumata, T. Shimizu, Y. Hirata, K. Hirata, H. Suzuki, Y. Miyazaki, T. Kagawa, Y. Koyama, T. Ohira, N. Takayama, A.M. Krensky and T. Kawada／掲載誌：International Journal of Immunopathology and Pharmacology 20(S2)：3-8 2007 (IF:1.62)／タイトル：Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins</p>	
⑯ (3453)	<p>・2泊3日の森林セラピーによって、免疫機能の低下している男性被験者において</p> <p>(1) NK細胞活性が改善し、その効果は30日間保たれた（図1）。</p> <p>(2) 尿中アドレナリン濃度が低下した（図5）</p>	図1, 5
	<p>発表年：2008／著者：Q. Li, K. Morimoto, M. Kobayashi, H. Inagaki, M. Katsumata, Y. Hirata, K. Hirata, H. Suzuki, Y.J. Li, Y. Wakayama, T. Kawada, B.J. Park, T. Ohira, N. Matsui, T. Kagawa, Y. Miyazaki and A. M. Krensky／掲載誌：International Journal of Immunopathology and Pharmacology 21(1)：117-127 2008 (IF:1.62)／タイトル：Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins</p>	

問 10-8	林相構造（単・複）の違いは快適生活環境形成機能の発揮にどのような影響を与えるか。	
答	<p>この問いに答えられる学術的成果は生まれていない。 しかし、林相の違いによるセラピー効果の発現に関する研究調査蓄積は存在するので、以下に記す。</p> <p>(1) これまでに生理実験が実施された沖縄から北海道までの 63 箇所の森林においては、①「天然林（複層）」は 25 森林、②「里山林（複層）」は 27 森林、③「人工林（単層）」は 11 森林であった。</p> <p>(2) 論文化されている 16 論文の内訳は①「天然林（複層）」は 9 論文（根拠①～⑨）、②「里山林（複層）」は 4 論文（根拠⑩～⑬）、③「人工林（単層）」は 3 論文であった（根拠⑭～⑯）。</p> <p>(3) 16 論文においては、林相の違いに関わらず、すべての森林において、生理的リラックス効果が認められた。</p> <p>(4) 今後の課題として、68 実験（63 森林）における生理データを比較し、「より高い生理的リラックス効果」と「林相」の関係を検討することにより、世界的にも報告されていない新知見が提出される可能性がある。</p>	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (3439)	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ</p> <p>(1) 副交感神経活動が亢進した（図 2 上）。</p> <p>(2) 交感神経活動が抑制された（図 2 下）。</p> <p>(3) コルチゾール（ストレスホルモン）濃度が低下した（図 3）。</p> <p>(4) 脈拍数が低下した（図 4）。</p> <p>発表年：2011／著者：J. Lee, B. J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Ohira, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Public Health 125(2)：93-100 2011 (IF:1.57)／タイトル：Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects</p>	図 2, 3, 4
② (3442)	<p>・森林部における 15 分間の歩行において、都市部における歩行に比べ</p> <p>(1) 副交感神経活動が亢進した（図 5）。</p> <p>(2) 収縮期血圧が低下した（図 6）。</p> <p>(3) 拡張期血圧が低下した（図 7）。</p> <p>(4) 脈拍数が低下した（図 8）。</p> <p>森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ</p> <p>(1) 副交感神経活動が亢進した（図 13）。</p> <p>(2) 心拍数が低下した（図 14）。</p> <p>(3) コルチゾール（ストレスホルモン）濃度が低下した（図 15）。</p>	図 5, 6, 7, 8, 13, 14, 15

	<p>発表年：2015／著者：C. Song, J. Lee, H. Ikei, T. Kagawa, Y. Miyazaki and B. J. Park／掲載誌：Journal of Korean Forestry Society 104(1): 140-149 2015／タイトル：Physiological and psychological effects of walking around and viewing a lake in a forest environment</p>	
③ (3443)	<p>・森林部における 15 分間の歩行において、都市部における歩行に比べ</p> <p>(1) 収縮期血圧が低下した (図 6)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 7)。 (4) 脈拍数が低下した (図 8)。 (5) 交感神経活動が抑制された (図 10)。 (6) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 11)。</p> <p>森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ</p> <p>(1) 収縮期血圧が低下した (図 6)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 7)。 (4) 脈拍数が低下した (図 8)。 (5) 副交感神経活動が亢進した (図 9)。 (6) 交感神経活動が抑制された (図 10)。 (7) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 11)。</p>	図 6～11
	<p>発表年：2007／著者：Y. Tsunetsugu, B. J. Park, H. Ishii, H. Hirano, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Journal of Physiological Anthropology 26(2): 135-142 2007 (IF:1.69)／タイトル：Physiological effects of “Shinrin-yoku” (taking in the atmosphere of the forest) in an old-growth broadleaf forest in Yamagata prefecture, Japan</p>	
④ (3449)	<p>・中高年男性高血圧者における 10 分間の座観において、都市部における座観に比べ</p> <p>(1) 副交感神経活動が亢進した (図 2)。 (2) 脈拍数が低下した (図 3)。</p>	図 2, 3
	<p>発表年：2017／著者：C. Song, H. Ikei, M. Kobayashi, T. Miura, Q. Li, T. Kagawa, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki／掲載誌：Urban Forestry & Urban Greening 21: 247-252 2017／タイトル：Effects of Viewing Forest Landscape on Middle-aged Hypertensive Men</p>	
⑤ (3450)	<p>・中高年男性高血圧者における森林セラピープログラム (6 時間) において、前日 (日常生活) に比べ、</p> <p>(1) 収縮期血圧が低下した (図 2 左)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 2 右)。 (3) 尿中アドレナリン濃度の低下した (図 3)。 (4) 血中コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 4)。</p>	図 2, 3, 4
	<p>発表年：2015／著者：H. Ochiai, H. Ikei, C. Song, M. Kobayashi, A. Takamatsu, T. Miura, T. Kagawa, Q. Li, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki／掲載誌：International Journal of Environmental Research</p>	

