

環境教育における土壌観察がヒトの生理的・心理的作用に及ぼす影響

2014年1月

羽生 一予

環境教育における土壌観察が
ヒトの生理的・心理的作用に及ぼす影響

筑波大学大学院
生命環境科学研究科
生物圏資源科学専攻
博士（農学）学位論文

羽生 一予

要旨

本研究は、自然体験を重要視する環境教育の中で土壌観察という土壌と触れ合う自然体験がヒトの生理作用と心理作用に及ぼす影響を明らかにすることを目的としたものである。この土壌に触れあう土壌観察は、環境教育の自然体験としての意義と自然セラピー等がめざすところのリラクセスからくる予防医学としての補完・代替医療としての2つの点において意義を有する。そのために近年数多く行われるようになった科学的、客観的な手法で自然の持つ効果をエビデンスとして裏付ける研究の手法を検討した。

自然体験は、環境教育の中で最重要視されている。自然体験は、自然の中で遊び、楽しみながら感性を養うことができ、体力、知力をつけることができる。自然体験は人間としての成長過程に不可欠なものであると同時に、それを通して子どもたちは、人と自然の関係について包括的に学び、人間を含めた環境全体、地球の営みなどについて基本的な認識を養うことができる。環境教育における土壌観察は、自然の中で直接土壌に触れるという自然体験である。野外の自然の中で景観を含む環境がどのようにして土壌を作り出してきたのかということを観察することは、気候やそれに伴う植生、地形や歴史を全て包含する高度な学びである。

自然体験等による自然がもたらす人の心身への影響については、これまでに世界で多くの研究がなされている。日本においても森林浴をはじめ、河川、海岸、里山等の自然のもたらすリラクゼーション効果のデータが蓄積されるようになった。その効果を補完・代替医療として活用しようという動きが始まっている。しかしながら、土壌に触れるという自然体験がヒトに与える影響についての研究は少なく、データも不十分である。

そこでまず、環境教育における自然観察の拠点施設である全国10箇所の自然観察の森の土壌の諸性質を調べて土壌分類をおこないデータ化した。これによって自然観察の森を土壌観察の拠点にして、レンジャーらが土壌に触れる自然体験の取り組みを進めることを可能とした。また、レンジャーや自然観察の森運営協議会へのアンケート調査によって現場の人たちの土壌観察会や土壌の教育に対する意識が明らかになった。このことは、全国の自然観察の森で子どもたちや一般の人たちが土壌に触れるという自然体験を通して心身に良い影響を受けることが出来るようになることを意味する。

次いで、これまでリラクセスや森林セラピー等で用いられてきた実験の手法の中から非侵襲的で容易に用いることの出来る指標を採用して、これまで、ほとんど例のない土壌が人の生理的・心理的作用にどのような影響をもたらすのかを検討した。すなわち、自律神経機能と脳波および心理的指標のPOMS（気分プロフィール検査短縮版 Profile of Mood States 以下、POMS）とVAS（Visual Analogue Scale 以下、VAS）によってその影響を示した。まず、土壌観察をした群と土壌観察をしない群で自律神経機能に及ぼす影響を検討した。次に、土壌観察をした群とビースを観察した群を脳波によって検討した。本研究では、さらに視覚に障害があるものと視覚に障害がないものとを比較して視覚に障害をもつ者と視覚に障害をも

たないものとして土壌を観察した時とビーズを観察した時の脳波の違いを比較した。最後に土壌観察をした群と土壌観察をしない群で観察前後のPOMSの変化とVAS値および土壌観察をした群とビーズを観察した群での観察前後のPOMSの変化とVAS値の変化を測定した。

その結果、自律神経機能の検討では、土壌観察を行った群で副交感神経機能が有意に増加した。脳波による検討では、土壌を観察した群で $\alpha 2$ 波の優勢率が増加した。視覚に障害をもつ者と視覚に障害をもたないものとして土壌を観察した時とビーズを観察した時の脳波の違いの比較では違いがなかった。さらに心理的作用の影響を検討したPOMSでは、土壌を観察しなかった群とビーズを観察した群に比べて土壌を観察した群でポジティブな気分を示す「活気」の値が有意に増加した。VAS値の変化では、土壌を観察しなかった群とビーズを観察した群に比べて土壌を観察した群で「リラックスした」、「落ち着いた」、「緊張しない」の値が増加した。本研究において土壌観察という土壌と触れ合う自然体験がヒトの生理作用と心理作用にリラックス効果や気分の高揚感を及ぼすという影響が明らかになった。

以上の結果から、今後、土壌のセラピー効果を科学的、客観的な手法で蓄積してエビデンスを構築することによって土壌セラピーを提案したい。これらのことから土壌に触れあう土壌観察が、環境教育の自然体験として、さらに自然セラピー等がめざすところのリラックスからくる予防医学としての補完・代替医療として、今後大勢の人が健康を取り戻すため、あるいは疾病の予防として土壌に触れることが森林セラピー等と同様なセラピーとされることを期待する。これに対する社会への貢献は大きいものと思われる。今後、さらなるエビデンスを蓄積することが重要である。

目次

第1章 序論

1-1 はじめに	1
1-2 環境教育について	2
1-2-1 環境教育の定義	2
1-2-2 環境教育の歴史	2
1-2-3 自然体験活動の重要性	4
1-3 土壌の環境教育について	4
1-3-1 土壌の定義	4
1-3-2 土壌体とは	5
1-3-3 土壌体の持つ機能の重要性	5
1-3-4 環境教育から見た土壌層位の意義づけ	6
1-3-5 土壌の環境教育の実践	6
1-4 自然がヒトに及ぼす影響	7
1-4-1 補完・代替医療	8
1-4-2 森林がヒトに及ぼす影響	9
1-4-2-1 森林浴がおよぼす生理的・心理的影響	11
1-4-2-2 はじめに	11
1-4-2-3 森林浴の生理的効果	13
1-4-2-4 森林浴の心理的効果	14
1-4-3 土壌がヒトに及ぼす影響	16
1-4-4 本論文の目的と意義	18

第2章 自然観察の森における土壌の環境教育の現状と展望

2-1 はじめに	21
2-2 自然観察の森の土壌	21
2-2-1 材料と方法	21
2-2-1-1 土壌断面記載	21
2-2-1-2 土壌の一般化学性	32
2-2-2 結果	33
2-2-2-1 自然観察の森の土壌断面形態	33
2-2-2-2 各自然観察の森の化学性	33
2-2-2-3 全国10箇所の自然観察の森の土壌の化学性の比較	35
2-2-2-4 自然観察の森の土壌分類	36

2-2-3 考察	38
2-3 職員やレンジャーを対象にしたアンケート調査と運営協議会	46
2-3-1 はじめに	46
2-3-2 アンケートの項目及び回答	47
2-3-3 アンケートの項目及び結果	47
2-3-3-1 アンケートの項目	47
2-3-3-2 アンケートの結果	48
2-3-4 全国自然観察の森運営協議会への参加	52
2-3-5 まとめ	53
第3章 実験の手法の検討と指標	
3-8-1 はじめに	59
3-8-2 研究の方法	59
3-8-2-1 対象と倫理的配慮	59
3-8-2-2 実験材料および泥ダンゴ作りの方法	60
3-8-2-3 指標	60
3-8-2-4 測定方法	60
3-8-2-5 測定手順	60
3-8-2-6 解析方法	61
3-8-3 結果と考察	61
3-9 まとめ	62
謝辞	68
引用文献	70

図表目次

1) 表

表 2- 1 仙台市太白山自然観察の森の土壌 一般化学性	43
表 2- 2 桐生自然観察の森の土壌 一般化学性	43
表 2- 3 牛久自然観察の森の土壌 一般化学性	43
表 2- 4 横浜自然観察の森の土壌 一般化学性	43
表 2- 5 豊田市自然観察の森の土壌 一般化学性	43
表 2- 6 栗東自然観察の森の土壌 一般化学性	44
表 2- 7 和歌山自然観察の森の土壌 一般化学性	44
表 2- 8 姫路市自然観察の森の土壌 一般化学性	44
表 2- 9 おおの自然観察の森の土壌 一般化学性	44
表 2-10 福岡市油山自然観察の森の土壌 一般化学性	44
表 2-11 自然観察の森の土壌分類	45
表 3- 1 自律神経と指標との関係	64

2) 図

図 1- 1 全国 53 箇所の森林セラピー基地及びセラピーロード	20
図 2- 1 全国 10 ヶ所の自然観察の森	40
図 2- 2 太白山自然観察の森 植生	41
図 2- 3 太白山自然観察の森土壌断面	41
図 2- 4 桐生自然観察の森 植生	41
図 2- 5 桐生自然観察の森土壌断面	41
図 2- 6 牛久自然観察の森 植生	41
図 2- 7 牛久自然観察の森土壌断面	41
図 2- 8 横浜自然観察の森 植生	41
図 2- 9 横浜自然観察の森土壌断面	41
図 2-10 豊田市自然観察の森 植生	41
図 2-11 豊田市自然観察の森土壌断面	41
図 2-12 栗東自然観察の森 植生	42
図 2-13 栗東自然観察の森 土壌断面	42
図 2-14 和歌山自然観察の森 植生	42
図 2-15 和歌山自然観察の森土壌断面	42
図 2-16 姫路市自然観察の森 植生	42
図 2-17 姫路市自然観察の森土壌断面	42
図 2-18 おおの自然観察の森 植生	42

図 2-19 おおの自然観察の森土壌断面	42
図 2-20 油山自然観察の森 植生	42
図 2-21 油山自然観察の森土壌断面	42
図 2-22 職員やレンジャーを対象としたアンケート調査の結果	56
図 2-23 自然観察の森運営協議会 議題 スキルアップ研修の実施について	57
図 2-24 マイクロモノリス	58
図 3- 1 交感神経と副交感神経による自律神経のバランス	65
図 3- 2 生理的効果の変化 (収縮期血圧, 拡張期血圧, HR, HF, LF/HF, SAA)	66
図 3- 3 心理的効果の変化 (POMS, VAS)	67

第1章 序 論

1-1 はじめに

日本学術会議（2008）による学校教育を中心とした環境教育の充実にむけての提言によれば、子どもたちの自然体験における自然離れが進んでいることが危惧されている。自然体験は、自然の中で遊び、楽しみながら感性を養うことができ、体力、知力をつけることができる。自然体験は人間としての成長過程に不可欠なものであると同時に、それを通して子どもたちは、人と自然の関係について包括的に学び、人間を含めた環境全体、地球の営みなどについて基本的な認識を養うことができる。過度な人間中心主義を離れ、自然との共生を重視する環境教育の基礎を学ぶものである。自然についての感性や深い理解なくして環境教育を語ることはできない。表面的な知識として環境問題を理解しても、体験的に重要性が理解できていなければ行動には結びつかない（宮崎, 2008）として自然体験活動の重要性が述べられている。また、独立行政法人国立青少年教育振興機構国立オリンピック記念青少年総合センター（2006）の調査結果によると自然体験の多い青少年には、道徳観や正義感があり、学習意欲や課題解決意欲が高いなど、ここでも子どもたちの自然体験の重要性について述べられている。

これら自然体験等の自然がもたらす人への心身への影響については、これまでに世界で多くの研究がなされている（Grahn P, *et al.*, 1997; Wells, 2000; Faber Taylor *et al.*, 2001）。

日本の自然体験等が及ぼすヒトへの影響については、森林（近藤ら, 2008）、里山（総谷ら, 2007）、河川環境（富田ら, 2007; 武藤ら, 2011）、海岸（白井ら, 2012）、都市の緑地環境（那須ら, 2011）など、様々な研究がなされている。その中で、2013年に The IUFRO Conference on Forests for People 学会が IUFRO（International Union of Forest Research Organizations：国際森林研究機関）の主催によって開催され、森林セラピーが新しい予防医学として紹介されている。このように自然のもたらすヒトへの影響についての研究が数多くなされるようになったものの、その自然の生態系の基盤となっている土壌がヒトに及ぼす影響については注目されていない。土壌に触れる療法としては、園芸療法や箱庭療法があるが、土壌が及ぼすヒトへの影響についての療法はない。

本研究は、自然体験を重要視する環境教育の中での土壌観察という土壌と触れ合うと

いう自然体験がヒトの生理作用と心理作用に及ぼす影響を明らかにすることを目的としたものである。自然環境が人をリラックスさせることや癒すこと、さらに免疫を向上させるといったポジティブな影響を与えることについては、多くの研究がなされるようになったが（高山ら，2005：林ら，2008：今西ら 2009），土壌を観察するという土壌に触れる自然体験を対象とする研究データは少ない。土壌を観察するという野外での自然体験がヒトに及ぼす影響を明確にするためには、これまでに野外での体験を評価した森林セラピーなどの方法によって効果を明らかにすることが適当であると考えた。本章では、まず環境教育と自然体験活動の重要性および土壌の環境教育について整理した。次いで、自然がヒトに及ぼす影響と補完・代替医療について述べ、さらに補完・代替医療とすることを目指して研究されつつある森林浴がヒトに及ぼす影響および土壌が及ぼす人への影響に関連した園芸療法や箱庭療法に関する研究について述べた。そして、そこから見出された課題と本論文の意義を示した。

1-2 環境教育について

1-2-1 環境教育の定義

2011年に改正された「環境教育促進法」では、環境教育を「持続可能な社会の構築を目指して、家庭、学校、職場、地域その他のあらゆる場において、環境と社会、経済及び文化とのつながりその他環境の保全についての理解を深めるために行われる環境保全に関する教育及び学習」と定義している。

1-2-2 環境教育の歴史

まず、環境教育という言葉が日本においても世界の各国の政策や法制度上においても現れはじめたのは1970年代に入ってからである。アメリカでは1962年に農薬の危険性を訴えたレイチェル・カーソンの有名な「沈黙の春」が出版された。農薬問題やロサンゼルスの大気汚染、エリー湖の水質汚濁など環境問題への関心が高まり、1970年にアメリカで環境保護庁（EPA：United States Environmental Protection Agency）が設立され、同年イギリスでも環境省（現環境食料省，DEFRA：Department for Environment，Food and Rural Affairs）が設立された。翌1971年には日本で、環境庁（現環境省）が発足し、同年フランスでも環境省（現地域計画環境省，MRPE：Ministry of Regional Planning and Environment）が設立された（三島，2012）。

環境教育の歴史は、1972年にスウェーデンのストックホルムで「国連人間環境会議」が開催されたことに始まる。この会議では「人間環境宣言」（ストックホルム宣言）が採択され「人間環境の保全と向上に関し、世界の人々を励まし、導くため共通の見解と原則が必要である」として「環境教育」の必要性が国際的に初めて明確に言及された。その後1975年に旧ユーゴスラビアのベオグラードで環境教育専門家会議「国際環境教育ワークショップ」の開催により環境教育の規範とされる「ベオグラード憲章」が採択され、環境教育の目標を「Awareness」「Knowledge」「Attitude」「Skill」「Evaluation Ability」「Participation」と定めた。1977年にグルジア共和国のトビリシで「環境教育政府間会議」が開催され、環境教育の目的は「気づきや関心を促進すること」「知識、技能等の獲得の機会を与えること」「行動のパターンを創出すること」と明確な表現に変更された。1982年にはケニアのナイロビで国連環境計画管理理事会特別会合が開催され、環境と開発に関する世界委員会（ブルントラント委員会）が設けられた。1987年にブルントラント委員会の最終報告として「Our Common Future」が発表され、「持続可能な開発」という概念が提唱された。1992年には、ブラジルのリオデジャネイロで「環境と開発に関する国連会議（通称：地球サミット）」が開催され、実行計画としての「アジェンダ21」、「森林原則声明」、国際条約として「気候変動枠組条約」、「生物多様性条約」が合意され、環境問題は世界全体で解決に取り組むべき問題であることが確認された。2002年南アフリカのヨハネスブルグで「持続可能な開発に何する世界首脳会議（通称：ヨハネスブルグサミット）」が開催された。このサミットでわが国は「持続可能な開発のための教育（Education for Sustainable Development：ESD）の10年」を提案した。2002年の第57回総会では、2005年からの10年間を「ESDの10年」とすることが決議されるとともに、ユネスコが主導機関として指名されている。2012年「リオ+20」においては、ESDの更なる促進について合意されるとともに、我が国が表明した「緑の未来」イニシアティブにおいて、平成26年に我が国で開催予定の「ESDに関するユネスコ世界会議」に向けて、持続可能な地域づくりを担う人材づくりや環境教育プログラムの作成等の一層の推進を掲げている。

わが国では、2003年に成立した「環境保全活動・環境教育推進法」で、環境教育を「環境保全についての理解を深めるために行われる環境の保全に関する教育及び学習」と定義したが、2011年に改正された「環境教育促進法」では、環境教育を「持続可能な社会の構築を目指して、家庭、学校、職場、地域その他のあらゆる場において、環境と社会、経済及び文化とのつながりその他環境の保全についての理解を深めるために行

われる環境保全に関する教育及び学習」と定義し直している（阿部ら，2013）。

1-2-3 自然体験活動の重要性

「自然観察・自然体験」は，環境教育の中の最重要な位置におかれている。学校教育においては2007年に改定された「環境教育指導資料（小学校編）」で環境教育の指導の方針として，活動や体験を重視し，自然や社会の中での体験を通じて，環境に対する豊かな感受性，環境に関する見方や考え方，環境に働きかける実践力を育成することが示されており，小学校新学習指導要領（2008年）でも改正教育基本法（2006年）で新設された「生命や自然の尊重，環境の保全」という教育の目標を踏まえた「自然の事物・現象についての実感を伴った理解」が明記されるなど，体験的な学びの重要性が強調されている。また，環境教育促進法（2011年）では，2003年制定の環境保全活動・環境教育推進法に引き続き，「環境保全活動，環境保全の意欲の増進及び環境教育は，森林，田園，公園，河川，湖沼，海岸，海洋等における自然活動その他の体験活動を通じて環境の保全についての理解と関心を深めること」など環境教育における自然体験活動の重要性が明示されている（降旗，2013）。ついで，環境教育の拠点施設との連携について阿部（2012）は，現在，学校という空間における教師と児童生徒の間で行われる教育から，周囲を巻き込んだ複数の関係者による開かれた空間での教育への拡大が求められている。なかでも，自然学校や環境教育拠点施設との連携は，学校を中心とする環境教育の充実に大きな役割を果たすことが期待されていると述べて自然体験活動の教育拡大への環境教育拠点施設の役割を示した。さらに，環境教育における「自然観察・自然体験」について降旗（2012）は，重要な環境リテラシー（環境に関連して人間として身につけておくべく必須能力）の一つであると述べている。