	and Public Health 12(12): 15222-15232 2015 (IF:2.04)／タイトル: Physiological and psychological effects of a forest therapy program on middle-aged females	
⑥ (3451)	<p>・中高年女性における森林セラピープログラム (6 時間) において、前日 (日常生活) に比べ、</p> <p>(1) 脈拍数が低下した (図 2 左)。</p> <p>(2) 唾液中コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 3)。</p>	図 2, 3
	<p>発表年: 2015／著者: H. Ochiai, H. Ikei, C. Song, M. Kobayashi, T. Miura, T. Kagawa, Q. Li, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki／掲載誌: International Journal of Environmental Research and Public Health 12(3): 2532-2542 2015 (IF:2.04)／タイトル: Physiological and psychological effects of a forest therapy program on middle-aged females</p>	
⑦ (3452)	<p>・2泊3日の森林セラピーによって、免疫機能の低下している男性被験者において</p> <p>(1) NK 細胞活性が改善した (図 1)。</p>	図 1
	<p>発表年 2007: /著者: Q. Li, K. Morimoto, A. Nakadai, H. Inagaki, M. Katsumata, T. Shimizu, Y. Hirata, K. Hirata, H. Suzuki, Y. Miyazaki, T. Kagawa, Y. Koyama, T. Ohira, N. Takayama, A.M. Krensky and T. Kawada / 掲載誌: International Journal of Immunopathology and Pharmacology 20(S2): 3-8 2007 (IF:1.62)／タイトル: Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins</p>	
⑧ (3453)	<p>・2泊3日の森林セラピーによって、免疫機能の低下している男性被験者において</p> <p>(1) NK 細胞活性が改善し、その効果は 30 日間保たれた (図 1)。</p> <p>(2) 尿中アドレナリン濃度が低下した (図 5)</p>	図 1, 5
	<p>発表年: 2008／著者: Q. Li, K. Morimoto, M. Kobayashi, H. Inagaki, M. Katsumata, Y. Hirata, K. Hirata, H. Suzuki, Y.J. Li, Y. Wakayama, T. Kawada, B.J. Park, T. Ohira, N. Matsui, T. Kagawa, Y. Miyazaki and A. M. Krensky／掲載誌: International Journal of Immunopathology and Pharmacology 21(1): 117-127 2008 (IF:1.62)／タイトル: Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins</p>	
⑨ (3444)	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ</p> <p>(1) 副交感神経活動が亢進した (図 1)。</p> <p>(2) 交感神経活動が抑制された (図 2)。</p> <p>(3) 収縮期血圧が低下した (図 3)。</p> <p>(4) 脈拍数が低下した (図 5)。</p>	図 1, 2, 3, 5
	<p>発表年: 2007／著者: 古橋 卓、朴 範鎮、恒次祐子、平野秀樹、香川隆英、宮崎良文／掲載誌: 関東森林研究 58 219-222 2007／タイトル: 長野県木島平村カヤの平高原における生理指標を用いた森林浴の評価</p>	

<p>⑩ (3438)</p>	<p>・森林部における 15 分間の歩行ならびに座観において、都市部における歩行、座観に比べ (1) 拡張期血圧が低下した (図 5)。 (2) 脈拍数が低下した (図 6)。 (3) 副交感神経活動が亢進した (図 7)。 (4) 交感神経活動が抑制された (図 8)。</p>	<p>図 5, 6, 7, 8</p>
<p>発表年：2009／著者：B.J. Park, T. Kasetani, T. Morikawa, Y. Tsunetsugu, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Silva Fennica 43(2)：291-301 2009 (IF:1.16)／タイトル：Physiological effects of forest recreation in a young conifer forest in Hinokage Town, Japan</p>		
<p>⑪ (3440)</p>	<p>・森林部における 20 分間の歩行と座観において、都市部における歩行・座観に比べ (1) 脳前頭前野活動が鎮静化した (図 6)。 (2) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 7)。</p>	<p>図 6, 7</p>
<p>発表年：2007／著者：B.J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Kasetani, H. Hirano, T. Kagawa, M. Sato and Y. Miyazaki／掲載誌：Journal of Physiological Anthropology 26(2)：123-128 2007 (IF:1.69)／タイトル：Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) -using salivary cortisol and cerebral activity as indicators</p>		
<p>⑫ (3445)</p>	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 拡張期血圧が低下した (図 5)。 (2) 副交感神経活動が亢進した (図 6)。 (2) 交感神経活動が抑制された (図 7)。</p>	<p>図 5, 6, 7</p>
<p>発表年：2008／著者：B.J. Park and Y. Miyazaki／掲載誌：Journal of Korean Forest Society 97(6)：634-640 2008／タイトル：Physiological effects of viewing forest landscapes - results of field tests in Atsugi city, Japan (in Korean)</p>		
<p>⑬ (3441)</p>	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 2)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 3)。 (3) 脈拍数が低下した (図 4)。</p>	<p>図 2, 3, 4</p>
<p>発表年：2009／著者：J. Lee, B.J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Scandinavian Journal of Forest Research 24(3)：227-234 2009 (IF:1.06)／タイトル：Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) in a mixed forest in Shinano Town, Japan</p>		
<p>⑭ (3446)</p>	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 2)。 (2) 脈拍数が低下した (図 3)。 (3) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が</p>	<p>図 2, 3, 4</p>

	低下した (図 4)。	
	発表年:2008/著者:B. J. Park, Y. Tsunetsugu, H. Ishii, S. Furuhashi, H. Hirano, T. Kagawa and Y. Miyazaki/掲載誌:Scandinavian Journal of Forest Research 23(3): 278-283 2008 (IF:1.06)/タイトル:Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) in a mixed forest in Shinano Town, Japan	
⑮ (3447)	・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 2)。 (2) 収縮期血圧 (図 3 上) が低下した (図 3 上)。 (3) 拡張期血圧が低下した (図 3 中)。 (4) 脈拍数が低下した (図 3 下)。 (5) 副交感神経活動が亢進した (図 4)。 (2) 交感神経活動が抑制された (図 5)。	図 2, 3, 4, 5
	発表年:2015/著者:J. Lee, B. J. Park, T. Ohira, T. Kagawa and Y. Miyazaki/掲載誌:International Journal of Environmental Research and Public Health 12(2): 1874-1893 2015 (IF:2.04)/タイトル:Acute effects of exposure to traditional rural environment on urban dwellers: a crossover field study in terraced farmland	
⑯ (3448)	・2泊3日の森林セラピーによって、免疫機能の低下している女性被験者において (1) NK 細胞活性が改善し、その効果は1週間保たれた (図 1、2)。 (2) 尿中アドレナリン、ノルアドレナリン濃度が低下した (図 3)	図 1, 2, 3
	発表年:2008/著者:Q. Li, K. Morimoto, M. Kobayashi, H. Inagaki, M. Katsumata, Y. Hirata, K. Hirata, T. Shimizu, Y.J. Li, Y. Wakayama, T. Kawada, T. Ohira, N. Takayama, T. Kagawa and Y. Miyazaki/掲載誌:Journal of Biological Regulators & Homeostatic Agents 22(1): 45-55 2008/タイトル:A forest bathing trip increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins in female subjects	

問 10-9	<p>齢級の違いは快適生活環境形成機能の発揮にどのような影響を与えるか。</p>	
答	<p>この問いに答えられる学術的成果は生まれていない。</p> <p>しかし、齢級の違いによるセラピー効果の発現に関する研究調査蓄積は存在するので、以下に記す。</p> <p>(1) これまでに生理実験が実施された沖縄から北海道までの 63 箇所の森林においては、①「齢級 1~8」は 4 森林、②「齢級 9~16」は 38 森林、③「齢級 17 以上」は 21 森林であった。</p> <p>(2) 論文化されている 16 論文の内訳は①「齢級 1~8」は 1 論文（根拠①）、②「齢級 9~16」は 7 論文（根拠②~⑧）、③「齢級 17 以上」は 8 論文であった（根拠⑨~）。</p> <p>(3) 16 論文においては、齢級の違いに関わらず、すべての森林において、生理的リラクセス効果が認められた。</p> <p>(4) 今後の課題として、68 実験（63 森林）における生理データを比較し、「より高い生理的リラクセス効果」と「齢級」の関係を検討することにより、世界的にも報告されていない新知見が提出される可能性がある。</p>	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (3438)	<p>・森林部における 15 分間の歩行ならびに座観において、都市部における歩行、座観に比べ</p> <p>(1) 拡張期血圧が低下した (図 5)。</p> <p>(2) 脈拍数が低下した (図 6)。</p> <p>(3) 副交感神経活動が亢進した (図 7)。</p> <p>(4) 交感神経活動が抑制された (図 8)。</p> <p>発表年：2009 / 著者：B. J. Park, T. Kasetani, T. Morikawa, Y. Tsunetsugu, T. Kagawa and Y. Miyazaki / 掲載誌：Silva Fennica 43(2)：291-301 2009 (IF:1.16) / タイトル：Physiological effects of forest recreation in a young conifer forest in Hinokage Town, Japan</p>	<p>図 5, 6, 7, 8</p>
② (3439)	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ</p> <p>(1) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 2)。</p> <p>(2) 収縮期血圧 (図 3 上) が低下した (図 3 上)。</p> <p>(3) 拡張期血圧が低下した (図 3 中)。</p> <p>(4) 脈拍数が低下した (図 3 下)。</p> <p>(5) 副交感神経活動が亢進した (図 4)。</p>	<p>図 2, 3, 4, 5</p>