1-3 土壌の環境教育について

1-3-1 土壌の定義

土壌とは，「地殻の表層において岩石・気候・生物・地形・ならびに土地の年代といった土壌生成因子の相互作用によって生成する岩石圏の風化生成物であり，多少とも腐植・水・空気・生きている空気を含みかつ肥沃度を持った，独立の有機－無機自然体」（大羽・永塚，1988）と定義されている。土壌は，非常に長い時間をかけて，生物的作用により地表に生成するかけがえのない天然物（歴史的な自然体）であるため，太陽系の惑星の中では，生命の存在する地球にのみ存在するものである。土壌は，物質循環の要，

陸上生態系の基盤であり生命を根幹で支え育む重要な資源である（田村，2011）。

1-3-2 土壌体とは

地表に存在する独自の体制をもった歴史的な自然体としての土壌を土壌体（soil body）とよび、土壌体から部分的に取り出された物質を土壌物質（soil material）とよんで区別している。（大羽・永塚，1988）土壌体は、土壌を垂直に掘ったときに現れる断面である土壌断面に層状の構造を見ることができる。これを土壌層位とよび、この土壌断面の特徴的な形態を土壌断面形態という。この土壌断面形態の違いによって土壌を分類する。このような土壌断面形態を持った自然体を土壌体という。

土壌体として土壌を認識することによって土壌の種類（土壌型）や生成因子との関係性を知ることができるのである。それで、土壌を土壌物質として扱った場合には、生態系を支える土壌体としての生きている土壌の役割を理解することができない。

1-3-3 土壌体の持つ機能の重要性

上記の定義における歴史的な自然体としての土壌を土壌体というが、それは、土壌体的一部分から取り出された物質として定義される土壌物質とは明確に区別される（田村，2005）。土壌体としての土壌には、土壌の3大機能という生産機能、保水機能、分解機能という3つの非常に重要な機能がある。生産機能は生物、とくに植物を育てる働きである。土壌がなければ美しい草原や豊かな森林も成立せず、作物も育たない。保水機能は、発達した土壌構造を有し、水分を保持するはたらきである。森は緑のダムといわれているように原生林などの森林では貯水機能が高い。これは、森林土壌の保水機能が高いからである。分解機能は、「万物、土より生じ、土に還る」といわれているように土壌の表層に生息している土壌動物や土壌微生物によってさまざまな物質を分解する機能である。環境保全としての土壌の浄化に果たす役割は非常に大きい。

また、松井（1993）は、指標により計量することができないメタフィジカルな機能として、アメニティ機能や自然教育・教材機能をあげている。土壌は、そこに生育する植生と一体になって、そこに住み、そこに訪れる人の心に和らぎ、やすらぎを与える。例えば、未舗装の林間や草地を踏みしめながら歩くことやガーデニングや家庭菜園、市民農園等にアメニティ機能があるとしている。また、自然教育・環境教育における教材機能の重要性は以下に述べるが、これらの機能は、土壌物質化した人工造成土ではほとんど見ることができない機能である。

1-3-4 環境教育から見た土壌層位の意義づけ

繰り返しになるが、土壌は一般的に、土壌物質として認識されることが多い。この土壌物質としての認識を土壌体としての認識に変えることが非常に重要である。そのために土壌の環境教育を行う際には、まず、土壌断面の観察から始める。土壌断面の観察は、土壌層位の観察から始まる。土壌は、最表層の0層からA層、B層、C層と移り変わっていく。0層は落ち葉の堆積した層で、森林で発達している。A層は、土壌腐植とよばれる有機物の集積した層で、黒色から暗色を示している。また、団粒構造といわれるふわふわの土の粒からなる土壌構造を持っている。このA層の色の濃さと厚さで土壌生産力、つまり肥沃度が決まる（田村，2011）。一般に表土とよばれるこの0層とA層が生態系を支えているのである。この土壌断面の土壌層位の観察によってどのような気候のどのような植生下にある土壌がどのような生態系を支えているかを学ぶことができる。このようにして土壌を物質としてではなく土壌体として認識することができるならば、土壌が土壌生成因子の組み合わせや土壌生成作用の強弱等により、いろいろな土壌が生成されることが理解される（田村，2002a）。土壌の種類（土壌型）や生成因子の関係を理解するためには、土壌断面を見て土壌層位を詳しく観察することが必要である。なぜなら土壌層位の観察から土壌の生成環境を明らかにすることができ、土壌の種類を知ることによってその場所の過去からの環境を知ることができるからである。このように土壌の環境教育は、持続可能な発展のために欠かせない環境教育なのなのである。

1-3-5 土壌の環境教育の実践

環境教育において「自然観察・自然体験」は、重要な環境リテラシーであり、環境教育拠点施設との連携は、環境教育の充実に大きな役割を果たすことについて述べた。

環境教育における「自然観察・自然体験」については、土壌の環境教育の分野でも、これまでに積極的に行われている。一般社団法人日本土壌肥料学会では、学校教育や社会教育の中で、陸上生態系の基盤である土壌に関する環境教育の不十分さが危惧されることから、土壌の重要性を啓発するために、約20年間におよぶ「土壌観察会」を開催している。とくに環境教育の拠点施設である全国10箇所の自然観察の森において、10年間に亘って自然観察を重視した「土壌観察会」や教員を対象とした土壌の環境教育ワークショップなどの企画・開催を行ってきた。また、過去の気候や植生等の環境が土壌生成に及ぼした影響を記録した「土壌モノリス」（土壌の断面の剥ぎ取り標本）や、土

壤の観察のポイントをわかりやすく記したリーフレットを作成して、各施設へ寄贈している。市民教育としては、博物館との共同事業や企画展および講座としての土壌の環境教育も各地で行われ、定着しつつある。また、教員対象の土壌の環境教育のための研修会は、幼稚園、小学校、中学校、高校教諭に対して 2004 年から継続的に実施されている。

さらに、東日本大震災直後の原発事故による放射性核種の土壌・作物系への影響については、土壌の環境教育の視点から一般市民、農業生産者、高校生および教員への啓発活動を行った。そこでは、土壌生成に環境が大きく関与することや、自然環境を保全する重要性、土壌の持つ環境保全機能や生態系における土壌の役割と必要性について認識していただいた。放射性セシウムの汚染、とくに土壌との関連性について一般市民に対しての教育普及は、必須であることがわかった。

土壌の環境教育のニーズは、いまや学校教育だけにとどまらず、市民教育、開発教育の一環として広範囲に展開されなければならない。今後は、持続可能な社会の開発のために将来を見据え、土壌の環境教育の担い手の育成、マニュアル化、教材のメニュー化さらにビデオ教材のインターネットでの公開、また、地域性や多様性に富む土壌の特性を生かした実験教材の整備や情報提供などに積極的に取り組んでいくことが課題となっている。

1-4 自然がヒトに及ぼす影響

自然がヒトに及ぼす影響については、多くの研究がなされている。胆嚢摘出手術後の患者が窓からレンガ塀が見える部屋と落葉樹の見える部屋に入院した場合の回復を比較した Ulrich (1984) の研究では、窓越しに広葉樹の見える部屋の患者は、レンガ塀が見える部屋の患者よりも精神的動揺や鎮痛剤の使用量が少なく、入院日数が一日短かったとして自然のセラピー効果や窓越しの景色に配慮することなどが述べられている。また、Well (2000) は、引っ越しを経験したことのある 7~12 歳の子どもの対象にして、引っ越し前の家より引っ越した後の家の窓から見える緑の量が増えた子どもの標準テストの得点が大きく向上したとして家の近くの自然環境が子どもの認知機能に影響を与えることを報告している。さらに、注意欠陥多動障害 (ADD) の子ども 96 人を対象にした研究では、緑の多い自然環境が ADD の子どもの症状を軽くしたとして、緑の多い自然環境が ADD の子どもの集中力を支援する可能性について述べている (Faber Taylor *et al.*, 2001)。

日本では、上原（2002）が、森林における活動は、健常者のみならず心身に障害を抱えた人々の生活にとっても大きな意義と可能性を持っているとし、森林療育の意義と効果について述べている。療育とは、身体及び知的障害児・者に対する治療や保育、教育を含む全体活動（五十嵐ら、1982）であるが、野外における療育とは、野外環境において障害者自らが身体活動を行うことによって心身のリハビリテーション効果のもとに自己治癒力を高めることを目的とする（Carter *et al.*, 1995）ものである。さらに、知的障害者施設、自閉症療育施設、福祉臨床施設において森林療育によって、身体的、精神的な効果とそれらによる生活能力の向上などの変化がもたらされたことが報告されている。

これら自然体験や自然環境等が人に及ぼす影響についての研究の成果は、一般に知られるようになった結果、自然体験や自然環境等が人の健康の維持、増進に果たす役割を補完・代替医療として捉えられるようになってきた。

1-4-1 補完・代替医療

補完・代替医療（Complementary and alternative medicine：CAM）の定義は、研究者によって異なるが、「主流の現代医学以外の医学」である（今西、2008）。日本補完代替医療学会では（<http://www.jcam-net.jp/info/what.html> 2013/10/13 viewed）、「現代西洋医学領域において、科学的未検証および臨床未応用の医学・医療体系の総称」と定義している。また、代替医療の範囲は広く、世界の伝統医学・民間療法、保険適用外の新治療法をも含んでいる。人口比率からみると現代西洋医学の恩恵に預かっている人口は意外に少なく、国連世界保健機関（WHO）は世界の健康管理業務の65から80%を“伝統的医療”と分類（伝統的医療が西洋社会において用いられた場合は代替医療の範疇に含まれる）している。具体的には、中国医学（中薬療法、鍼灸、指圧、気功）、インド医学、免疫療法（リンパ球療法など）、薬効食品・健康食品（抗酸化食品群、免疫賦活食品、各種予防・補助食品など）、ハーブ療法、アロマセラピー、ビタミン療法、食事療法、精神・心理療法、温泉療法、酸素療法、等々が代替医療に包含されている。

現在西洋医学は、感染症をはじめ多くの疾患を治療可能にしてきた。しかしながら、それでもまだ西洋医学が不得意とする疾患も多く存在する。それらの中には、原因が明らかとなっていない複雑な発症要因が反映される疾患、再発性疾患、不定愁訴などがある。このような疾患や症状に対して、CAMは、しばしば効果を発揮することがあり、患者の生活の質（QOL）を高めたり日常生活動作（ADL）を向上させることもでき、医療費

の削減にもつながると言われている（今西，2008）。また，山口（2007）によれば，代替医療は15年ほど前からアメリカで注目を集め，その背景には西洋医学だけでは対応しきれない疾患が少なくないという行き詰まり感があった。現在，日本と欧米では二人に一人が各自の判断で何らかの代替医療を行っており，中でも健康補助食品類を摂取している人が多いという。代替医療という名称は，欧米の医学界が東洋医学などを指して命名したもので，西洋医学中心の思想が反映されたものである。その上，代替医療が見直され始めた今，西洋医学の長所を維持したまま東洋医学や代替医療の長所を取り入れ，よりよい医療を目指すことが求められている。さらに，一概に代替医療を非科学的だと否定するのではなく，代替医療の中から効果，根拠があるものを見極めるべきだとしている。その尺度として白血球中のリンパ球と顆粒球を量的，質的に評価する内容が提案され，オックスフォードジャーナル，オックスフォード大学出版局から eCAM（Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine）が刊行されている（2013年時点での Impact Factor は 4.77 である）。現在わが国の代替医療のメニューとして温泉浴，エクササイズ，鍼灸治療，健康補助食品，音楽療法，アロマセラピーが紹介されている。一方で今西（2010）は，現代西洋医学を中心として CAM で補っていく近代西洋医療と補完・代替医療を統合した医療を統合医療としている。近年，補完・代替医療は，医療経済的観点，近代西洋医学の要素還元主義の限界への認識などから，国内外で再評価されている（渥美，2007）。

統合医療により，疾患の治療を図るだけでなく，予防や治未病（未病とは，健康と病気の間の状態，病気の前段階をいい，未病の段階で治療し，本格的な病気にならないようにすることを治未病という），健康増進や維持，active aging をも目的としていると述べている。また，今西（2008）の分類によれば，心を落ち着かせ，体力を回復させる療法としてリラクゼーションと，環境を利用した療法として森林セラピーが挙げられている。また，今西（2008）によれば，日本において，緑を活用した補完・代替医療としてよく知られている療法は，森林療法と園芸療法であるとしている。

1-4-2 森林が人に及ぼす影響

現在，自然環境が療法的な効果を持つとした研究は，多くなされている。その中で，自然環境を療法として具体的に代替療法の可能性を最も発展させているものが森林による療法効果である（住友ら，2006）。そこで本研究では，森林の療法効果に関する研究の手法に注目することとした。

森林が人に及ぼす影響に関連して主に「森林浴」、「森林療法」、「森林セラピー」の3つの言葉が用いられている。高山（2012）によれば、「森林浴」とは、1982年林野庁長官の秋山智英氏により提唱された概念で、林野庁によると森林環境の自然が彩なす風景や香り、音色や肌触りなど、森林生態系の生命や生命力などに対して、五感を通じて感ずることによって、人々の心と身体健康回復・維持・増進を図ることと定義されている（林野庁，2004）。「森林療法」とは、臨床的な目的を持って森林環境において、森林浴、リクリエーション、樹木や林産物を活用した作業療法やアロマセラピー、森林を歩きながらのカウンセリング、地形や森林内の自然を利用したリハビリテーションなど森林環境を総合的に利用しながら健康を増進していく自然療法または環境療法と定義されている（上原，2007）。

「森林セラピー」とは、科学的かつ客観的な手法を用いて、実験を中心に、森林浴の効果を示したもので、エビデンスに裏付けられた森林浴効果を意味し生理的リラックス状態をもたらすことを目指している。その結果、病気になりにくい体を手に入れることができるという予防医学的見地に立った概念である（宮崎，2009）。森林セラピーは、森林環境を利用して森林セラピーメニューというプログラムを行うことによって心身の健康維持・増進、疾病の予防を行うことを目指している。森林セラピー総合サイトによれば森林セラピー[®]とは、癒し効果が科学的に検証された「森林浴効果」をいう（森林セラピー総合サイト，2013）。尚、森林セラピー[®]は登録商標となっている。森林療法も森林セラピーも英語では、forest therapy として同じものとなる。そこで、森林浴、森林療法、森林セラピーという言葉を使う際に、ここでは、森林がヒトに及ぼす影響を持つ同じものとして扱うこととする。

森林浴が人に及ぼす影響について、細江ら（2000）によって森林浴の心理、生理機能への影響として研究がなされている。森林浴が心理、生理機能へ及ぼす影響、特にストレス負荷への緩衝効果とストレスからの回復効果について実証的に検討した結果では、全体として課題に伴う心理的・生理的反応において森林の影響は観測されていない。

林野庁は、森林の快適性増進効果や療法効果については、医学的な解明が現状では不十分であり、客観的かつ科学的な分析（エビデンス）にもとづく効能の評価と療法メニューの確立が求められているとして平成2004年度より「森林系環境要素が人の生理的効果に及ぼす影響の解明（農林水産省先端技術を活用した農林水産研究高度化事業：2004～2006年度）」に着手することとした。これにより、森林療法がもたらす心理的効果のみならず、生理的効果について、客観的、科学的な解明を進めた。具体的には、

①森林浴がもたらすストレスホルモンの変化, 脳活動の変化等の生理的反応を解明するとともに, ②音, 風景, 香り等の森林環境要素が人の五感に与える影響を野外・室内において実証していくこととし, それらの結果を基に, ③効果的な森林療法メニュー及び森林療法を可能にする最適森林環境の態様を明らかにする。また, 産学官連携によって「森林セラピー研究会」を立ち上げ, 厚生労働省の協力を得ながら健康増進に向けた森林の活用, 森林療法にかかわる医学的な課題の解明, 国民への普及等を図ることとしている。

森林浴, 森林療法, 森林セラピーについては, これを受けて, 森林セラピーの生理的リラックス効果についての研究が始動している。宮崎ら (2011) によれば, 1982 年における林野庁の「森林浴構想」が始まって森林浴という言葉が一般に馴染んでいったものの, 当時の森林浴に関する生理的データの蓄積は皆無に近いという状況であった。データが蓄積されなかった最大の要因は, フィールドにおける快適性増進効果の生理的評価法が確立されていなかったことによる。一方, 林野庁が 2005 年に「森林セラピー基地構想」を発表した。森林セラピーとは, エビデンスをもち予防医学的效果を目指す森林浴を意味するとしてアロマセラピーに準じて作られた造語である。「森林セラピー基地構想」はリラックス効果の生理的評価法が急速に進歩してきたことを受けて確立された。測定指標として唾液中ストレスホルモン, 心拍変動性による交感・副交感神経活動, 収縮期血圧, 拡張期血圧, 心拍数を用い, さらに脳の前頭前野の活動を筋赤外分光法を用いて野外で測定している。このような実験の結果, 森林セラピーの生理的リラックス効果が明らかにされている。