	(2) 交感神経活動が抑制された (図 5)。	
	発表年：2015／著者：J. Lee, B. J. Park, T. Ohira, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：International Journal of Environmental Research and Public Health 12(2)：1874-1893 2015 (IF:2.04)／タイトル：Acute effects of exposure to traditional rural environment on urban dwellers: a crossover field study in terraced farmland	
③ (3440)	・森林部における 20 分間の歩行と座観において、都市部における歩行・座観に比べ (1) 脳前頭前野活動が鎮静化した (図 6)。 (2) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 7)。	図 6, 7
	発表年：2007／著者：B. J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Kasetani, H. Hirano, T. Kagawa, M. Sato and Y. Miyazaki／掲載誌：Journal of Physiological Anthropology 26(2)：123-128 2007 (IF:1.69)／タイトル：Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) - using salivary cortisol and cerebral activity as indicators	
④ (3445)	・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 拡張期血圧が低下した (図 5)。 (2) 副交感神経活動が亢進した (図 6)。 (2) 交感神経活動が抑制された (図 7)。	図 5, 6, 7
	発表年：2008／著者：B. J. Park and Y. Miyazaki／掲載誌：Journal of Korean Forest Society 97(6)：634-640 2008／タイトル：Physiological effects of viewing forest landscapes - results of field tests in Atsugi city, Japan (in Korean)	
⑤ (3441)	・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 2)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 3)。 (3) 脈拍数が低下した (図 4)。	図 2, 3, 4
	発表年：2009／著者：J. Lee, B. J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Scandinavian Journal of Forest Research 24(3)：227-234 2009 (IF:1.06)／タイトル：Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) in a mixed forest in Shinano Town, Japan	

<p>⑥ (3446)</p>	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 2)。 (2) 脈拍数が低下した (図 3)。 (3) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 4)。</p>	<p>図 2, 3, 4</p>
<p>発表年：2008／著者：B.J. Park, Y. Tsunetsugu, H. Ishii, S. Furuhashi, H. Hirano, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Scandinavian Journal of Forest Research 23(3): 278-283 2008 (IF:1.06)／タイトル：Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) in a mixed forest in Shinano Town, Japan</p>		
<p>⑦ (3447)</p>	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 2)。 (2) 収縮期血圧 (図 3 上) が低下した (図 3 上)。 (3) 拡張期血圧が低下した (図 3 中)。 (4) 脈拍数が低下した (図 3 下)。 (5) 副交感神経活動が亢進した (図 4)。 (2) 交感神経活動が抑制された (図 5)。</p>	<p>図 2, 3, 4, 5</p>
<p>発表年：2015／著者：J. Lee, B. J. Park, T. Ohira, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：International Journal of Environmental Research and Public Health 12(2): 1874-1893 2015 (IF:2.04)／タイトル：Acute effects of exposure to traditional rural environment on urban dwellers: a crossover field study in terraced farmland</p>		
<p>⑧ (3448)</p>	<p>・2 泊 3 日の森林セラピーによって、免疫機能の低下している女性被験者において (1) NK 細胞活性が改善し、その効果は 1 週間保たれた (図 1、2)。 (2) 尿中アドレナリン、ノルアドレナリン濃度が低下した (図 3)</p>	<p>図 1, 2, 3</p>
<p>発表年：2008／著者：Q. Li, K. Morimoto, M. Kobayashi, H. Inagaki, M. Katsumata, Y. Hirata, K. Hirata, T. Shimizu, Y. J. Li, Y. Wakayama, T. Kawada, T. Ohira, N. Takayama, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Journal of Biological Regulators & Homeostatic Agents 22(1): 45-55 2008／タイトル：A forest bathing trip increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins in female subjects</p>		
<p>⑨ (3442)</p>	<p>・森林部における 15 分間の歩行において、都市部における歩行に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 5)。 (2) 収縮期血圧が低下した (図 6)。</p>	

	<p>(3) 拡張期血圧が低下した (図 7)。 (4) 脈拍数が低下した (図 8)。 森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 13)。 (2) 心拍数が低下した (図 14)。 (3) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 15)。</p>	
	<p>発表年：2015／著者：C. Song, J. Lee, H. Ikei, T. Kagawa, Y. Miyazaki and B. J. Park／掲載誌：Journal of Korean Forestry Society 104(1)：140-149 2015／タイトル：Physiological and psychological effects of walking around and viewing a lake in a forest environment</p>	
⑩ (3443)	<p>・森林部における 15 分間の歩行において、都市部における歩行に比べ (1) 収縮期血圧が低下した (図 6)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 7)。 (4) 脈拍数が低下した (図 8)。 (5) 交感神経活動が抑制された (図 10)。 (6) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 11)。 森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 収縮期血圧が低下した (図 6)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 7)。 (4) 脈拍数が低下した (図 8)。 (5) 副交感神経活動が亢進した (図 9)。 (6) 交感神経活動が抑制された (図 10)。 (7) コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 11)。</p>	図 6～11
	<p>発表年：2007／著者：Y. Tsunetsugu, B. J. Park, H. Ishii, H. Hirano, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：Journal of Physiological Anthropology 26(2)：135-142 2007 (IF:1.69)／タイトル：Physiological effects of “Shinrin-yoku” (taking in the atmosphere of the forest) in an old-growth broadleaf forest in Yamagata prefecture, Japan</p>	
⑪ (3449)	<p>・中高年男性高血圧者における 10 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 2)。 (2) 脈拍数が低下した (図 3)。</p>	図 2, 3
	<p>発表年：2017／著者：C. Song, H. Ikei, M. Kobayashi, T. Miura, Q. Li, T. Kagawa, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki／掲載誌：Urban Forestry & Urban Greening 21: 247-252 2017／タイトル：Effects of Viewing Forest Landscape on Middle-aged Hypertensive Men</p>	
⑫ (3450)	<p>・中高年男性高血圧者における森林セラピープログラム (6 時間) において、前日 (日常生活) に比べ、 (1) 収縮期血圧が低下した (図 2 左)。 (2) 拡張期血圧が低下した (図 2 右)。 (3) 尿中アドレナリン濃度の低下した (図 3)。</p>	図 2, 3, 4