1-4-2-1 森林浴がおよぼす生理的・心理的影響

1-4-2-2 はじめに

我が国の森林面積は, 国土の 68%で, 北欧のフィンランド (74%) に次ぐ世界で有数の森林国である (林野庁 2008)。2007 年の内閣府の世論調査では, 過去 1 年間に, 36.6%の人が, 森林浴により心身の気分転換をするために森林に行ったと回答している。このことは, 森林浴が, 我が国の 1/3 以上の人が行っている健康増進のためのレクリエーションとなっていることを示している。

日本学術会議答申「地球環境・人間生活にかかわる農業及び森林の多面的な機能の評

価について」では、森林の機能を生物多様性保全機能、地球環境保全機能、土砂災害防止機能・土壌保全機能、水源かん養機能、快適環境形成機能、保健・レクリエーション機能、文化機能、物質生産機能の8つの機能があるとしている。森林の多面的機能の一つとして保健休養機能が評価され、森林の癒し効果に注目が集まっている。

森林からの快適性は、五感によってその快適感や安らぎを感じることがわかっている（平野秀樹・宮崎良文・香川隆英，2009）。また、予防医学の観点から森林浴は、補完・代替療法の一つとしてみなされ、森林浴を健康に役立てようという取り組みが始まっている（今西，2008）。

林野庁（2004）は、「森林セラピー効果」の医学的解明へ向けた新たな取り組みとしてプレリリースを行っている。森林浴という言葉の登場から22年経過し、森林がもつ快適性増進効果が広く国民に定着してきた。近年では、森林のもつ“癒し効果”を活かし、健康増進やリハビリテーションに役立てる『森林療法（森林セラピー）』も注目されている。しかしながら、森林の快適性増進効果や療法効果については、医学的な解明が現状では不十分であり、客観的かつ科学的な分析（エビデンス）にもとづく効能の評価と療法メニューの確立が求められているとして、産学官連携によって「森林セラピー研究会」を立ち上げ、厚生労働省の協力を得ながら健康増進に向けた森林の活用、森林療法にかかる医学的な課題の解明、国民への普及等を図ることとした。そしてそれらの流れを受けて2005年から、研究会の成果を実践の場に生かし普及・発展・サポートするために「森林セラピー総合プロジェクト」が立ち上げられた。具体的には、森林セラピー基地とセラピーロードの認定、癒しの森広汎化に向けた普及・広報活動、森林セラピー推進システムの検討・構築、森林セラピーにかかる人材育成制度の検討・構築の4つの関連プロジェクトがなされている。また、2008年に「森林セラピー研究会」は、（特）森林セラピーソサエティとして改められ、（特）森林セラピーソサエティ・森林セラピー基地全国ネットワーク会議・林野庁・（独）森林総合研究所・森林医学研究会の連携・協力・助言のもと、新たな森林セラピー推進体制が組織され、「森林セラピー総合プロジェクト」を引き継ぐ形で、各種プロジェクトが実践されている（森林セラピーソサエティ総合サイト2013）。<http://www.fo-society.jp/history/>

さらにセラピーということを定着させて有効にするために森林セラピストなどの養成を行い、森林セラピー基地に森林セラピストを配置する仕組みづくりが行われている。

尚、現在、森林セラピー基地は全国に53箇所となっている。全国53箇所の森林セラピー基地及びセラピーロードを図1-1に示した。

1-4-2-3 森林浴の生理的効果

森林浴の生理的効果に関する研究で Park *et al.* (2007) は唾液中コルチゾール濃度、脳活動を指標として森林浴の生理作用を明らかにし、Natural killer (NK : 抗癌作用をもつ細胞) 活性が増加したことを報告している (NK 活性とは、ナチュラルキラー細胞の働きの強さを表す生体の免疫力の指標のことである)。李ら (2007) は森林浴が NK 活性を増加させたことを報告している。朴 (2007) は、森林セラピーの生理実験により自律神経系の指標である脈拍数、収縮期血圧、拡張期血圧、心拍変動性と内分泌系の指標として唾液中コルチゾール濃度を用いた調査で森林セラピーによって血圧の低下、脈拍数の減少、唾液中コルチゾール濃度の低下が認められたことを交感神経の抑制、副交感神経の昂進、ストレスホルモン濃度の低下が認められてとして生体が生理的にリラックスすることが明らかになったとした。李 (2007) は、樹木から発散されるフィトンチッド (α -pinene, d-limonene, 1,8-cineole) が NK 細胞の 3 種類の抗がん物質 perforin, granulysin, granzyme の量を増加させることを明らかにし、森林浴がヒト NK 活性及び perforin, granulysin, granzyme にどのような影響を与えるかを検討した。その結果、①森林浴はヒトの NK 細胞数及びリンパ細胞内の抗がんたんぱく質の増加によって、ヒト NK 活性を増加させた。②NK 活性、NK 細胞数および細胞内抗がんたんぱく質の増加において森林浴の持続効果が認められた。これによって森林浴は NK 活性を増加させることから、がんの予防効果が期待されること。フィトンチッドおよび森林浴によるリラックス効果が活性に寄与したと考えられるとしている。

森林浴が自律神経機能に及ぼす影響を調べた住友ら (2006) の既存研究によると、心拍変動 (HRV) を調べた結果、森林浴後に副交感神経活動が有意に亢進することが報告されている。恒次ら (2006) は、都市環境と比べて森林環境では、収縮期血圧、拡張期血圧、心拍数が有意に低いことを報告している。朴ら (2007) は、24 か所で被験者各 12 名を対象とした実験において心拍数、収縮期血圧、拡張期血圧、心拍変動性の交感神経活動が有意に低下し、副交感神経活動が有意に亢進したことを報告している。さらに、李ら (2011) は、4 つの地域で各 12 名の被験者で自律神経活動の生理指標として、心拍変動性、心拍数、収縮期血圧、拡張期血圧の測定を行った。その結果、森林環境での座観中に心拍変動性の副交感神経活動を示す高周波 (HF : Hi Frequency) が有意に亢進し、交感神経活動を示す低周波 (LF : Low Frequency) と HF の比 LF/HF が有意に低下した。また心拍数、収縮期血圧、拡張期血圧も都市環境に比べて有意に減少した。こ

のことから森林環境においては、ストレス状態が緩和され、生体がリラックスしたとされている。これらの研究は、都市環境と森林環境で歩く、または座観するといった行動が自律神経に及ぼす影響を心拍数、収縮期血圧、拡張期血圧、心拍変動性という指標を用いて調べたものである。心拍数、収縮期血圧、拡張期血圧が低下し、いずれも副交感神経活動が有意に亢進した。澤口ら（2012）は、森林に滞在することが生理・心理に及ぼす影響をコルチゾール、アミラーゼ、血圧、脳波で検討した結果、森林環境内でコルチゾール濃度が低下傾向を示し、脳波では、リラックス感を表すとされる $\alpha 2$ 波が市街地に比べて多かったことから森林浴の生理的影響は、人をリラックスさせる効果がある。あるいは、森林浴は、癒し効果があるとしている。以上のように森林浴の生理的影響に関する研究では、自律神経系、中枢系、免疫系の指標を用いて検討が行われ、リラックス効果や免疫の向上という結果を提出している。

1-4-2-4 森林浴の心理的効果

森林浴の心理的効果を検討した研究は多く、生理的効果よりも早い時期から行われている（大石ら，1994；宮崎，2003）。森林浴の研究の創世期において大平ら（1999）は、森林浴の心理的効果は、一日単位で見られるものとし、短時間の森林浴で森林の心理的な効果は見られないとしていた。しかしながら、その後の研究では、15～60分程度の短時間の森林浴であってもストレスの低減効果がみとめられる（大石ら，2003；井川原ら，2004）として、森林浴の心理的効果を報告している。

大石ら（2003）、井川原ら（2004）は、立木密度や樹種の構成といった異なる林分の気分の改善効果を気分プロフィール検査（POMS：Profile of Mood States）によって比較をおこない、林分の違いによって気分の改善効果に違いがあることを明らかにしている。総谷ら（2005）は、森林浴が気分を改善することについてPOMSによって明らかにした。古賀ら（2006）は、学生等による20分間の低木除去作業を行った効果をPOMSによって調べた結果、林内作業にはリラクセーション効果があったとし、その効果は林内の散策よりも高かったと報告している。松葉ら（2006）は、森林が人の感情にどのような影響を与えているのかを生理学的指標と心理学的指標を併用して検討した研究において、唾液中のs-IgA（唾液分泌型免疫グロブリンといい、口腔内から侵入する病原体に対する一時的な防御機構において免疫機能の変動を反映する指標の一つ）の濃度は針葉樹林で増加、室内で減少がみられ、その増減量には違いがある傾向がみられた

（ $p=0.069$ ；Wilcoxon 符号順位検定）と報告している。心理的指標では、広葉樹林で

は室内と比較して、「緊張・不安」,「抑うつ・落ち込み」が小さく,針葉樹林では「活気」が大きかった ($p < 0.05$; Wilcoxon 符号順位検定)。これらの結果から,従来から考えられていたように,森林は人に安らぎを与えている。井川原 (2006) は,案内人による森林浴の効果について,案内人との散策の効果と森林内と街中で比較した調査で散策場所を問わず案内人と散策することが心理的にも生理的にもストレスを軽減させる可能性があるとして,その効果は森林を散策した時のほうが大きいとしている。翌年行われた井川原ら (2007) の調査では,案内人との森林散策と単独での森林散策に結果から案内人がもたらす効果について検討し,POMSの結果から「案内人との散策」は,心理的なストレスの緩和,イライラ感の低減が見られ「単独散策」と比べてより多くの気分状態の改善に効果がある可能性が示唆されたとしている。総谷ら (2008) 森林の光・温熱環境野中の絶対照度,相対湿度,大気圧が森林浴における主観評価と関連性があることを報告した。市原ら (2008) は,下層間伐作業を行ったボランティアグループのメンバー8人の森林作業前後でPOMSを測定した結果,全ボランティアについては「活気」と「混乱」以外の尺度が10%の有意差で低下してリラックス効果リフレッシュ効果が生じたとして,森林ボランティアの作業は,森林セラピーと運動セラピーが融合したもので,元気な中高年が心身の健康を維持する一つの方法だと述べている。森林の構成要素に関する効果の違いに関する情報を光環境に注目して療法効果を高める光環境を検討した林ら (2008) は,森林内の光環境の違いに対して生理的効果を唾液アミラーゼ活性によって,心理的効果をSD法およびPOMSによって検討している。この調査によれば,生理的な効果には違いがなかったものの暗い園路よりも明るい園路のほうが快い印象を与えたとしている。まとめとして晴天時に歩く場合には刺激的で活発な印象を与えることから,気分転換やリフレッシュ効果を目的とした利用に適しており,曇天時に歩く場合には,刺激が少ない大人しい印象をもつことから,癒しやリラックス効果を目的とした利用に適しているとしている。武田ら (2009) は,森林浴の健康増進効果を自律神経機能をと免疫,内分泌系に及ぼす影響およびPOMSによる心理学的検査を行った結果,自律神経系と免疫,内分泌系に及ぼす影響に一定の傾向は認められなかったもののPOMSの総得点が有意に低下し,森林浴でリラックス効果があったとしている。

以上のように森林浴の心理的効果についての指標は,ほとんどで POMS を用いた調査が行われており,POMS の得点の統計解析の結果から森林浴の心理的効果は,人をリラックスさせる効果がある。あるいは,森林浴は,癒し効果があるとしている。

1-4-3 土壌がヒトに及ぼす影響

土壌と人の健康に関連する研究は、土壌汚染による健康被害(新矢ら, 2006; 駒村ら, 2006)等に関連するものが多く、土壌に触れることが人に及ぼす影響についての研究は少ない。その中で土壌を用い土壌に触れることについては、園芸療法や砂を用いる箱庭療法についての研究がなされている。

日本園芸療法学会によれば、園芸療法とは、「医療や福祉の領域で支援を必要とする人たち(療法的かかわりを要する人々)の幸福を、園芸を通して支援する活動」である。園芸療法の定義については、医療と福祉の分野からの用語の混在がみられるが、アメリカにおいては「園芸療法とは、明確な治療目的のために、訓練を受けたセラピストによって支援される園芸関連活動において、一人の人間にかかわること(Horticultural therapy is the engagement of a person in gardening-related activities, facilitated by a trained therapist to achieve specific treatment goals)と定義されている。日本では、農耕・園芸の健康への効果を利用して、人間の幸福、つまり心身の治療やリハビリテーション、心のゆとりやゆたかさなど生活の質の向上、人間成長などを増進しようとする目的のために広く利用されてきた歴史があり、吉長(2003)は園芸福祉(Horticulture Well-being)と定義している(原, 2011)。

園芸療法について奥田(2007)は、園芸が療法として脚光を浴びだしたのは第二次大戦後のアメリカやヨーロッパであるとし、人が土をさわり、植物を植えるという営みは、長い歴史をもっており、もともとは生活の糧を得るためにこのような営みが営々と行われていた。しかし現在この園芸が生活に必要な食料を得たり植物を栽培したりするという目的を超えて、障害者、高齢者、ストレスをかかえた人などにとっての癒やしの目的にして園芸療法という名前で新たな役割を得ようとしていると述べている。

療法の中で土壌に触れる園芸療法について述べたが、療法の中で砂を用いるものに箱庭療法がある。

箱庭療法とは、日本箱庭療法学会によれば、箱庭療法は心理療法の一つであり、心理相談、法務臨床、精神科・小児科等の医療、さらに学校教育等、さまざまな領域における心理臨床活動に広く施行されている。箱庭療法について山口(2005)は、1929年にイギリスの小児科医 Lowenfeld によってはじめられ、1956年にスイスの Kalff によって治療的側面が発展させられ、日本へは、1965年に河合隼雄が導入し、子どもばかりでなく大人の治療においても普及した。現在では箱庭療法は学校、教育センター等教育現場や児童養護施設、児童相談所といった福祉領域、さらには病院臨床の分野というよ

うに幅広く取り入れられていると述べている。また、河合（1984）によれば、Lowenfeld が「子どものための心理療法」として 1929 年に発表したもので、それまでさかんに行われていたフロイト等の精神分析に基づく“児童分析”を批判し、「解釈や転移なしに治療できる方法として、この箱庭療法を思いついた」と述べて子どもの考えは、おとなのそれと違って、「思想、感情、感覚、観念、記憶がすべて不可解なほどにからみ合っている」ものであり、これらを十分に表現させるためには、「視覚のみならず触覚のような感覚の要素」とともにあわせもつ技法が望ましいとして技法を考案したと言われる。さらに、Kalf 氏は、治療者と患者の関係に注目し、その人自身の「内界」を開示しうる安定した基盤である「母子一体性」と表現される治療者と患者との深い関係が存在してこそ、はじめて治療の過程がすすむとして「治療者」の存在が決定的な役割を占めるとしている。そしてそれをユングの心理学の言うところの「自己実現」という考え方にしたがって、患者は自分自身の自己実現の力に頼ることによって、自ら治ってゆくものであるということを明確にしたと言われている。

箱庭療法の実際の技法について述べる。砂箱は、内法が 57cm×72cm×7cm で、内側は青く塗ってある。砂は細かい粒子のもので、湿った砂と乾いた砂が入った 2 つの箱が用意されてある（湿った砂を嫌う人がいるためと箱を 2 つ繋いで作る人がいるため）。箱庭に置く材料（おもに玩具）は、大小合わせていろいろなものが用意されている。それらを用いて箱庭を作ってもらっていくうちに治療がすすんでゆくと言われている。

これまで自然が持つリラックス効果や癒やし効果、セラピー効果について様々な視点から多くの研究がなされていることについて述べた。これによって自然体験などが実験の結果、セラピーとしての効果を有することを確認した。セラピーとは、広辞苑によれば、治療。療法。薬品や手術を用いないものをいう。土壤に触れるという自然体験である土壤観察は、これまで挙げてきた療法の中では、森林セラピーや園芸療法に近い。

森林セラピーでは、森林セラピーメニューというリフレッシュや癒しという「心の健康づくり」、あるいはフィットネス等の運動や食事等の生活リズムの改善といった「身体への健康づくり」のプログラム等さまざまなアクティビティのプログラムが行われる。園芸療法では、植物のある環境によって人が精神的安らぎを得るという効果を利用して、植物の成長を見守り、「育て」咲いた花や実を摘みとるといった植物や園芸活動を通して精神的、身体的リハビリ効果を期待するとされている。それで、土壤についてリラックス効果や癒やし効果等、あるいは精神的なリハビリ効果のエビデンスを構築することによって土壤セラピーとして位置付けることができると思われた。

1-4-4 本論文の目的と意義

本研究は、自然体験としての土壌観察がヒトにどのような影響を及ぼすかを明らかにすることを目的とした研究である。現在、森林などの自然の癒し効果の客観的かつ科学的な分析がなされている。それらのエビデンスをもとに森林浴などを予防医学あるいは補完・代替医療として活用しようとしてされている。土壌に触れるという土壌観察がヒトにどのような影響を及ぼすかを明らかにする研究はこれまでほとんど報告されてこなかった。自然や自然体験が病気を早く回復させることや子どもの集中力を高めるという研究がある一方で、森林セラピーや園芸療法は、通常医療とは異なり、予防医学的な補完・代替医療的なアプローチであり、そのためのエビデンスの構築の研究がすすめられている。箱庭療法では、箱庭療法の砂がもつ意味について被験者の母性と砂の使用との関連について検討した研究において山口（1997）は、母性的な人ほど箱庭療法において砂をよく用いることがわかり、母性と砂の関連は、砂に触れるという行為が汚さをも含む育児つまりは母性行動と繋がると考えられるとしている。さらに、箱庭療法の回数を増やした研究（山口，2005）では砂に触れるという「触覚」の体験は、リラックス以上に被験者の内面に働きかけるものが大きく（河合，1991）、心理療法において「治る」のに重要である。無意識内にある自己治癒力の活性化には自我のコントロールを弛める必要があり、砂に触れることは子どもの頃の感覚が戻るとも言っている（河合ら，1993）。実験によって生じた退行の体験は自己治癒力を高め、更には新たな成長へと導いたとしている。このように箱庭療法は、精神的な疾患や不調に対して自己治癒力を活性化させるとされているものの、客観的な生理的・心理的指標を用いた研究がなされていない。

そこで、森林セラピーやリラックスに関係して行われている研究の測定指標を用いて土壌観察がヒトに及ぼす影響について生理的、心理的指標を用いて明らかにすることとした。すなわち土壌観察が及ぼす生理的および心理的な影響の心身両面での効果を科学的に明らかにすることが本論文の主体的なテーマである。そのためにも、実験手法の検討を行った。次に3つの方向から土壌観察がヒトに及ぼす影響を検討した。本研究は、環境教育における自然体験としての土壌観察と補完・代替医療との両面に意義を有している。環境教育における自然体験としての土壌観察の意義としては、土壌教育の推進にある。わが国の土壌教育が不十分な状態にあり、現状では、土壌の重要性が一般に知られることが非常に難しいと考えられる。とくに、土壌の重要性が十分認識されていないわが国の学校教育や社会教育において（福田，2004）土壌観察という自然体験が、心身

の健康維持に有効であることを事例として土壌に注目させることは重要である。さらに、この土壌に触れるという自然体験を環境教育の教材として学校林を持つ学校や自然観察の森などの自然観察施設で活用することによって土壌教育の推進に繋げることが期待できると考える。補完・代替医療に関連した意義としては、土壌観察という土壌に触れる自然体験が森林セラピーにおけるセラピーメニューの一つとして森林セラピー効果を増加させると考えられる。さらに土壌に触れる自然体験のヒトに及ぼす影響が明らかになることで森林浴効果がセラピーとして考えられるようになったのと同様に、土壌に触れる自然体験が土壌セラピーとして用いられる可能性が考えられる。以上のことから、多くの人々が土壌に注目し、人々が土壌に触れるリラクゼーション効果によって病気になりにくい体を手に入れ健康増進に繋げることが期待できるものと考えられる。

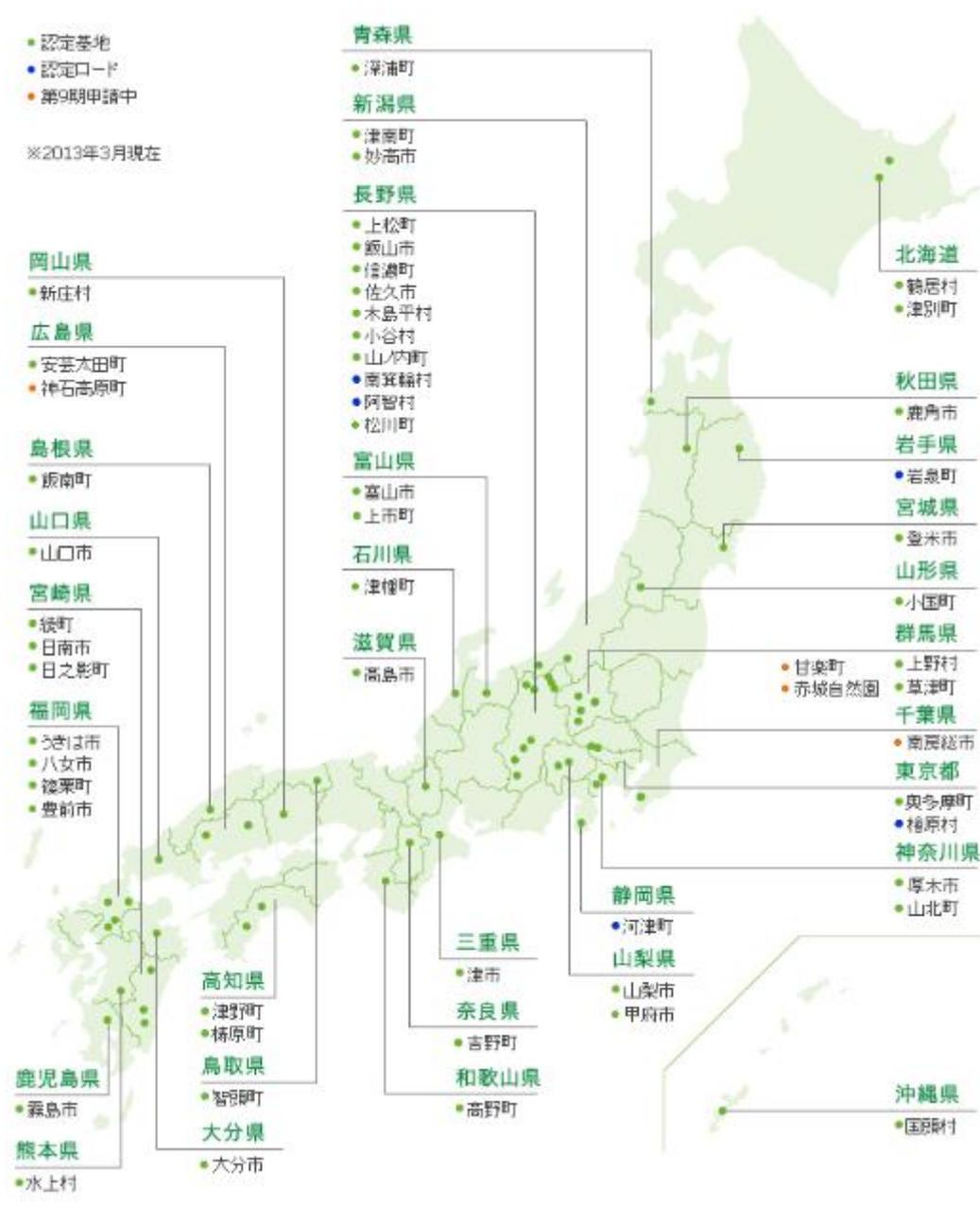


図 1-1 全国 53 箇所のセラピー基地及びセラピーロード
 (森林セラピー総合サイト <http://www.fo-society.jp/>,
 森林セラピーソサイエティ,より引用, 2013年11月13日参照)

第2章 自然観察の森における土壌の環境教育の現状と展望

2-1 はじめに

「自然観察の森」は、1985年より、環境庁（当時）によって身近な自然とのふれあいを体験できる森として、自然観察などを通じた自然保護教育推進の拠点とすることを目的として整備されている。そこでは、観察施設やネイチャーセンターが整備され、レンジャーが常駐している。自然観察の森は全国に10箇所あり（図2-1）、各自治体によって管理・運営されている。

一般社団法人日本土壌肥料学会土壌教育委員会では、学校教育や社会教育の中で、陸上生態系の基盤である土壌に関する環境教育の不十分さが危惧されることから、土壌の重要性を啓発するために全国10箇所の自然観察の森において、土壌観察会を行ってきた。この観察会は、1999年から始まり、2009年に終了するまでの10年間、毎年自然観察の森で行なわれてきた。観察会では、土壌の性質を知るための基本的なプログラムが提供され、土壌断面の調査及び、断面記載が行われた。その際に土壌モノリス（土壌断面標本）（図2-2）及びリーフレットが作成され、今後の来園者の土壌の環境教育と生態系における土壌の重要さの啓発のために寄贈されている。

本章では、自然観察の森における土壌の環境教育の普及のための土壌のデータベース化を行なうことを目的に、土壌断面調査と土壌試料の一般理化学性分析を行ない、土壌分類を行った。

2-2 自然観察の森の土壌

2-2-1 材料と方法

2-2-1-1 土壌断面記載

土壌断面調査は土壌調査ハンドブック 改訂版（日本ペトロロジー学会編，2006）に従った。また、自然観察の森の位置と植生については、厳選！全国25施設自然ふれあいガイドブック（環境省自然ふれあい推進室，2006）及び各自然観察の森の調査報告書等を参考にした。

仙台市太白山自然観察の森（仙台市太白山自然観察の森自然観察センター，1999）

[位置] 仙台市の南～南西,[森の植生]: コナラ二次林,スギ,ヒノキ人工林,ネザサ[調査日] 2003年11月3日

[天候] 晴れ/調査前日晴れ

[調査者] 田村憲司・深野基嗣

[堆積様式] 残積成

[地質母岩] 泥岩

[気候] 冷温帯落葉広葉樹林気候

[植生] コナラ,ネザサ

[断面形態]

Oie : +3～0 cm

A : 0～10 cm, 黒褐色(7.5YR3/2),腐植富む,軽埴土(LiC),礫なし,団粒状構造発達中度,粘着性弱,可塑性弱,ち密度極疎(2mm),細小根含む,半湿,活性アルミニウム反応-,層界平坦判然

AB : 10～35 cm,暗褐色(7.5YR3/3),腐植含む,重埴土(HC),礫なし,団粒状発達中度,角塊状構造発達中度,粘着性弱,可塑性中,ち密度極疎(9mm),細小管状孔隙あり管状孔隙あり,細小根含む中あり,半湿,活性アルミニウム反応-,層界波状判然

Bw1 : 35～60 cm,暗褐色(7.5YR3/4),腐植あり,重埴土(HC),礫なし,角塊状構造発達中度,粘着性中,可塑性中,ち密度疎(17mm),細小管状孔隙あり管状孔隙あり,細小根あり中含む,半湿,活性アルミニウム反応-,層界波状判然

Bw2 : 60～90 cm,暗褐色(7.5YR3/4),腐植あり,重埴土(HC),半風化角大礫あり腐朽小礫あり,角塊状構造発達中度,粘着性中,可塑性強,ち密度中(19mm),細胞状孔隙細管状孔隙あり,細～中根あり,半湿,活性アルミニウム反応-,層界不規則漸変

Bw : 3-80～100 cm+,にぶい赤褐色(5YR4/4),腐植なし,重埴土(HC),腐朽小礫あり,角塊状構造発達中度,粘着性中,可塑性強,ち密度中(22mm),細胞状孔隙細管状孔隙あり,小から大根あり,半湿,活性アルミニウム反応-

A層は0～10cmと薄く,土色は黒褐色で腐植に富み,土性はA層以外の全てが重埴土(HC)で泥岩質の母材の影響を受けていると思われた。粘着性可塑性ともに上層から下層へ弱～度,中度,ち密度は2mm～22mmと下層になるほど,ち密度が増している。Bw3層の90～100cmで,土色はにぶい赤褐色となっていた。活性アルミニウム反応は,全層で(-)であった。

桐生自然観察の森（桐生市都市整備部公園緑地課, 2008）

[位置] 群馬県の東部, 関東平野の北端にあり, 足尾山地の接点に位置し, 日光連山の南端. 桐生市中心市街地から北西約 6 km, 吾妻山の麓に位置する.

[森の植生] クヌギ・コナラの雑木林, スタジイ・アラカシ・タブ林, スギ・ヒノキの人工林, アカマツ林.

[調査日] 2001 年 11 月 2 日

[天候] 晴れ/調査前日晴れ

[調査者] 浅野真希・深野基嗣・飯山 豪

[堆積様式] 匍行成

[地質母岩] 泥岩

[気候] 暖温帯常緑広葉樹林気候

[植生] スギ植林

[断面形態]

Oi : +8~+2 cm

Oe : +2~0 cm

A : 0~12 cm, 暗褐色(7.5YR3/4), 軽埴土(LiC), 半風化亜角礫あり, 細屑粒亜角塊状構造発達弱度, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度極疎(10mm), 細小孔隙あり小胞状孔隙あり管状孔隙富む, 細小根富む中あり, 湿, 活性アルミニウム反応+, 層界波状判然

Bw : 12~29 cm, 褐色(7.5YR4/6), 埴壤土(CL), 半風化亜角礫あり, 細屑粒亜角塊状構造発達弱度, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度極疎(8mm), 細小孔隙あり小胞状孔隙富む細管状孔隙含む, 細小根富む中根あり, 湿, 活性アルミニウム反応-, 層界波状判然

BC : 29~41 cm, 褐色(7.5YR4/6), 埴壤土(CL), 風化大亜角礫あり細小亜角塊状礫富む, 細小亜角塊状構造発達弱度, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度極疎(10mm), 細小小胞状孔隙富む, 細管状孔隙含む, 細小根含む, 湿, 活性アルミニウム反応-, 層界不規則明瞭

R : 41~100cm+, にぶい黄橙(10YR7/3)

A 層は 0~12 cm, 土色は暗褐色で土性は軽埴土(LiC), 礫は半風化亜角礫。ち密度は 8 から 10mm で, A 層から下層まで発達・粘着性・可塑性はともに弱度であり, R 層ではにぶい黄橙となっていた。活性アルミニウム反応は, 全層で(-)であった。全層で発達・粘着性・可塑性が弱く, ち密度が 10~8 と全体に軟らかでもろい断面であった。

牛久自然観察の森（牛久市みどり課, 1992）

[位置] 関東平野の東部,北東を霞ヶ浦, 南西を牛久沼とそれに連なる利根川に囲まれた稲敷台地に位置する.[森の植生] マダケ,スギ,ヒノキ,サワラの植林。落葉広葉樹の二次林(クリ・コナラ・クヌギヤマハギ林,クリ・コナラ・クヌギアズマネザサ林)

[調査日] 2003年8月6日

[天候] 晴れのち曇り/調査前日晴れ

[調査者] 深野基嗣・江田朋子

[堆積様式] 風積成

[地質母岩] 火山灰

[気候] 暖温帯常緑広葉樹林気候

[植生] スギ植林

[断面形態]

Oie : +1~0 cm

A1 : 0~7 cm,極暗褐色(7.5YR2/3),軽埴土(LiC),礫なし,小団粒状構造発達弱度,粘着性弱,可塑性中,ち密度極疎(0mm),細小根富む中根含む大根あり,半湿,活性アルミニウム反応+++ ,層界平坦判然

A2 : 7~40 cm,暗褐色(7.5YR3/4),軽埴土(LiC),礫なし,小中団粒亜角塊状構造発達弱度,粘着性弱,可塑性中,ち密度極疎(9mm),細小胞孔隙含む,細小根含む中大根あり,半湿,活性アルミニウム反応+++ ,層界波状判然

AB : 40~60 cm,褐色(7.5YR4/6),軽埴土(LiC),礫なし,細小中亜角塊状構造発達弱度,粘着性弱,可塑性中,ち密度疎(11mm),細小胞孔隙含む細小管状孔隙含む,細小根含む中あり,半湿,活性アルミニウム反応++ ,層界不規則漸変

Bw : 60~83+cm,褐色(7.5YR4/6),重埴土(HC),礫なし,細小中亜角塊状構造発達中度,粘着性中,可塑性強,ち密度疎(17mm),細小孔隙含む小胞状管状孔隙含む,細小中根あり,半湿,活性アルミニウム反応++

A1層は0~7 cmと薄く,土色は暗褐色で,全層で礫なく,Bw層で土性は重埴土(HC)で可塑性強,ち密度は下層にむかって9 mm~17 mm,下層になるほど,ち密度が増していた。活性アルミニウム反応はA1・A2層で(+++),AB・Bw層で(++)であった。全層で活性アルミニウム反応が(++)以上を示していた点から火山灰の影響を受けていることが示唆された。

横浜自然観察の森（横浜市環境創造局と日本野鳥の会, 2010）

[位置] 三浦半島の先端まで続く多摩・三浦丘陵群の一部.瀬上市民の森,氷取沢市民の森,釜利谷市民の森,金沢市民の森を擁する面積 700ha 広大な緑地の一部で,神奈川県南東部,横浜市の南端に位置する.

[森の植生] ヤマザクラ,コナラ,ミズキ二次林。タブノキ優占の二次林,モウソウチク林。スギ,ヒノキ植林。

[調査日] 2001年 12月 23日

[天候] 晴れ/調査前日晴れ

[調査者] 田村憲司

[堆積様式] 風積成

[地質母岩] 火山灰

[気候] 暖温帯常緑広葉樹林気候

[植生] コナラ,アオキ

[断面形態]

O : +1.5~0 cm

A1 : 0~3 cm,暗褐色(7.5YR3/3),軽埴土(LiC),礫なし,中小団粒状構造発達弱,粘着性弱,可塑性中,ち密度極疎(1mm),細根富む中根まれ,半湿,活性アルミニウム反応+,層界平坦判然

A2 : 3~10 cm,暗褐色(7.5YR3/4),軽埴土(LiC),礫なし,中小団粒状構造発達弱,粘着性弱,可塑性中,ち密度極疎(6mm),細根富む中根まれ,半湿,活性アルミニウム反応+,層界波状明瞭

Bw1 : 10~40 cm,褐色(10YR4/6),重埴土(HC),礫なし,中団粒状構造発達弱,粘着性中,可塑性中,ち密度極疎(9mm),細小胞孔隙含む細管状孔隙あり,細根富む中根まれ,半湿,活性アルミニウム反応++,層界波状判然

Bw2 : 40~80+cm,褐色(10YR4/6),重埴土(HC),礫なし,大亜角状構造発達強,粘着性中,可塑性強,ち密度中(20mm),細孔隙小胞状孔隙あり小管状孔隙あり,細根まれ中大根まれ,半湿,活性アルミニウム反応+++

A1層は0~3 cmと腐植を含むA1層が薄く,土色は暗褐色で,Bw2層で土性は重埴土(HC)で可塑性強,ち密度は下層にむかって1 mm~20 mm下層になるほど,ち密度が増していた。活性アルミニウム反応はA1・A2層で(+),Bw1層で(++),Bw2層で(+++)

を示していた点から火山灰の影響を受けていることが示唆された。

豊田市自然観察の森（豊田市公園緑地課,1992）

[位置] 豊田市中心市街地の東北東およそ4km,標高70~140mの丘陵地で三河山地の先端部にあり,市街地と山間部の接点.矢作川の支流の市木川の上流に位置し,矢作川と巴川の分水界付近の丘陵地（標高200m）と,それを開析した谷底低地に位置する.

[森の植生] コナラ林,アカマツ林,スギ・ヒノキ林,タケ林.