	(4) 血中コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 4)。	
	発表年 : 2015 / 著者 : H. Ochiai, H. Ikei, C. Song, M. Kobayashi, A. Takamatsu, T. Miura, T. Kagawa, Q. Li, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki / 掲載誌 : International Journal of Environmental Research and Public Health 12(12): 15222-15232 2015 (IF:2.04) / タイトル : Physiological and psychological effects of a forest therapy program on middle-aged females	
⑬ (3451)	・中高年女性における森林セラピープログラム (6 時間) において、前日 (日常生活) に比べ、 (1) 脈拍数が低下した (図 2 左)。 (2) 唾液中コルチゾール (ストレスホルモン) 濃度が低下した (図 3)。	図 2, 3
	発表年 : 2015 / 著者 : H. Ochiai, H. Ikei, C. Song, M. Kobayashi, T. Miura, T. Kagawa, Q. Li, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki / 掲載誌 : International Journal of Environmental Research and Public Health 12(3): 2532-2542 2015 (IF:2.04) / タイトル : Physiological and psychological effects of a forest therapy program on middle-aged females	
⑭ (3452)	・2泊3日の森林セラピーによって、免疫機能の低下している男性被験者において (1) NK 細胞活性が改善した (図 1)。	図 1
	発表年 2007 : / 著者 : Q. Li, K. Morimoto, A. Nakadai, H. Inagaki, M. Katsumata, T. Shimizu, Y. Hirata, K. Hirata, H. Suzuki, Y. Miyazaki, T. Kagawa, Y. Koyama, T. Ohira, N. Takayama, A.M. Krensky and T. Kawada / 掲載誌 : International Journal of Immunopathology and Pharmacology 20(S2): 3-8 2007 (IF:1.62) / タイトル : Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins	
⑮ (3453)	・2泊3日の森林セラピーによって、免疫機能の低下している男性被験者において (1) NK 細胞活性が改善し、その効果は 30 日間保たれた (図 1)。 (2) 尿中アドレナリン濃度が低下した (図 5)	図 1, 5
	発表年 : 2008 / 著者 : Q. Li, K. Morimoto, M. Kobayashi, H. Inagaki, M. Katsumata, Y. Hirata, K. Hirata, H. Suzuki, Y.J. Li, Y. Wakayama, T. Kawada, B.J. Park, T. Ohira, N. Matsui, T. Kagawa, Y. Miyazaki and A. M. Krensky / 掲載誌 : International Journal of Immunopathology and Pharmacology 21(1): 117-127 2008 (IF:1.62) / タイトル : Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins	

<p>⑩ (3444)</p>	<p>・森林部における 15 分間の座観において、都市部における座観に比べ (1) 副交感神経活動が亢進した (図 1)。 (2) 交感神経活動が抑制された (図 2)。 (3) 収縮期血圧が低下した (図 3)。 (4) 脈拍数が低下した (図 5)。</p>	<p>図 1, 2, 3, 5</p>
<p>発表年：2007／著者：古橋 卓、朴 範鎮、恒次祐子、平野秀樹、香川隆英、宮崎良文／掲載誌：関東森林研究 58 219-222 2007／タイトル：長野県木島平村カヤの平高原における生理指標を用いた森林浴の評価</p>		