[調査日] 2010年 8月20日

[天候] 小雨/調査前日晴れ

[調査者] 坂岡由里江・羽生一予

[堆積様式] 匍行成

[地質母岩] 花崗岩

[気候] 暖温帯常緑広葉樹林気候

[植生] コナラ

[断面形態]

Oi : +3~1 cm

Oe : +1~0 cm

A : 0~7 cm,暗赤褐色(5YR3/3),埴壤土(CL),細礫あり,団粒状構造発達中,粘着性中,可塑性中,ち密度極疎(6mm),細小中根まれ大根なし,半湿,活性アルミニウム反応-,層界波状判然

BA : 7~20 cm,暗赤褐色(5YR3/3),砂埴壤土(SCL),亜角細礫あり,小亜角塊状構造団粒発達弱,粘着性中,可塑性中,ち密度極疎(7mm),細小管状孔隙富む,細小根あり中大根まれ,半湿,活性アルミニウム反応-,層界平坦判然

Bt1 : 20~64 cm,暗赤褐色(5YR4/6),砂壤土(SL),亜角礫細礫あり,小亜角塊状構造発達弱,粘着性中,可塑性中,ち密度極疎(7mm),細小管状孔隙富む,細小中根まれ大根なし,半湿,活性アルミニウム反応-,層界平坦判然

Bt2 : 64+~cm,赤褐色(5YR4/6),砂壤土(SL),細礫中礫富む,小亜角塊状構造発達弱,粘着性中,可塑性弱,ち密度(9mm),細小管状孔隙富む,細小中大根まれ,半湿,活性アルミニウム反応-

A1層は0~7cmと薄く,土色はA1~Bt1層で暗赤褐色,Bt2層では赤褐色.粘着性・可塑性はA1~Bt1層で中.ち密度は下層にむかって6mm~9mm下層になるほど,ち密

度が増していたものの、ち密度は低い値にとどまった。活性アルミニウム反応は全層で(一)であった。土色が A1～Bt1 層で暗赤褐色、Bt2 層では赤褐色であったことから赤黄色土の特徴を示した。

栗東自然観察の森（栗東市教育委員会生涯学習課,2008）

[位置] 琵琶湖の南,湖南地方の栗東市のほぼ中央部の安養寺山とそれに連なる丘陵地に位置する.

[森の植生] 全体がアカマツ群落で,一部にコナラ・クヌギ群落,スギ・ヒノキ植林. ヒメヤシャブシ群落,竹林（ヤダケ林）

[調査日] 2007年 8月10日

[天候] 晴れ/調査前日晴れ

[調査者] 田村憲司

[堆積様式] 崩積成

[地質母岩] 花崗岩

[気候] 暖温帯常緑広葉樹林気候

[植生] ヒノキ植林,ヤブツバキ,ヒサカキ

[断面形態]

Oi : +2~0.5 cm

Oe : +0.5~0 cm

A : 0~6 cm,黒褐色(10YR3/2),埴壤土(CL),半風化亜角小礫あり,中団粒状構造発達中,粘着性弱,可塑性弱,ち密度極疎(4mm),細小根富む中大根あり,乾,活性アルミニウム反応一,層界波状明瞭

AB : 6~18 cm,褐色(10YR4/4),砂壤土(SL),半風化亜角小礫あり,亜角塊状構造発達弱,粘着性なし,可塑性なし,ち密度極疎(7mm),細大根あり,半乾,活性アルミニウム反応一,層界不規則判然

Bw1 : 18~44 cm,明黄褐色(10YR7/6),砂壤土(SL),半風化亜角小礫あり,亜角塊状構造発達弱,粘着性なし,可塑性なし,ち密度極疎(7mm),細大根あり,半乾,活性アルミニウム反応一,層界平坦漸変

Bw2 : 44~89 cm,にぶい黄褐色(10YR7/4),埴壤土(CL),半風化亜角小礫あり,亜角塊状構造発達弱,粘着性弱,可塑性弱,ち密度極疎(9mm),細小管状孔隙富む,細大根あり,半湿,活性アルミニウム反応一

BC : 89~100+cm, にぶい黄褐色 10YR7/4, 埴壤土(CL), 半風化亜角小礫あり, 亜角塊状発達弱, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度疎(15mm), 細管状孔隙富む, 細大根あり, 半湿, 活性アルミニウム反応±

A1層は0~6cmと薄く, 土色は黒褐色で, AB層で褐色, Bw1層で明黄褐色, Bw2・BC層ではにぶい黄褐色, A・Bw2・BC層で粘着性・可塑性は弱, AB・Bw1層でなしであった。ち密度は下層にむかって4mm~15mm下層になるほど, ち密度が増していた。土性はA・Bw2・BC層で埴壤土(CL), AB・Bw1層が砂壤土(SL)。活性アルミニウム反応はA1~Bw2層で(-), BC層で(±)である。A・Bw2・BC層で粘着性・可塑性は弱またはなしとなっており, 土色が明黄褐色からにぶい黄褐色であった。

和歌山自然観察の森 (和歌山市, 1988)

[位置] 和歌山市の東部丘陵の山麓部にあたり比較的起伏のある地形で, 和歌山市の市街地を取り囲むように形成された市街地近郊の自然緑地に位置する。

[森の植生] アカマツの中高木林, 竹林を中心にスギ・ヒノキ植林, 常緑広葉樹(コジイ, アラカシ等) 及び落葉広葉樹(コナラ, クヌギ, ヤマザクラ等) からなる森林

[調査日] 2008年 8月 8日

[天候] 晴れ/調査前日晴れ

[調査者] 田村憲司

[堆積様式] 匍行成

[地質母岩] 生層泥岩

[気候] 暖温帯常緑広葉樹林気候

[植生] コジイ, ヒサカキ, シキミ

[断面形態]

Oi : +3~1 cm

Oe : +1~0 cm

A : 0~8 cm, 暗褐色(10YR3/4), 軽埴土(LiC), 半風化~風化泥岩質小~中角礫あり, 細粒状構造発達中, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度疎(12mm), 細小根富む中大根含む, 乾, 活性アルミニウム反応-, 層界平坦判然

AB : 8~18 cm, 褐色(7.5YR3/4), 重埴土(HC), 半風化~風化泥岩質小~中角礫あり, 亜角塊状構造発達中, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度中(22mm), 細孔隙含む, 細小根中含む大根あり, 乾, 活性アルミニウム反応-, 層界波状漸変

- Bw1 : 18~40 cm, にぶい褐色(7.5YR5/4), 重埴土(HC), 半風化~風化礫泥岩質小~大角礫あり, 亜角塊状構造発達弱, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度中(24mm), 細孔隙含む, 細小根あり中大根まれ, 半湿 活性アルミニウム反応-, 層界平坦漸変
- Bw2 : 40~63 cm, にぶい褐色(7.5YR5/4), 重埴土(HC), 半風化~風化礫泥岩質小~大角礫あり, 亜角塊状構造発達弱, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度密(26mm), 細孔隙富む, 細小大根まれ, 半湿, 活性アルミニウム反応-, 層界平坦漸変
- Bw3 : 63~85+ cm, にぶい褐色(7.5YR5/4), 重埴土(HC), 礫土, 亜角塊状構造発達弱, 粘着性弱, 可塑性中, ち密度密(27mm), 細孔隙富む, 細小大根まれ, 半湿 活性アルミニウム反応-

A1 層は 0~8 cm と薄く, 土色は暗褐色で, AB 層以下で褐色からにぶい褐色, 粘着性・可塑性は弱から中, 土性は A 層で軽埴土(LiC), AB 層以下で重埴土(HC)。ち密度は 12~27mm と下層になるほど, ち密度が増していた。活性アルミニウム反応は, 全層で(-)である。

姫路市自然観察の森 (日本野鳥の会 1992, 2010)

[位置] 姫路市の北西に位置し, 桜山貯水池の北に面した丘陵に位置する。

[森の植生] スギ, ヒノキの人工林. アカマツ, コナラの優先する二次林. アカマツ林 アラカシ, スダジイ, コジイ等の照葉樹による極相林。

[調査日] 2006年 8月 20日

[天候] 晴れ/調査前日曇

[調査者] 田村憲司・梅原温

[堆積様式] 匍行成

[地質母岩] 花崗岩

[気候] 暖温帯常緑広葉樹林気候

[植生] アカマツ, クリ, アセビ, ヒサカキ, ネザサ

[断面形態]

Oi : +5~2 cm

Oe : +2~0 cm

A : 0~12 cm, 暗褐色(10YR3/4), 壤土(L), 礫なし, 小~大亜角塊状構造発達弱, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度疎(13mm), 細根富む小根含む中大根あり, 半湿 活性アルミニウム反応-, 層界波状明瞭

- Bw1 : 12~30 cm,黄褐色(10YR5/8),砂壤土(SL),礫なし,小~大亜角塊状構造発達弱,粘着性弱,可塑性なし,ち密度疎(12mm),細小中大あり,湿,活性アルミニウム反応-,層界波状漸変
- Bw2 : 30~60 cm,黄褐色(10YR5/6),砂壤土(SL),礫なし,亜角塊状構造小発達弱,粘着性弱,可塑性なし,ち密度極疎(7mm),細小中大根あり,湿,活性アルミニウム反応-,層界平坦漸変
- Bw3 : 60~80 cm,明黄褐色(10YR6/8),砂壤土(SL),花崗岩風化巨礫あり,小亜角塊状構造発達弱,粘着性なし,可塑性なし,ち密度疎(12mm),細根あり,半湿,活性アルミニウム反応-,層界不規則判然
- Bg : 80~100+cm,明黄褐色(10YR6/6),砂壤土(SL),礫なし,壁状,粘着性弱,可塑性なし,ち密度疎(17mm),細根あり,湿,活性アルミニウム反応-,(疑似グライ化)

A1層は0~12 cm,土色は暗褐色から黄褐色及び明黄褐色であり,Bw3層で花崗岩風化巨礫の他に全層位で礫はなし。粘着性・可塑性は全層位で弱からなし,土性はA層で壤土の他全層位で砂壤土(SL)。ち密度は13mmから17mmと下層になるほど,ち密度が増していた。活性アルミニウム反応は,全層で(-)であった。土色は黄褐色から,明黄褐色と明度が高く,礫はなく粘着性・可塑性はなく,活性アルミニウム反応は全層位で(-)であった。

おおの自然観察の森(環境省自然ふれあい推進室,2006)

[位置] 広島県の南西部,大野権現山の麓,宮島の対岸に位置する。

[森の植生] 谷沿いに落葉広葉樹と常緑広葉樹の混合林.高海拔の尾根部にコナラ林,斜面下部にオオバヤシャブシ.ほぼ全域を壮齢のアカマツ林が覆っている.萌芽林,伐採後のアカマツ低木林.

[調査日] 2009年 8月 21日

[天候] 晴れ/調査前日晴れ

[調査者] 田村憲司・羽生一予

[堆積様式] 崩積成

[地質母岩] 花崗岩

[気候] 暖温帯常緑広葉樹林気候

[植生] アカマツ二次林

[断面形態]

Oi : +3~1 cm

Oe : +1~0 cm

A : 0~12 cm, 黒褐色(7.5YR2/2), 軽埴土(LiC), 礫なし, 団粒状構造発達中, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度極疎(5mm), 細小根富む中大根あり, 湿, 活性アルミニウム反応-, 層界波状判然

AB : 12~24 cm, 黒褐色(7.5YR3/2), 埴壤土(CL), 礫なし, 亜角塊状構造発達中, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度極疎(7mm), 細小管状孔隙富む小胞状あり, 細小根含む中大根あり, 湿, 活性アルミニウム反応±, 層界平坦漸変

Bw1 : 24~45 cm, 暗褐色(7.5YR3/4), 埴壤土(CL), 礫なし, 亜角塊状構造発達中, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度疎(11mm), 細~大根あり, 半湿, 活性アルミニウム反応++, 層界平坦漸変

Bw2 : 45~70 cm, 褐色(7.5YR4/4), 砂質埴壤土(CL), 花崗岩質半風化角礫含む, 亜角塊状構造発達弱, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度疎(15mm), 細小管状孔隙富む小胞状あり, 細~大根あり, 半湿, 活性アルミニウム反応++, 層界平坦漸変

Bw3 : 70~100+cm, 褐色(10YR4/6), 砂質埴壤土(CL), 半風化角礫富む, 亜角塊状構造発達弱, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度疎(18mm), 細小管状孔隙富む小胞状あり, 細~大根まれにあり, 半湿, 活性アルミニウム反応++

A1層は0~12 cm, 土色はA・AB層が黒褐色で, Bw1層暗褐色, Bw2・Bw3褐色で, A層からBw1層で礫はなし。粘着性・可塑性は全層位で弱。土性はA層で軽埴土(LiC), Bw1層で埴壤土(CL)。Bw2・Bw3層で砂質埴壤土(CL)。ち密度は5mm~18mmと下層になるほど, ち密度が増していた。活性アルミニウム反応は, A層で(-), AB層で(±), 以下の層位で(++)である。

福岡市油山自然観察の森 (福岡市森と緑のまちづくり協会と日本野鳥の会,
2009)

[位置] 福岡市城南区, 西区, 早良区にまたがる, 市の西南部に位置する。

[森の植生] 照葉樹林, ヤブツバキクラスに区分されるが大部分は代償植生。シイ・カシ萌芽林, シイ・タブ林, (スタジイ-ヤブコウジ群落) 尾根筋には良好なアカマツ林 (アカマツ-アラカシ群落), ホオノキ, タムシバ, リョウブなどの落葉広葉樹からなる。コナラ二次林, スギ・ヒノキ人工林。

[調査日] 2007年12月22日

[天候] 小雨/調査前日曇

[調査者] 梅原温・若林正吉・羽田友哉

[堆積様式] 匍行成

[地質母岩] 花崗岩

[気候] 暖温帯常緑広葉樹林気候

[植生] アカマツ

[断面形態]

Oi : +3~0 cm

A : 0~8 cm, 黒褐色(10YR3/2), 壤土(L), 未風化角礫あり, 団粒状構造発達度, 粘着性弱, 可塑性弱, ち密度極疎(6mm), 細小根あり, 半湿, 活性アルミニウム反応±, 層界波状明瞭

AB : 8~17 cm, 暗オリーブ褐色(2.5YR3/3), 埴壤土(CL), 未風化角礫あり, 亜角塊状構造発達中, 粘着性弱, 可塑性中, ち密度極疎(8mm), 細管状孔隙含む, 細小稀にあり, 湿, 活性アルミニウム反応±, 層界波状明瞭

Bw1 : 17~40 cm, オリーブ褐色(2.5YR4/4), 軽埴土(LiC), 未風化角礫あり, 亜角塊状構造発達中, 粘着性弱, 可塑性中, ち密度疎(14mm), 細小管状孔隙含む, 細小中根まれにあり, 湿, 活性アルミニウム反応+, 層界不規則明瞭

Bw2 : 40~64 cm, 黄褐色(2.5YR4/4), 軽埴土(LiC), 未風化亜角礫あり, 亜角塊状構造発達中, 粘着性弱, 可塑性中, ち密度(11mm), 細管状孔隙あり, 細稀小あり中大まれ, 湿, 活性アルミニウム反応+

A層は0~8 cmと薄く, 土色はA層で黒褐色, AB層は暗オリーブ褐色, Bw層はオリーブ褐色, 1Bw2層は黄褐色で, 粘着性・可塑性はA層で共に弱, AB層からBw2層で粘着性弱, 可塑性中。土性はA層で壤土, AB層は埴壤土(CL), 以下の層位で軽埴土(LiC)。ち密度は6mmから14mm, 活性アルミニウム反応は, A層とAB層で(±), Bw1層とBw2層で(+)であった。

2-2-1-2 土壌の一般化学性

[供試試料]

供試試料は, 全国10箇所の自然観察の森の断面より, 各層位ごとに採取したものを風乾させ, 篩別し, 2mm以下を化学分析に供した。

[方法]

土壌の一般的な化学性の分析は、土壌環境分析法（土壌環境分析法編集委員会編，1997）に従い、陽イオン交換容量（CEC），交換性塩基量，リン酸吸収係数を分析した。リン酸吸収係数は $\text{mgP}_2\text{O}_5/100\text{g}^{-1}$ の係数で示した。交換酸度（ y_1 ）は土壌養分分析法（土壌養分測定法委員会編，1970）に従った。全炭素量および全窒素量はNCアナライザー（住化分析センター製：SUMIGRAPH NC-900）を用いて測定し、 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ ・ $\text{pH}(\text{KCl})$ はガラス電極法により測定した。また、Van Reeuijk（2002）に従い、 $\text{pH}(\text{NaF})$ を測定した。

2-2-2 結果

2-2-2-1 自然観察の森の土壌断面形態

各自然観察の森の植生と土壌断面写真を図2-2～図2-21に示した。土壌断面記載および土壌の一般化学性分析データを表2-1～表2-10に示した。気候については「日本の植生」（宮脇，1977）に従った。

2-2-2-2 各自然観察の森の化学性

[仙台市太白山自然観察の森]

CECは $23.3\sim 18.4\text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ，全炭素量は $24.1\sim 5.3\text{ gkg}^{-1}$ ，全窒素量は $1.7\sim 0.5\text{ gkg}^{-1}$ ，C/N比は $14\sim 11$ と上層で高く下層で低かった。塩基飽和度はA層で8%からAB層で38%と、いったん高い値を示したもののBw1層からBw3層では30%前後で推移していた。 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ は $4.9\sim 5.5$ ， $\text{pH}(\text{KCl})$ は、全層位で約3.8とごく強酸性を示した。 $\text{pH}(\text{NaF})$ は、全ての層位で9.2以上（ $9.3\sim 9.7$ ），リン酸吸収係数は960～1690でAB層は1690で1500を超えた。

[桐生自然観察の森]