問 10-10	森林と市街地など他の土地利用の違いにより快適生活環境形成状況はどのように異なるか。	
答	<p>この問いについては、森林の持つ生理的リラックス効果や免疫機能改善効果に関するデータ蓄積によって科学的に解明されつつある(根拠①, ②, ③)。</p> <p>(1) 生理的快適性の評価法としては、①脳活動(近赤外光を脳に照射して計測する近赤外分光法や脳波等)、②自律神経活動(心拍のゆらぎを周波数計測する心拍変動性や血圧等)、③内分泌活動(ストレスホルモン等)、④免疫活動(NK細胞活性等)が用いられる。</p> <p>(2) 森林における歩行と座位にて眺める座観は、市街地における歩行・座観に比べて、ストレスホルモンの低下、リラックス時に高まる副交感神経活動の亢進、ストレス時に高まる交感神経活動の抑制、心拍数の低下、血圧の低下等をもたらすことが報告されている(根拠④, ⑤)。</p> <p>(3) 高血圧者に対しては血圧低下を生じ、低血圧者に対しては血圧上昇を生じるという「生体調整効果」を有することが報告されている(根拠⑥, ⑦)。</p> <p>(4) 思考や創造性を担う高次活動部位である脳前頭前野活動が鎮静化し、脳もリラックスすることが報告されている(根拠⑧)。</p> <p>(5) ストレス状態により低下している免疫機能が正常値に戻り、その効果は1ヶ月間継続することが報告されている(根拠⑨, ⑩, ⑪)。</p> <p>(6) その他、種々の森林等における報告例を根拠⑫から⑳に示す。</p> <p>(7) 人間は人間となって700万年が経過し、その99.99%以上を自然環境中で生活してきた。生理人類学的視点に立った場合、現代を生きる我々の体は「自然対応用」にできているため、森林は快適性増進効果を持つと考えられている(根拠㉑)。</p> <p>(8) 今後、既に生理実験が終了している68実験(63森林・被験者数840名)における生理データを比較することにより、「森林と市街地など他の土地利用の違いがもたらす快適生活環境形成」に関する新知見が提出される可能性がある。</p>	
根拠 (文献番号)	知見	データ等
① (3401)	<p>・森林セラピー(予防医学的效果に関する科学的根拠を持った森林浴)の概要。</p> <p>これまでの12年間、森林ならびに市街地における生理的快適性評価を62ヶ所で実施してきた。</p> <p>発表年:2016/著者:宮崎良文/掲載誌:2016年・書籍(朝倉書店発行)/タイトル:自然セラピーの科学—予防医学的效果の検証と解明—</p>	

<p>② (3402)</p>	<p>・森林セラピーを含めた自然セラピー（森林セラピー、公園セラピー、木材セラピー、花きセラピー等の総称）に関する総説。 森林セラピーがもたらす科学的・生理的評価データの蓄積は、ほとんどが日本発である。</p>	
<p>発表年：2016／著者：C. Song, H. Ikei and Y. Miyazaki／掲載誌：2016年 International Journal of Environmental Research and Public Health, 13(8), 781. (IF 2.04)／タイトル：Physiological effects of nature therapy: A review of the research in Japan</p>		
<p>③ (3403)</p>	<p>・日本における森林医学研究に関する総説。 森林セラピーがもたらす科学的・生理的評価データの蓄積は、ほとんどが日本発である。</p>	
<p>発表年：2014／著者：宮崎良文、池井晴美、宋チョロン／掲載誌：2014年・日本衛生学雑誌, 69(2), 122-135. /タイトル：日本における森林医学研究</p>		
<p>④ (3404)</p>	<p>・森林24ヶ所（288人）における生理的リラックス効果に関する生理データ 森林における15分間の歩行は、市街地における歩行に比べ、1) ストレス時に高まるコルチゾール（代表的なストレスホルモン）濃度が低下すること、2) リラックス時に高まる副交感神経活動が高まること、3) ストレス時に高まる交感神経活動が低下すること、4) 血圧が低下すること、5) 脈拍数が低下することが明らかとなった。</p>	
<p>発表年：2010／著者：B. J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Kasetani, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2010年・Environmental Health and Preventive Medicine, 15(1), 18-26. (IF 1.21)／タイトル：The physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the forest atmosphere or forest bathing): evidence from field experiments in 24 forests across Japan</p>		
<p>⑤ (3405)</p>	<p>・森林35ヶ所（420人）における生理的リラックス効果に関する生理データ 15分間（座位にて眺める）の座観においても、ほぼ同様の結果であった。35ヶ所（420名）においても、資料4とほぼ同等の結果を示した。</p>	
<p>発表年：2011／著者：B. J. Park, J. Lee, Y. Miyazaki, et al／掲載誌：2011年・書籍(Nova Science Publishers 発行)／タイトル：Effect of the forest environment on physiological relaxation using the results of field tests at 35 sites throughout Japan</p>		
<p>⑥ (3406)</p>	<p>・森林セラピー（歩行時）が持つ生体調整効果を血圧と脈拍数を用いて解明。 森林歩行においては、高血圧者は低下し、低血圧者は上昇するという「生体調整効果」が認められた。一方、同じ被験者における市街地歩行においては、その効果は観察されなかった。</p>	
<p>発表年：2015／著者：C. Song, H. Ikei and Y. Miyazaki／掲載誌：2015年・International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(4), 4247-4255. (IF 2.04)／タイトル：Elucidation of a physiological</p>		

	adjustment effect in a forest environment: a pilot study
⑦ (3407)	<p>・森林セラピー（座観時）が持つ生体調整効果を血圧と脈拍数を用いて解明。 座観においては、高血圧者は低下し、低血圧者は上昇するという「生体調整効果」が認められた。</p>
	<p>発表年：／著者：宋チョロン、池井晴美、宮崎良文／掲載誌：2014年・日本衛生学雑誌 69(2), 111-116／タイトル：森林セラピーがもたらす生理的調整効果の解明</p>
⑧ (3408)	<p>・脳前額部における前頭前野活動も森林歩行において、市街地歩行に比べ、鎮静化する。</p>
	<p>発表年：2007／著者：B. J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Kasetani, H. Hirano, T. Kagawa, M. Sato and Y. Miyazaki／掲載誌：2007年・Journal of Physiological Anthropology 26(2), 123-128. (IF 1.69)／タイトル：Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) -using salivary cortisol and cerebral activity as indicators</p>
⑨ (3409)	<p>・ストレス状態にあり、免疫機能の低下している都内オフィスワーカーを被験者として、2泊3日の森林セラピーを実施したところ、免疫機能が正常値に戻った。</p>
	<p>発表年：2007／著者：Q. Li, K. Morimoto, A. Nakadai, H. Inagaki, M. Katsumata, T. Shimizu, Y. Hirata, K. Hirata, H. Suzuki, Y. Miyazaki, T. Kagawa, Y. Koyama, T. Ohira, N. Takayama, A.M. Krensky and T. Kawada／掲載誌：2007年・International Journal of Immunopathology and Pharmacology 20(S2), 3-8. (IF 1.62(2014))／タイトル：Forest bathing enhances human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins</p>
⑩ (3410)	<p>・森林における免疫能改善効果の1ヶ月間継続。</p>
	<p>発表年：2008／著者：Q. Li, K. Morimoto, M. Kobayashi, H. Inagaki, M. Katsumata, Y. Hirata, K. Hirata, H. Suzuki, Y.J. Li, Y. Wakayama, T. Kawada, B. J. Park, T. Ohira, N. Matsui, T. Kagawa, Y. Miyazaki and A. M. Krensky／掲載誌：2008年・International Journal of Immunopathology and Pharmacology 21(1), 117-127. (IF 1.62(2014))／タイトル：Visiting a forest, but not a city, increases human natural killer activity and expression of anti-cancer proteins</p>
⑪ (3411)	<p>・森林における女性被験者における免疫機能改善効果。</p>
	<p>発表年：2008／著者：Q. Li, K. Morimoto, M. Kobayashi, H. Inagaki, M. Katsumata, Y. Hirata, K. Hirata, T. Shimizu, Y.J. Li, Y. Wakayama, T. Kawada, T. Ohira, N. Takayama, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2008年・Journal of Biological Regulators & Homeostatic Agents 22(1), 45-55. (IF 1.55)／タイトル：A forest bathing trip increases human</p>

	natural killer activity and expression of anti-cancer proteins in female subjects	
⑫ (3412)	・森林セラピープログラムにおける女性被験者における生理的リラックス効果。	
	発表年：2015／著者：H. Ochiai, H. Ikei, C. Song, M. Kobayashi, T. Miura, T. Kagawa, Q. Li, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki／掲載誌：2015年・International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(12), 15222-15232. (IF 2.04)／タイトル：Physiological and psychological effects of a forest therapy program on middle-aged females	
⑬ (3413)	・森林セラピープログラムにおける男性高血圧被験者における生理的リラックス効果。	
	発表年：2015／著者：H. Ochiai, H. Ikei, C. Song, M. Kobayashi, A. Takamatsu, T. Miura, T. Kagawa, Q. Li, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki／掲載誌：2015年・International Journal of Environmental Research and Public Health, 12(3), 2532-2542. (IF 2.04)／タイトル：Physiological and psychological effects of forest therapy on middle-aged males with high-normal blood pressure	
⑭ (3414)	・男性高血圧者における森林セラピーにおける生理的リラックス効果。	
	発表年：2015／著者：C. Song, H. Ikei, M. Kobayashi, T. Miura, M. Taue, T. Kagawa, Q. Li, S. Kumeda, M. Imai and Y. Miyazaki／掲載誌：2015年・International Journal of Environmental Research and Public Health 12(3), 2687-2699. (IF 2.04)／タイトル：Effect of forest walking on autonomic nervous system activity in middle-aged hypertensive individuals: a pilot study	
⑮ (3415)	・森林と棚田における生理的リラックス効果。	
	発表年：2015／著者：J. Lee, B. J. Park, T. Ohira, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2015年・International Journal of Environmental Research and Public Health 12(2), 1874-1893. (IF 2.04)／タイトル：Acute effects of exposure to traditional rural environment on urban dwellers: a crossover field study in terraced farmland	
⑯ (3416)	・森林と湖における生理的リラックス効果。	
	発表年：2015／著者：C. Song, J. Lee, H. Ikei, T. Kagawa, Y. Miyazaki and B. J. Park／掲載誌：2015年・Journal of Korean Forestry Society 104(1), 140-149.／タイトル：Physiological and psychological effects of walking around and viewing a lake in a forest environment	
⑰ (3417)	・森林セラピーにおける生理的リラックス効果。	
	発表年：2014／著者：J. Lee, Y. Tsunetsugu, N. Takayama, B. J. Park, Q. Li, C. Song, M. Komatsu, H. Ikei, L. Tyrväinen, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2014年・Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine 2013-834360. (IF 1.93)／タイトル：Influence of forest therapy	