CECは $21.2\sim 12.1\text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$ ，全炭素量は $65.7\sim 6.9\text{ g kg}^{-1}$ ，全窒素量は $4.3\sim 0.9\text{ g kg}^{-1}$ ，C/N比は $15\sim 8$ と上層で高く下層で低かった。塩基飽和度はA層で39%からBw層で18%と減少しBC層で49%と増加していた。 $\text{pH}(\text{H}_2\text{O})$ は $5.2\sim 5.5$ とほぼ同程度の値を示し， $\text{pH}(\text{KCl})$ は、 $4.3\sim 3.8$ とごく強酸性から強酸性を示した。両 pH の差は約 $1.0\sim 1.5$ であった。 $\text{pH}(\text{NaF})$ は、 $10.3\sim 9.0$ ，リン酸吸収係数は660～850であった。

[牛久自然観察の森]

CECは $28.7\sim 10.0\text{ cmol}_c\text{kg}^{-1}$ と表層で高く下層で低かった。全炭素量は $147.3\sim 22.8\text{ gkg}^{-1}$ と表層で極めて高い値を示し，全窒素量は $9.1\sim 1.9\text{ gkg}^{-1}$ ，C/N比は $16\sim 12$ と上

層で高く下層で低かった。塩基飽和度は 35~4%と最上層で高かった。pH (H₂O) は 4.7~5.5, pH (KCl) は, 4.3~5.3 の値を示し, 両 pH の差はほとんどみられなかった。pH (NaF) は, 全ての層位で 9.2 以上 (10.6~11.5) であり, リン酸吸収係数は全層位で 1500 を超え (2140~2230), 黒ぼく土の特徴を示した。

[横浜自然観察の森]

CEC は A1 層で 36.0 cmol_ckg⁻¹ から A2 層で 19.9 cmol_ckg⁻¹ といったん減少し, Bw1 層で 28.1 cmol_ckg⁻¹, Bw2 層で 31.7 cmol_ckg⁻¹ と増加した。全炭素量は 101.4~16.2 gkg⁻¹ と最表層で極めて高い値を示し, 全窒素量は 8.0~1.6 gkg⁻¹, C/N 比は 13~10 と上層で高く下層で低かった。塩基飽和度は A1 層で 10% から A2 層で 25% といったん増加し, Bw1 層で 13%, Bw2 層で 10% と減少した。pH (H₂O) は 5.4~5.2, pH (KCl) は, 4.5~4.9 の強酸性を示し, 両 pH の差は約 1.0 であった。pH (NaF) は, 全ての層位で 9.2 以上 (10.2~11.0) であり, リン酸吸収係数は A2 層で 1440 のほかはすべての層で 1500 を超え (1740~1920), 黒ぼく土の特徴を示した。

[豊田市自然観察の森]

CEC は 13.1 cmol_ckg⁻¹~8.9 cmol_ckg⁻¹, 全炭素量は 17.4~3.8 gkg⁻¹ と上層で高く下層で低かった。全窒素量は 1.4 gkg⁻¹ 以下, C/N 比は A 層で 13, BA 層で 10 と減少し, Bt1・Bt2 層で 14 と増加した。塩基飽和度は A 層で 14% から BA 層で 6% と減少し, Bt1 層で 7%, Bt2 層で 11% と増加した。pH (H₂O) は 4.5~4.6 とほぼ一定の強酸性を示し, pH (KCl) は, 3.6~3.7 のごく強酸性を示した。両 pH の差は約 1.0 であった。pH (NaF) は, 全ての層位で pH10 以下 (8.8~9.2) であり, リン酸吸収係数は 380~470 の値を示した。

[栗東自然観察の森]

CEC は 20.4~7.3 cmol_ckg⁻¹, 全炭素量は 55.3~3.1 g kg⁻¹, 全窒素量は 3.2~0.4 gkg⁻¹, C/N 比は 17~8 と上層で高く下層で低かった。塩基飽和度は A 層で 10% から AB 層で 3% と減少し, Bw1 層で 4%, Bw2 層と BC 層で 5% とわずかに増加していた。pH (H₂O) は 4.1~4.6, pH (KCl) は, 3.4~3.8 のごく強酸性から強酸性を示した。両 pH の差は約 0.7 であった。pH (NaF) は, 全ての層位で pH10 以下 (7.4~8.9) の値を示し, リン酸吸収係数は 310~470 であった。

[和歌山自然観察の森]

CEC は A 層で 14.2~4.1 cmol_ckg⁻¹, 全炭素量は 82.8~3.5 gkg⁻¹, 全窒素量は 4.5~0.6 g kg⁻¹, C/N 比は 18~6 と上層で高く下層で低かった。塩基飽和度は約 19%~2% と最表層で高い値を示した。pH (H₂O) は 4.2~4.7, pH (KCl) は, 3.3~3.4 のごく強酸性から

強酸性を示した。両 pH の差は約 1.0~1.3 であった。pH (NaF) は、全ての層位で pH10 以下 (7.5~8.9) であり、リン酸吸収係数は 170~240 であった。

[姫路市自然観察の森]

CEC は $7.8\sim 4.1\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ と全層で 10 よりも低く、全炭素量は $19.9\sim 1.9\text{gkg}^{-1}$ 、全窒素量は $1.5\sim 0.3\text{gkg}^{-1}$ 、C/N 比は 14~5 と上層で高く下層で低かった。塩基飽和度は A 層で 26% から Bw1 層で約 4% と急激に減少し、Bg 層で 43% と最下層で増加していた。pH (H_2O) は 4.8~5.2、pH (KCl) は、3.8~3.9 のごく強酸性を示し、両 pH の差は約 1.0~1.3 であった。pH (NaF) は、全ての層位で pH10 以下 (8.0~8.6)、リン酸吸収係数は 200 から 300 であった。

[おおの自然観察の森]

CEC は A 層から Bw2 層までは $13.3\sim 4.3$ と減少し、最下層で $5.9\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ とわずかに増加した。全炭素量は $105.0\sim 5.0\text{gkg}^{-1}$ と最上層で極めて高く、全窒素量は $5.0\sim 0.5\text{gkg}^{-1}$ と上層で高く下層で低く、C/N 比は 21~10 であり、0~45cm で 20 を超えていた。塩基飽和度は約 4~1% と極めて低く、pH (H_2O) は 4.3~4.7、pH (KCl) は 3.5~4.1 のごく酸性から強酸性を示した。両 pH の差は 1.0 以下であった。pH (NaF) は、A 層で 7.7 のほかは全ての層位で pH9.2 を超え (9.7~10.3)、リン酸吸収係数は A 層・AB 層・Bw1 層で 1000~1010、Bw2 層・Bw3 層で 640~400 の値を示した。

[福岡市油山自然観察の森]

CEC は $13.3\sim 6.7\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$ 、全炭素量は $41.5\sim 3.5\text{gkg}^{-1}$ 、全窒素量は $2.7\sim 0.5\text{gkg}^{-1}$ 、C/N 比は 15~8 と上層で高く下層で低かった。塩基飽和度は A 層で約 12% から AB 層で 3%、Bw1 層で 4% と一旦減少するものの Bw2 層で 12% と最下層で増加していた。pH (H_2O) は 4.6~5.1、pH (KCl) は、3.8~4.0 のごく強酸性を示した。両 pH の差は約 1.0 であった。pH (NaF) は、全ての層位で pH10 以下 (9.6~10.0)、リン酸吸収係数は 850~470 であった。

2-2-2-3 全国10箇所の自然観察の森の土壌の化学性の比較

(1) 土壌 pH (H_2O)、pH (KCl)、pH (NaF)

全地点での pH (H_2O) は 4.1~5.5 で、pH (KCl) は 3.3~5.3 の値を示し、上層ほど高い傾向が認められ、全地点で酸性を示した。pH (NaF) は牛久で 10.6~11.5 と最も高い値を示し、次いで横浜が 10.2~11.0 と高く、最も低い値を示したのは栗東の 7.4~8.9 であった。

(2) リン酸吸収係数

リン酸吸収係数は太白山のAB層、牛久の全層、横浜のA1, Bw1, Bw2層で1500を超える値を示した。また、太白山・牛久・横浜の全層でpH (NaF) 9.2以上であり、黒ぼく特徴を示していた。リン酸吸収係数の高かったこれら太白山・牛久・横浜に関してはアロフェン質か非アロフェン質かを確認するために交換酸度（以下 y_1 ）の値を測定した。 y_1 の値は、太白山では29.3~42.3、牛久では0.7~10.0、横浜では1.8~8.2の値を示した。太白山では、土壤表面から20~50cmの間で y_1 が6以上（AB層（10-35cm）で29.3、Bw1層（35-60cm）で42.3）で厚さが10cm以上あるため「非アロフェン黒ぼく層」の要件を満たした。牛久と横浜では、牛久のA2層（7-40cm）で1.7、横浜のBw1層（10-40cm）で4.3と「非アロフェン質黒ぼく層」の要件を満たさなかった。

(3) 土壤の交換性陽イオン量 ($\text{cmol}_c\text{kg}^{-1}$)

土壤の交換性陽イオン量は、全地点で Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ の順に高い値を示した。交換性陽イオンの含有量は、わが国の森林土壤では、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Na^+ の順に減少するといわれ（河田，1989），本調査でも同様の傾向を示した。なかでも交換性カルシウムが他の塩基と比較して極めて高い値を示した。酒井（1997）はスギ林の A_0 層に占めるスギ葉の割合が増えるにつれ、水溶性カルシウム濃度が高くなることを報告している。また、相澤（1994）はスギ林では林齢の増加に伴い、スギの落葉等の影響により表層土壤の交換性カルシウム濃度が増加することを報告しているように、本調査でも広葉樹林と比べ、桐生自然観察の森や牛久自然観察の森のスギ林では最表層で高かった。

2-2-2-4 自然観察の森の土壤分類

日本の統一的土壤分類体系 第二次案（日本ペトロロジー学会 第四次土壤分類・命名委員会 2002）による全国 10 箇所自然観察の森の土壤分類を表 2-11 に示した。今回調べたすべての土壤は「造成土大群」，「泥炭土大群」，「ポドゾル性大群」に分類されるような特徴がなく，また「黒ぼく土大群」に分類されなかった土壤は「暗赤色土大群」，「沖積土大群」，「停滞水性土大群」に分類されるような特徴はなかった。[仙台市太白山自然観察の森]：AB層（10-35）で黒ぼく特徴 pH (NaF) 9.3 (>9.2)，リン酸吸収係数 1690 (>1500) を示し，土壤表面から 20~50cm の間で y_1 が AB 層 (10-35cm) 29.3，Bw1 層 (35-60cm) 42.3 で (≥ 6) で厚さが 10cm 以上あり，土壤表面から 50cm 以内にある連続した 25cm より厚い土層で有機態炭素含量 (全炭素量を用いた。以下省略) が AB 層 (10-35cm)，Bw1 層 (35-60cm) で 3% 未満であったため，淡色非アロフェン黒

ぼく土に分類された。

[桐生自然観察の森] : 土色は赤黄色ではなく、土壌表面から50cm以内に現れる最大有機態炭素含量をもつ風化変質層であるBw層 (12-29cm) が、赤黄色特徴を示さず、色相が7.5YR4/6で、有機態炭素含量が2%未満で、黄褐色特徴を示すため、典型黄褐色森林土に分類された。

[牛久自然観察の森] : A2層 (7-40cm) が黒ぼく特徴pH (NaF) ($11.5 > 9.2$) , リン酸吸収係数 ($2140 > 1500$) を示し、褐色多腐植質黒ぼく表層をもち、表層から60cm以内の褐色多腐植質黒ぼく表層が50cmに満たず、 y_1 がA2層 (7-40cm) 1.7, AB層 (40-60cm) 0.7と6未満で非アロフェン質黒ぼく土の条件を満たさず、埋没腐植層をもたないため典型褐色黒ぼく土に分類された。

[横浜自然観察の森] : Bw1層 (10-40cm) が黒ぼく特徴pH (NaF) ($11.0 > 9.2$) , リン酸吸収係数 ($1910 > 1500$) を示し、 y_1 がBw1層 (10-40cm) 4.3, Bw2層 (40-80cm) 1.8と6未満で非アロフェン質黒ぼく土の条件を満たさず、アロフェン質黒ぼく土のなかで厚層多腐植質黒ぼく表層をもたず、Bw1 (10-40cm) で有機態炭素含量が3%未満であるため、淡色アロフェン質黒ぼく土に分類された。

[豊田市自然観察の森] : Bt1 (20cmが上端) で有機態炭素含量が1%未満で、色相が5YR4/6で赤黄色特徴を示し、粒径分析をしていないので「粘土集積層」のすべての要件を満たすことが確認できていないが、現場の土壌断面観察から100cm以内のBt1層とBt2層で粘土の被膜が確認できたため粘土集積質赤黄色土と考えられた。土壌表面から10~100cmの間に塩基飽和度が6~11%で(50%に満たず)、Bt2層の色相が5YR4/4である粘土集積層をもつため、帯暗赤色粘土集積質赤黄色土に分類された。

[栗東自然観察の森] : Bw1 (18-44cm) で色相が10YR7/6, 有機態炭素含量が1%未満で、土壌表面から100cm以内に粘土集積層をもたず、「水田化・塩基性・灰白化・表層疑似グライ化・疑似グライ化・帯暗赤色化変質赤黄色土」の要件をみたさないため、典型風化変質赤黄色土に分類された。

[和歌山自然観察の森] : 黒ぼく大群に分類されるような特徴や、断面内に遊離酸化物の移動集積がなく、土色は赤黄色ではなく、土壌表面から50cm以内に現れる最大有機態炭素含量をもつ風化変質層であるBw1 (18-40cm) で赤黄色特徴を示さず、色相が7.5YR5/4で、有機態炭素含量が2%未満で黄褐色特徴を示し、全層位で塩基飽和度が50%に満たず、「表面水湿性特徴」をもたず、「塩基性・表層疑似グライ化・疑似グライ化黄褐色森林土」の要件を満たさないため、典型黄褐色森林土に分類された。

[姫路市自然観察の森] : Bw1 (12cmが上端) で、有機態炭素含量が1%未満で、色相が10YR5/8で、赤黄色特徴を示し、土壌表面から100cm以内に粘土集積層をもたず、風化「水田化・塩基性・灰白化・表層疑似グライ化・疑似グライ化・帯暗赤色化変質赤黄色土」の要件をみたさないため典型風化変質赤黄色土に分類された。

[おおの自然観察の森] : 黒ぼく大群に分類されるような特徴や、断面内に遊離酸化物の移動集積がなく、土色は赤黄色ではなく、黄褐色特徴を示さず、「多腐植質・塩基性・ポドゾル化・表層疑似グライ化・疑似グライ化普通褐色森林土」の要件を満たさないため、典型普通褐色森林土に分類された。

[福岡市油山自然観察の森] : Bw1 (17cmが上端) で、有機態炭素含量が1%未満で、色相が2.5YR4/4で赤黄色特徴を示し、土壌表面から100cm以内に粘土集積層をもたず、「水田化・塩基性・灰白化・表層疑似グライ化・疑似グライ化風化変質赤黄色土」の要件を満たさず、Bw1・Bw2層の色相が2YR4/4であることから帯暗赤色風化変質赤黄色土に分類された。

2-2-3 考察

各自然観察の森の土壌の生成因子については、仙台市太白山自然観察の森の土壌は、AB層がpH (NaF) 9.3、リン酸吸収係数1690と黒ぼく特徴を示し、母岩が泥岩で山腹斜面上部の急傾斜の地形により火山灰が安定しないものの、火山灰の降灰の影響を受けていると考えられ黒ぼく土に帰属すると考えた。桐生自然観察の森の土壌は、母材の泥岩の上の地形が急峻で火山灰の影響は極めて少なく、森の植生がスダジイ・アラカシ類を中心とした常緑広葉樹林植生のため黄褐色森林土に帰属すると考えた。牛久自然観察の森の土壌は、平坦面で、火山灰の降灰が表層に厚く供給され、歴史的農業閲覧システム（迅速測図）（農業環境技術研究所，2012）では平地の里山林であることから褐色黒ぼく土が生成したと考えられた。横浜自然観察の森の土壌は、この地域には、富士山起源の玄武岩質のテフラ、男体山、赤城、榛名、浅間山起源のテフラなどが厚く堆積しており（安尾ら，1968）、年間降水量は、沿岸地域を除くと1200～2000mm前後でありアロフェン黒ぼく土に区分された（松山ら，1994）。とあるように火山放出物の母材から黒ぼく土が生成したと考えられた。豊田市・栗東・姫路自然観察の森の土壌は、豊田・栗東・姫路ともに丘陵地に位置しており、山根ら（1978）が、東海・近畿地方ではより新しい時期、すなわち低位段丘の堆積期に中位段丘上にもう一回赤色土が生成されている古土壌であることはまちがいないとみなしているように立地環境が似ているため、温暖な時

期の古土壌である赤黄色土であると考えられた。和歌山自然観察の森の土壌は、母材が古生層泥岩で、森の植生がコジイ・アラカシ類を中心とした常緑広葉樹林植生であるため黄褐色森林土に帰属すると考えた。おおの自然観察の森の土壌は、AB層とBw1層でリン酸吸収係数が1000を超え、活性アルミニウム反応が即時鮮明であったため部分的に火山灰の影響が示唆され、比較的新しい母材が混入した可能性が示された。母材が花崗岩で傾斜が26° 極急傾斜の地形で、森の植生が壮齢のアカツクミ林と広葉樹の混合林、年平均気温は12.6°C（気象庁、2012）と冷涼であることから褐色森林土に帰属したと考えた。福岡市油山自然観察の森の土壌は、九州地方は比較的低緯度にあるため、過去においても他の地方より高温であった可能性が強いためか、残積している風化土層が厚く分布し、残積性の土壌母材層（たとえば赤・黄色土層）が出現することになる（竹下ら、1977）とされている。また、緩斜面の海拔高が低いほど、また面の広がりが多いほど厚い赤色風化物層が温存されている場合が多く、赤色土は概して海拔200m以下の台地や丘陵・低山の山麓や中腹部に分布している（竹下ら、1983）と言われ、断面中に未風化礫があることから上部に残積性の土壌が存在し、一部が匍行堆積したと考えられたことから赤黄色土であると考えられた。

全国10箇所の自然観察の森の土壌断面調査と土壌の化学性の分析を行い、日本の統一土壌分類体系—第二次案（2002）—を用いた分類を行った結果、仙台市太白山自然観察の森・牛久自然観察の森・横浜自然観察の森の土壌は、黒ぼく土に分類された。桐生自然観察の森・和歌山自然観察の森・おおの自然観察の森の土壌は、褐色森林土に分類された。その中で桐生自然観察の森と和歌山自然観察の森の土壌は、土壌群としては黄褐色森林土に分類された。豊田市自然観察の森・栗東自然観察の森・姫路市自然観察の森・福岡市油山自然観察の森の土壌は、赤黄色土に分類された。全国10箇所の自然観察の森では、ポドゾル性土以外の黒ぼく土、褐色森林土（黄褐色森林土を含む）、赤黄色土の主な日本の森林土壌が観察可能であることが明らかとなった。



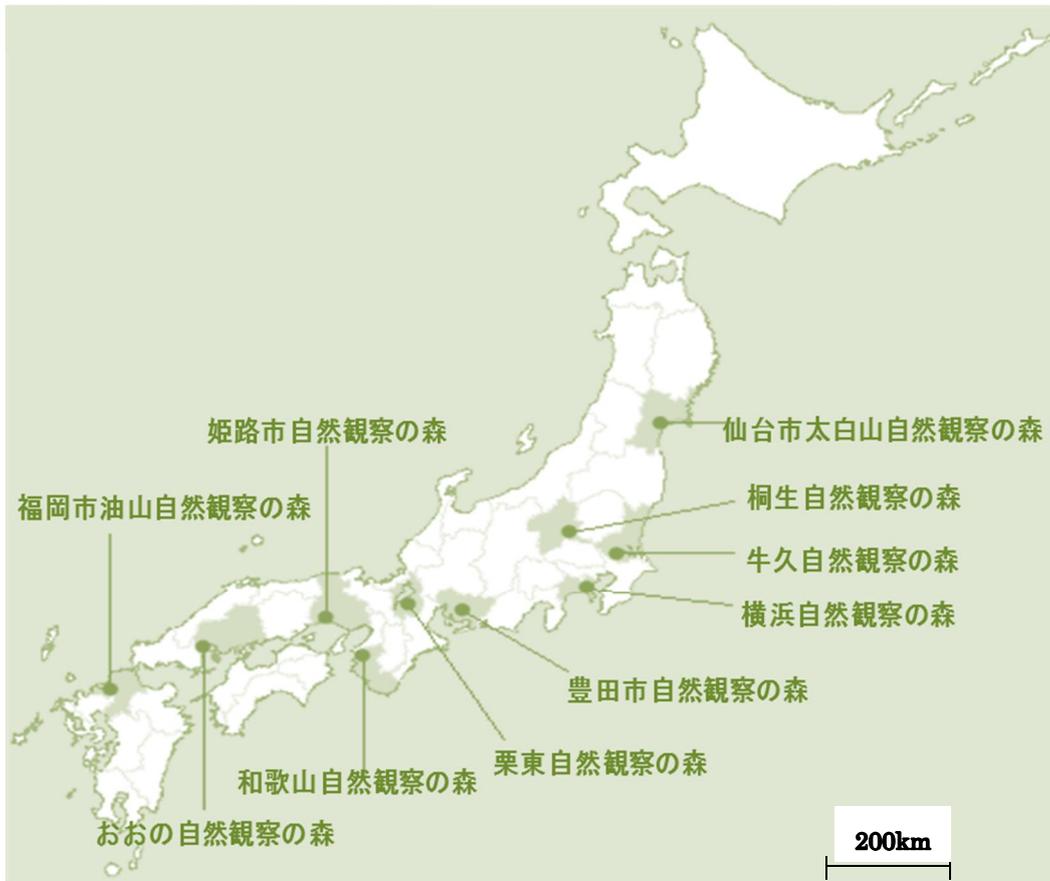


図 2-1 全国 10 箇所の自然観察の森



図 2-2 太白山自然観察の森 植生



図 2-4 桐生自然観察の森 植生



図 2-6 牛久自然観察の森 植生



図 2-8 横浜自然観察の森 植生



図 2-10 豊田市自然観察の森 植生



図 2-3 太白山自然観察の森土壌断面

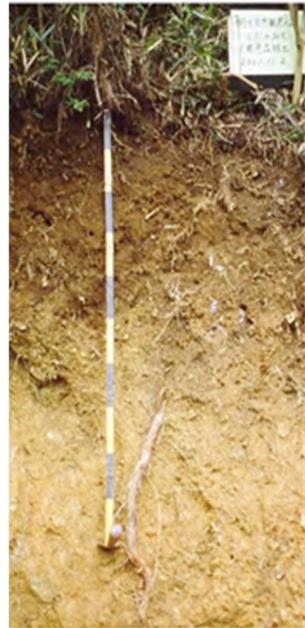


図 2-5 桐生自然観察の森土壌断面



図 2-7 牛久自然観察の森土壌断面



図 2-9 横浜自然観察の森土壌断面



図 2-11 豊田市自然観察の森土壌断面



図 2-12 栗東自然観察の森 植生



図 2-14 和歌山自然観察の森 植生



図 2-16 姫路市自然観察の森 植生



図 2-18 おおの自然観察の森 植生



図 2-20 油山自然観察の森 植生



図 2-13 栗東自然観察の森 土壤断面



図 2-15 和歌山自然観察の森土壤断面



図 2-17 姫路市自然観察の森土壤断面



図 2-19 おおの自然観察の森土壤断面



図 2-21 油山自然観察の森土壤断面

表 2-1 仙台市太白山自然観察の森の土壌 一般化学性

試料名	層位	深さ (cm)	pH			リン酸 吸収 係数	交換 酸度 (Y _i)	交換性陽イオン量				CEC	塩基 飽和度 (%)	TC	TN	C/N
			H ₂ O	KCl	NaF			Ca	Mg	K	Na					
太白山	A	0-10	4.9	3.8	9.4	960	35.7	0.5	1.2	0.2	0.1	23.3	8	24.1	1.7	14
自然観察	AB	10-35	5.4	3.8	9.3	1690	29.3	3.6	3.4	0.1	0.2	19.0	38	10.2	0.8	13
の森土壌	Bw1	35-60	5.2	3.7	9.6	1320	42.3	2.7	3.4	0.1	0.3	22.2	30	7.2	0.6	11
	Bw2	60-90	5.5	3.8	9.7	1140	31.1	2.0	2.9	0.1	0.4	18.4	29	5.3	0.5	11
	Bw3	90-100+	5.4	3.8	9.7	1180	34.0	2.2	2.9	0.1	0.4	18.7	30	5.4	0.5	11

表 2-2 桐生自然観察の森の土壌 一般化学性

試料名	層位	深さ (cm)	pH			リン酸 吸収 係数	交換 酸度 (Y _i)	交換性陽イオン量				CEC	塩基 飽和度 (%)	TC	TN	C/N
			H ₂ O	KCl	NaF			Ca	Mg	K	Na					
桐生	A	0-12	5.2	4.3	10.3	680	6.8	0.8	0.6	0.1	21.2	39.1	65.7	4.3	15.1	
自然観察	Bw	12-29	5.2	4.1	10.1	850	1.4	0.6	0.2	0.1	12.1	18.1	16.5	1.5	11.3	
の森土壌	BC	29-41	5.5	3.9	9.0	660	5.9	0.8	0.4	0.1	14.5	49.4	6.9	0.9	7.5	

表 2-3 牛久自然観察の森の土壌 一般化学性

試料名	層位	深さ (cm)	pH			リン酸 吸収 係数	交換 酸度 (Y _i)	交換性陽イオン量				CEC	塩基 飽和度 (%)	TC	TN	C/N
			H ₂ O	KCl	NaF			Ca	Mg	K	Na					
牛久	A1	0-7	4.7	4.3	10.6	2200	10.0	7.9	1.9	0.2	0.0	28.7	35	147.3	9.1	16
自然観察	A2	7-40	5.0	4.7	11.5	2140	1.7	0.4	0.2	0.1	0.0	10.6	6	54.2	3.8	14
の森土壌	AB	40-60	5.3	5.0	11.4	2140	0.7	0.1	0.4	0.1	0.0	13.6	4	27.7	2.1	13
	Bw	60-83+	5.5	5.3	11.4	2230	1.0	0.3	0.7	0.1	0.0	10.0	11	22.8	1.9	12

表 2-4 横浜自然観察の森の土壌 一般化学性

試料名	層位	深さ (cm)	pH			リン酸 吸収 係数	交換 酸度 (Y _i)	交換性陽イオン量				CEC	塩基 飽和度 (%)	TC	TN	C/N
			H ₂ O	KCl	NaF			Ca	Mg	K	Na					
横浜	A1	0-3	5.4	4.5	10.2	1740	5.3	2.6	0.7	0.3	0.2	36.0	10	101.4	8.0	13
自然観察	A2	3-10	5.2	4.2	10.5	1440	8.2	3.6	0.9	0.2	0.2	19.9	25	32.4	2.8	11
の森土壌	Bw1	10-40	5.2	4.4	11.0	1910	4.3	2.4	0.7	0.3	0.2	28.1	13	27.2	2.4	11
	Bw2	40-80+	5.4	4.9	10.9	1920	1.8	2.0	0.9	0.1	0.2	31.7	10	16.2	1.6	10

表 2-5 豊田市自然観察の森の土壌 一般化学性

試料名	層位	深さ (cm)	pH			リン酸 吸収 係数	交換 酸度 (Y _i)	交換性陽イオン量				CEC	塩基 飽和度 (%)	TC	TN	C/N
			H ₂ O	KCl	NaF			Ca	Mg	K	Na					
豊田市	A	0-7	4.5	3.6	8.8	420	1.0	0.5	0.3	0.0	13.1	13.7	17.4	1.4	12.7	
自然観察	BA	7-20	4.5	3.7	9.0	380	0.3	0.3	0.1	0.0	12.2	6.1	11.6	1.1	10.2	
の森土壌	Bt1	20-64	4.6	3.7	9.1	410	0.1	0.3	0.1	0.0	8.9	6.9	5.3	0.4	13.8	
	Bt2	64+	4.6	3.7	9.2	470	0.3	0.4	0.2	0.0	8.9	11.0	3.8	0.3	13.9	

表 2-6 栗東自然観察の森の土壌 一般化学性

試料名	層位	深さ (cm)	pH			リン酸 吸収 係数	交換性陽イオン量				CEC	塩基 飽和度 (%)	TC --(g kg ⁻¹)--	TN	C/N
			H ₂ O	KCl	NaF		Ca	Mg	K	Na					
栗東 自然観察 の森土壌	A	0-6	4.1	3.4	7.4	330	0.6	1.0	0.4	0.1	20.4	10.2	55.3	3.2	17.4
	AB	6-18	4.3	3.7	8.1	470	0.0	0.2	0.1	0.0	12.7	2.6	7.7	0.7	11.0
	Bw1	18-44	4.6	3.9	8.6	320	0.0	0.2	0.1	0.1	8.4	4.4	4.5	0.5	8.7
	Bw2	44-89	4.5	3.9	8.9	420	0.0	0.3	0.0	0.1	8.8	5.0	3.1	0.4	7.5
	BC	89-100+	4.5	3.8	8.8	310	0.0	0.3	0.0	0.0	7.3	4.9	3.2	0.4	7.7

表 2-7 和歌山自然観察の森の土壌 一般化学

試料名	層位	深さ (cm)	pH			リン酸 吸収 係数	交換性陽イオン量				CEC	塩基 飽和度 (%)	TC --(g kg ⁻¹)--	TN	C/N
			H ₂ O	KCl	NaF		Ca	Mg	K	Na					
和歌山 自然観察 の森土壌	A	0-8	4.2	3.3	7.5	170	2.0	0.4	0.2	0.0	14.2	18.7	82.8	4.5	18.5
	AB	8-18	4.5	3.4	8.2	220	0.0	0.0	0.1	0.0	5.3	2.6	19.1	1.2	15.5
	Bw1	18-40	4.6	3.4	8.5	180	0.1	0.0	0.0	0.0	4.1	2.4	6.4	0.7	9.6
	BW2	40-63	4.6	3.4	8.8	210	0.0	0.0	0.1	0.0	5.1	2.5	3.7	0.6	6.5
	BW3	63-85+	4.7	3.4	8.9	240	0.0	0.0	0.1	0.0	5.2	2.1	3.5	0.6	6.0

表 2-8 姫路市自然観察の森の土壌 一般化学性

試料名	層位	深さ (cm)	pH			リン酸 吸収 係数	交換性陽イオン量				CEC	塩基 飽和度 (%)	TC --(g kg ⁻¹)--	TN	C/N
			H ₂ O	KCl	NaF		Ca	Mg	K	Na					
姫路市 自然観察 の森土壌	A	0-12	4.8	3.8	8.0	300	1.2	0.5	0.3	0.0	7.8	26.2	19.9	1.5	13.5
	Bw1	12-30	4.8	3.9	8.6	210	0.0	0.1	0.0	0.0	4.1	4.4	4.5	0.5	8.5
	Bw2	30-60	5.1	3.9	8.5	210	0.2	0.3	0.1	0.0	4.7	15.6	2.6	0.3	7.7
	Bw3	60-80	5.2	3.9	8.5	200	0.2	0.3	0.1	0.0	4.4	15.5	1.9	0.4	5.3
	Bg	80-100+	5.2	3.9	8.4	200	0.9	0.9	0.1	0.1	4.6	43.1	1.9	0.4	4.7

表 2-9 おおの自然観察の森の土壌 一般化学性

試料名	層位	深さ (cm)	pH			リン酸 吸収 係数	交換性陽イオン量				CEC	塩基 飽和度 (%)	TC --(g kg ⁻¹)--	TN	C/N
			H ₂ O	KCl	NaF		Ca	Mg	K	Na					
おおの 自然観察 の森土壌	A	0-12	4.3	3.5	7.7	1000	0.2	0.2	0.2	0.0	13.3	4.2	105.0	5.0	20.9
	AB	12-24	4.7	4.0	9.7	1000	0.0	0.0	0.1	0.0	7.0	2.3	43.6	2.2	19.7
	Bw1	24-45	4.6	4.1	10.3	1010	0.0	0.0	0.1	0.0	5.0	2.3	30.2	1.5	19.5
	Bw2	45-70	4.7	4.1	10.2	640	0.0	0.0	0.1	0.0	4.3	2.3	16.3	1.1	15.5
	Bw3	70-100+	4.7	4.0	9.7	400	0.0	0.0	0.1	0.0	5.9	1.4	5.0	0.5	9.7

表 2-10 福岡市油山自然観察の森の土壌 一般化学性

試料名	層位	深さ (cm)	pH			リン酸 吸収 係数	交換性陽イオン量				CEC	塩基 飽和度 (%)	TC --(g kg ⁻¹)--	TN	C/N
			H ₂ O	KCl	NaF		Ca	Mg	K	Na					
油山 自然観察 の森土壌	A	0-8	4.6	3.9	9.6	850	0.7	0.6	0.2	0.1	13.3	12.1	41.5	2.7	15.3
	AB	8-17	4.7	4.0	10.0	700	0.0	0.1	0.1	0.1	9.9	3.3	20.4	1.5	13.9
	Bw1	17-40	4.8	4.0	10.0	550	0.0	0.1	0.1	0.1	7.5	4.1	7.7	0.7	11.1
	Bw2	40-80+	5.1	4.0	9.9	470	0.1	0.3	0.3	0.1	6.7	11.7	3.5	0.5	7.7

表 2-11 自然観察の森の土壌分類

調 査 地		土壌大群	土 壌 群	土 壌 亜 群
太 白 山	自然観察の森	黒ぼく土	非アロフェン黒ぼく土	淡色非アロフェン黒ぼく土
桐 生	自然観察の森	褐色森林土	黄褐色森林土	典型黄褐色森林土
牛 久	自然観察の森	黒ぼく土	褐色黒ぼく土	典型褐色黒ぼく土
横 浜	自然観察の森	黒ぼく土	アロフェン黒ぼく土	淡色アロフェン黒ぼく土
豊 田 市	自然観察の森	赤黄色土	粘土集積質赤黄色土	帯暗赤色粘土集積質赤黄色土
栗 東	自然観察の森	赤黄色土	風化変質赤黄色土	典型風化変質赤黄色土
和 歌 山	自然観察の森	褐色森林土	黄褐色森林土	典型黄褐色森林土
姫 路 市	自然観察の森	赤黄色土	風化変質赤黄色土	典型風化変質赤黄色土
お お の	自然観察の森	褐色森林土	普通褐色森林土	典型普通褐色森林土
油 山	自然観察の森	赤黄色土	風化変質赤黄色土	帯暗赤色風化変質赤黄色土

注) 日本の統一的土壌分類体系 第二次案 (日本ペトロロジー学会 第四次土壌分類・命名委員会2002) によって分類した。

2-3 職員やレンジャーを対象にしたアンケート調査と運営協議会

2-3-1 はじめに

一般社団法人日本土壌肥料学会土壌教育委員会は、これまで10年間に渡って全国10箇所の自然観察の森で土壌観察会を行ってきた。東ら（2006）によれば、土壌観察会ではリピーターが生じ、観察会開催の依頼が来ている。参加者が小学生から指導員まで幅が広いものの、土壌の持つ基本的な分かりやすい性質、たとえば、土の硬さ（A層とB層の相違）、土壌断面スケッチ、泥団子を作るなどは親子一緒に学習できて効果的であるとしている。そこでこれまでの土壌観察会について職員やレンジャーらの意見を聞いた。さらに、これまでの土壌観察会の改善を目的に職員やレンジャーらを対象としたアンケート調査を行った。このアンケート調査は、後日郵送で回答を得た。アンケート調査は、個人情報の取り扱いについて筑波大学大学院生命環境系研究倫理委員会の規定に従い実施した。