	on cardiovascular relaxation in young adults	
⑱ (3418)	・森林セラピーにおける生理的リラククス効果—都市の観点から—。	
	発表年：2013／著者：C. Song, H. Ikei, Y. Tsunetsugu, J. Lee, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2013年・Journal of Geography & Natural Disasters 3(2).／タイトル：Physiological and psychological impacts of walking stress in an urban environment on young males	
⑲ (3419)	・森林セラピー4ヶ所における生理的リラククス効果。	
	発表年：2013／著者：Y. Tsunetsugu, J. Lee, B.J. Park, L. Tyrväinen, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2013年・Landscape and Urban Planning 113, 90-93. (IF 3.65)／タイトル：Physiological and psychological effects of viewing urban forest landscapes assessed by multiple measurements	
⑳ (3420)	・森林セラピーにおける生理的リラククス効果。	
	発表年：2011／著者：J.Y. Lee, K.T. Park, M.S. Lee, B.J. Park, J.H. Ku, J.W. Lee, K.O. Oh, K.W. An and Y. Miyazaki／掲載誌：2011年・Journal of the Korean Institute of Landscape Architecture 39(5)：111-118／タイトル：Evidence-based field research on health benefits of urban green area	
㉑ (3421)	・森林セラピーにおける環境条件と心理反応の関係。	
	発表年：2011／著者：B.J. Park, K. Furuya, T. Kasetani, N. Takayama, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2011年・Landscape and Urban Planning 102(1), 24-32. (IF 3.65)／タイトル：Relationship between psychological responses and physical environments in forest settings	
㉒ (3422)	・森林セラピーにおける生理的リラククス効果。	
	発表年：／著者：J. Lee, B.J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Ohira, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2011年・Public Health 125(2), 93-100. (IF 1.57)／タイトル：Effect of forest bathing on physiological and psychological responses in young Japanese male subjects	
㉓ (3423)	・森林セラピーにおける生理的リラククス効果。	
	発表年：2009／著者：B.J. Park, T. Kasetani, T. Morikawa, Y. Tsunetsugu, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2009年・Silva Fennica 43(2), 291-301. (IF 1.16)／タイトル：Physiological effects of forest recreation in a young conifer forest in Hinokage Town, Japan	
㉔ (3424)	・森林セラピーにおける生理的リラククス効果。	
	発表年：2009／著者：J. Lee, B.J. Park, Y. Tsunetsugu, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2009年・Scandinavian Journal of Forest Research 24(3), 227-234. (IF 1.06)／タイトル：Restorative effects of viewing real forest landscapes, based on a comparison with urban landscapes	
㉕	・森林セラピーにおける生理的リラククス効果。	

(3425)	発表年：2008／著者：B. J. Park and Y. Miyazaki／掲載誌：2008年・Journal of Korean Forest Society 97(6), 634-640.／タイトル：Physiological effects of viewing forest landscapes - results of field tests in Atsugi city, Japan (in Korean)
②⑥ (3426)	・森林セラピーにおける生理的リラックス効果。
	発表年：2008／著者：B. J. Park, Y. Tsunetsugu, H. Ishii, S. Furuhashi, H. Hirano, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2008年・Scandinavian Journal of Forest Research 23(3), 278-283. (IF 1.06)／タイトル：Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) in a mixed forest in Shinano Town, Japan
②⑦ (3427)	・森林セラピーにおける生理的リラックス効果。
	発表年：2007／著者：Y. Tsunetsugu, B. J. Park, H. Ishii, H. Hirano, T. Kagawa and Y. Miyazaki／掲載誌：2007年・Journal of Physiological Anthropology 26(2), 135-142. (IF 1.69)／タイトル：Physiological effects of “Shinrin-yoku” (taking in the atmosphere of the forest) in an old-growth broadleaf forest in Yamagata prefecture, Japan
②⑧ (3428)	・森林セラピーにおける生理的リラックス効果。
	発表年：／2014 著者：朴範鎮、恒次祐子、森川岳、香川隆英、李宙宮、池井晴美、宋チョロン、宮崎良文／掲載誌：2014年・日本衛生学雑誌 69(2), 104-110.／タイトル：宿泊型森林セラピーにおける森林歩行がもたらす生理的・主観的リラックス効果
②⑨ (3429)	・森林セラピーにおける生理的リラックス効果－異なる実験条件における検討－。
	発表年：2014／著者：池井晴美、宋チョロン、香川隆英、宮崎良文／掲載誌：2014年・日本衛生学雑誌 69(2), 104-110.／タイトル：日帰り型森林セラピーがもたらす生理的・心理的リラックス効果－座観時における検討－
③⑩ (3430)	・4ヶ所の森林セラピーにおける生理的リラックス効果。
	発表年：2011／著者：李宙宮、朴範鎮、恒次祐子、香川隆英、宮崎良文／掲載誌：2011年・日本衛生学雑誌 66(4), 663-669.／タイトル：森林セラピーの生理的リラックス効果－4箇所でのフィールド実験の結果－
③① (3431)	・人間は自然対応用 人間は人間となって700万年が経過し、その99.99%以上を自然環境中で生活してきたため、現代を生きる我々の体は「自然対応用」にできていると考えられている。
	発表年：2011／著者：Y. Miyazaki, B. J. Park and J. Lee／掲載誌：2011年・書籍(Designing our future)／タイトル：Nature therapy