続いて、平成22年度全国自然観察の森運営協議会にオブザーバーとしての参加を許された。環境庁（当時）の補助事業により整備された全国10カ所の自然観察の森では、年1回、施設管理者、運営者及び環境省の職員が集まり、施設管理や運営、サービス向上を図る上での課題や対策などの情報交換、意見交換を目的として会合が行われている。この協議会は、各自然観察の森が持ち回りで担当し、それぞれの市町村で開催されている。平成22年度の主催は、桐生自然観察の森であった。桐生自然観察の森の寺内優美子所長より全国自然観察の森運営協議会へのオブザーバーとしての参加の提案を頂いた。目的は、現場の管理、運営する側の職員やレンジャーが普段からどのようなニーズや問題を持って活動しているのかを知ることであった。そこで、各自然観察の森の職員やレンジャーからの意見を今後の土壌観察会の在り方に生かしたいと考え傍聴を行った。

本章では、自然観察の森の職員やレンジャーらへのアンケート調査結果ならびに全国自然観察の森運営協議会で提出された議題の一つをもとに、今後の土壌の環境教育の展望について考察した。これまで、教員や学生（小学生・中学生・高校生・大学生）を対象としたアンケート調査（平井ら，1989）や、観察会に参加した一般の方々を対象としたアンケート調査（梅原，2008）が行われてきたが、自然観察の森の職員やレンジャーらを対象にしたアンケート調査は、行われていない。本研究は、初めて土壌観察会の在り方について職員やレンジャーらからの提案を求めることも含んだアンケートを行

った。また、全国自然観察の森運営協議会へオブザーバーとして参加したことで、土壌観察会を開催する側と現場との連携を持つことができた。

尚、ここで言うレンジャーとは、自然観察の森に常駐して、「自然環境の調査」、「自然環境の管理」、「来園者への自然解説」、「ボランティア活動の促進」などの業務を行うことを仕事としている人である。

2-3-2 アンケートの項目及び回答

アンケート調査では、職員やレンジャーが来園者に対して、土壌の観察会を開催することやガイドウォークの際に土壌についての解説を行うことを想定した。来園者に土壌に親しんでもらうための要素をもとにアンケート項目を立てて行った。前半では、これまでの10年間の土壌観察会に関する評価を知るために、土壌観察会で良かった点や興味深く感じた点などについてアンケートを行った。後半では、職員やレンジャー自身が通常の観察会やガイドウォークの際に土壌について解説するために必要な事柄についてアンケートを行った。アンケートを行うに当たっては、各自然観察の森へアンケート用紙を郵送して依頼を行い、回答を郵送で返信してもらうかたちで行った。返信された回答をそのまま記載した。

2-3-3 アンケートの項目及び結果

2-3-3-1 アンケートの項目

これまでに土壌観察会で行われた共通のプログラムの中で、土壌のどのような性質に関心をもたれているか、また、土壌の専門家ではない現場の人が良かったと思う点や興味深く感じた点などを知るため、及び土壌観察会を開催する側に立った意見を引き出すことを目的に項目を考えた。

1. 「土壌」についてどんな事が知りたいと思われませんか。(いくつでも)
 - ①保水能力
 - ②土壌呼吸
 - ③吸着能力
 - ④分解能力
 - ⑤土壌生物
 - ⑥その他(自由に)
2. これまでに行なわれた土壌観察会で、最も印象に残ったのは、どんなプログラムですか。
3. これまでに行なわれた土壌観察会で、最も子どもに好評だったのはどんなプログラムですか。

4. これまでに行なわれた土壌観察会で子どもたちの環境教育に役立ったと思われるのはどんなプログラムですか。
5. 自然観察の森で土壌の大切さを普及、啓発するための、どのような教材があればよいと思われませんか（施設の職員の助けになりますか）。
6. 自然観察の森で土壌の大切さを普及、啓発するために、どのようなサポートがあればよいと思われませんか（施設の職員の助けになりますか）。
7. 自然観察会（ガイドウォーク）をされる時に土壌を含めて頂くことは可能ですか。
8. 自然観察会において土壌を含めてご説明された時の参加者の反応を教えてください。
9. これからの土壌観察会への提案（土壌に親しむために何が子どもの心をキャッチするのに有効かなどを含め）などをお聞かせください。
10. あなたの立場を教えてください。

①職員 ②レンジャー ③友の会 ④その他（具体的に）

2-3-3-2 アンケートの結果

アンケートの回答者の属性については、表 3-1 に示した。いずれも自然観察会において解説を行なう方々である。n 数は、項目ごとに記した。

アンケート項目 1：「土壌」について知りたいこと（複数回答可）（n=21）

土壌についての関心は、一番人気があったのが土壌生物(77%)であり、次いで保水能力(59%)、分解能力(50%)の順に、関心が示された。⑥その他（14%）の内容では、「山の生態系の中での土壌の位置づけなど全体的な話。山に関わる防災、文化、産業など暮らしと少しからめた知識」「土壌のでき方、地域による土壌の違いなど」「物理性」であった。

アンケート項目 2：土壌観察会で、最も印象に残ったプログラム（n=15）

土壌に触れる等の体験 73%、生き物関連 27%で、モノリスづくり、落ち葉めくり、どろだんごづくり等の土壌に触れる体験が印象に残っていた。

アンケート項目 3：土壌観察会で、最も子どもに好評であったプログラム（n=13）

土壌に触れる等の体験 70%、生き物関連 30%で、どろだんごづくり、土の絵の具等の簡易で視覚や触覚に訴えるものや土壌に触れる体験が子どもに好評であった。

アンケート項目 4：土壌観察会で子どもたちの環境教育に役立ったプログラム（n=15）

触れる等の体験 47%、保水能力 20%、生き物関連 20%、吸着能力 13%で、土壌に触れる体験が環境教育に役立った。

アンケート項目 5: 土壌の大切さを普及, 啓発するための教材 (n=19)

展示物 53%, 資料 26%, 実験 13%, プログラム 6%, その他 2% (質問の回答でないもの)
の順で展示型の教材が希望が最も高かった。

アンケート項目 6: どのようなサポート (施設の職員の助けになりますか)。 (n=17)

研修 42%, 教材 20%, ネットワーク 20%, 絵本 18%で, 研修が最も助けになることがわかった。

アンケート項目 7: ガイドウォークの際に土壌に関する解説は可能か。 (n=21)

「すでに行っている」 15%, 「可能」 70%, 「難しい」 15% (内 10%は行ないたい) であり, 「すでに行っている」を合わせると自然観察会の際に土壌についての説明も含められるという答えが 85%, サポートがあれば行ないたいものも含めると 95%の職員やレンジャーが, ガイドウォークなどの一般の自然観察会の際に, 「土壌 についての解説」をすることが可能であると答えた。

アンケート項目 8: 自然観察会で土壌を含めて解説した時の参加者の反応 (n=17)

参加者の反応が「良かった」とする回答が 73%, 「あまり良くなかった」とする回答が 27%であった (回答として有効な n 数は 15 であった)。その回答の中で, 土壌の解説を聞いた参加者は, 視野が広がった, 新鮮である, 感動したという驚きと気づきの反応を示したとしている。

アンケート項目 9: これからの土壌観察会への提案 (n=21, 複数回答あり)

土壌に触れる等の体験 48%, 生き物関連 24%, その他 28%であった。その他は, 子どもにわかりやすい言葉を用いるなどのプログラムの提案とは関連しない回答であった。これからも土壌観察会において土壌に触れる体験を行うことが提案された。

アンケート項目 10 : あなたの立場を教えてください。 (n=21)

①職員 ②レンジャー ③友の会 ④その他 (具体的に)

回答した自然観察の森の職員及びレンジャーの所属は, 以下の通りである。

- ・仙台市太白山自然観察の森 (宮城県仙台市) : (財) 仙台市公園緑地協会
- ・桐生市自然観察の森 (群馬県桐生市) : 桐生市都市整備部公園緑地課, 桐生市みどりと花の会, 桐生市自然観察の森友の会
- ・牛久自然観察の森 (茨城県牛久市) : NPO 法人牛久里山の会
- ・横浜自然観察の森 (神奈川県横浜市) : (財) 日本野鳥の会
- ・豊田市自然観察の森 (愛知県豊田市) : (財) 日本野鳥の会
- ・栗東自然観察の森 (滋賀県栗東市) : 教育委員会生涯学習課

- ・和歌山自然観察の森（和歌山県和歌山市）：和歌山市農林水産課（退職校長）
- ・姫路市自然観察の森（兵庫県姫路市）：（財）日本野鳥の会
- ・おおの自然観察の森（広島県廿日市市）：廿日市市臨時職員
- ・福岡市油山自然観察の森（福岡県福岡市）：（財）日本野鳥の会

以上のように職員やレンジャーの所属は、（財）日本野鳥の会：5，市町村：4，NPO 法人：1で、栗東と和歌山では退職教員であった。桐生と油山ではボランティアのからの回答もあった。いずれも、自然観察会等の環境教育に対する意識の高い人からの回答であった。

以上のアンケートの結果から以下のことを明らかにすることが出来た。

アンケート項目1では、土壌について知りたいこととして土壌動物に最も関心が高かった。それに関連して、アンケートの自由回答では、子どもたちは動くものに興味があることが述べられている。特に、土壌動物というよりも土壌に関係する昆虫に対する関心が高い。具体的には、カブトムシ等の子どもに人気があり馴染みのある昆虫から馴染みのない土壌に視点を移行するといった提案が複数あった。これは、自然観察の森で子どもたちと接する機会が多い現場の職員やレンジャーが、子どもたちのニーズをよく把握していることから生き物の観察を普段からよく行って、生き物について説明することに慣れていることが関係すると考えられる。重複になるが、これらは現場での入園者の関心を良く把握した意見であり、土壌の観察会の導入として土壌と密接な関係を持つ昆虫や土壌動物の観察をすることが土壌観察会に有効という意見であると思われた。

アンケート項目2と3では、現場で主催する側と参加する側のプログラムの評価を参考に今後の観察会のプログラムを改善するための質問である。主催する側では、開催が容易なプログラムや土壌に触れるという体験型のプログラムが好まれていた。また、参加する側の子どもの方でも、視覚や触覚といった五感を刺激する土壌に触れる体験型プログラムが好まれていた。

アンケート項目4の環境教育に役立ったと感じているプログラムは、土壌の保水能力と吸着能力と土壌生物が多かった。項目の3と4の回答をみると、子どもに人気があったプログラムと大人からみて良いと思うものには違いがあったが、どちらも実際に土壌に触れて体験するプログラムが好評であった。自由回答の中で、子どもたちに実感の伴わないものは大人にとっても伝えにくいという指摘があった。このことから、子どもたちの普段の生活の中での体験に近い、子どもが実感できる工夫や子どもの気付きを発展させる視点でのプログラムの改善が必要だと思われた。

アンケート項目5では、教材として必要と思われるものを尋ねた。展示物や資料が最も必要とされているものの、「実生活と結びつくもの、土壌とのつながりが小学高学年対象程度のものだと応用もしやすく切り口としていい」と、内容が易しい教材が必要とされていた。次いで、「あまり土壌に狭く限定せず土壌も含めた自然の簡易な絵本などを設置していると親もとりつきやすい」という一般的で平易な内容から導入するような絵本という回答もあった。このことから、幼児や小学生が理解できる内容の展示物や資料、幼児期から土壌に親しめる教材が求められていることが明らかになった。

アンケート項目6では、どんなサポートが欲しいかを質問した。現場の担当者との密接な連絡やネットワーク及び職員やレンジャーの講習会等の教育が自然観察の森で土壌の大切さを普及、啓発に助けになることがわかった。

アンケート項目7では、来園者に対して土壌について解説が出来るかという質問を行った。95%の職員やレンジャーが、ガイドウォークなどの一般の自然観察会の際に、「土壌についての解説」をすることが可能であると答えた。このことは、今後、自然観察の森で一般の人に土壌の重要性が啓発できることがわかった。

アンケート項目8では、土壌について解説した時の参加者の反応の良し悪しを質問した。良かったというものが73%に及んだ。自由回答では、土壌の解説を聞いた参加者が、「視野が広がった」、「新鮮である」、「感動した」という驚きと気づきという土壌に対する好意的な反応を示したことがわかった。しかし、複数回答のあった自然観察の森で土壌の解説を含めて行ったことが「良かった」と「あまり良くなかった」という両方の回答があった。このことは、現場のレンジャー等が土壌についての知識や認識が不十分である可能性が考えられた。そこで今後の土壌の環境教育セミナーのような土壌についての学習や教育といったサポートを行うなら、来園者に対して、土壌についてより興味深く解説することが可能となり今後、土壌の解説を良いものとする事ができると考えた。

アンケート項目9では、今後の土壌観察会への提案を質問した。これまで行われたように土壌に直接触れる体験を行うことの提案が多かった。自由回答では、沢山の意見を頂戴した。このことは、職員やレンジャーが、土壌観察会の開催について非常に積極的に考えているということを示している。しかしながら、ここでも土壌についての知識が明確とはいえず、これから土壌について学習すべき必要性が明らかになった。

アンケート項目10では、回答者の属性を質問した。今回のアンケート調査は、自然観察の森の職員やレンジャーという自然観察会でガイドを務める等の環境教育に対す

る意識の高い対象者に対するものであった。

以上のアンケート結果から、まず環境教育に対する意識の高い対象者が、土壌に触れる体験プログラムが良かったとしており、土壌観察会に参加した子どもたちにも土壌に触れる体験プログラムが好評であることがわかった。次いで環境教育に役立つのも土壌に触れる体験プログラムであった。さらに、これからの土壌観察会でも土壌に触れる体験プログラムが提案された。以上のことから、土壌教育の中に土壌に触れる体験が非常に重要な位置にあることが分かった。また、土壌観察会の開催には土壌の環境教育の指導者養成的な講習が必要であり、質疑応答のできる連携やネットワークが必要であることが明らかになった。アンケートの回答を図 2-22 に示した。

また、アンケートとは別に行った各自然観察の森の職員やレンジャーらへの聞き取り調査では、土壌観察会を行うにあたって森林セラピーのように「土壌に触れ合うことのプラスの影響は無いのか」、「森林浴が心身に良いと言われているように土壌が人を癒す効果のデータがあれば一般に注目を集めやすい」という意見が複数あった。一般には、土壌に触れる体験によってリラックスすることが経験的に知られているものの、エビデンスが興味を左右するという意見が得られた。

2-3-4 全国自然観察の森運営協議会への参加

自然観察の森運営協議会は、自然観察の森が、一年ずつ持ち回りで開催しているもので、平成 22 年度には、桐生自然観察の森が主宰した。運営協議会への参加は、2010 年 7 月に桐生自然観察の森で調査をに行った際、所長から、運営協議会へのオブザーバーとしての参加を提案され実現した。参加の目的は、全国の自然観察の森の職員やレンジャーが普段からどのようなニーズや問題を持って活動されているのかを知ることであった。

運営協議会では、事前に各観察の森から 10 項目の議題が提出され、その回答が、まとめられていた。また、協議会は、その 10 項目の議題についての意見交換を行なう形で進められた。今年度の議題は、以下の通りであった。

1. 施設で行なうレンジャーのスキルアップ研修について
2. 施設利用者増加に向け、観察会以外に実施しているイベント等について
3. イベントの企画について、各施設特色のあるものをどのように工夫しているか。

また、参加費についてどのようにしているか

4. 参加対象を大人に限定した観察会について

5. 行事申し込みや問い合わせのメールでの問題点
6. 指定管理者になっている観察の森の運営状況について
7. 指定管理者導入による、管理者移行に伴う引き継ぎ状況や問題点等について
8. 事業費の縮減に対する取り組みについて
9. 施設改修における設計について
10. 観察会等のイベントの傷害保険の加入について

以上の10項目の議題の中で、本研究の調査の趣旨に沿っていたのは「1. レンジャーのスキルアップ研修について」という議題であった。レンジャーのスキルアップ研修の実施に関しては、積極的に実施している自然観察の森が6カ所、行っていない観察の森が2カ所、無回答は2カ所であった。半数以上の観察の森で、スキルアップ研修が積極的に取り組まれていた。この項目の回答についての結果を図2-2に示した（n=8）。

研修内容としては、リスクマネジメント講習会やAED（救急救命講習）、安全衛生講習での資格取得、ティーチャーズガイド研修会、生物調査の際に同行して行なう研修、OJT（On the Job Training：仕事の現場で、業務に必要な知識や技術を習得させる研修）の形式による研修や専門家を招聘した自然観察や環境教育に関連した講習会等も実施されていた。

以上のように、スキルアップ研修が積極的に行われていることや外部の専門家を招聘した講習会が、すでに行われていることから、自然観察の森のレンジャーに対する通常のスキルアップ研修として土壌についての知識等の土壌観察会を開催するにあたっての講習が実施可能であることが明らかになった。

2-3-5 まとめ

本研究で初めて行われた職員やレンジャーへのアンケート調査によって、自然観察の森の職員やレンジャーの土壌や土壌の環境教育、土壌観察会に対する意識が明らかになった。

①アンケート結果

自然観察の森の職員やレンジャーの環境教育や自然観察会等に対する意識は高く、土壌観察会を開催する立場としての提案がなされた。その中には、土壌動物などを含む昆虫にも言及されていた。土壌動物を用いた教材の重要性について末永（1994）は、学校教育の中で土に触れたり土を学んだりする場面は、確実に減少していると述べ、土壌動物を用いた教材を用いた場合、調査資料採取の際に野外で直接手で土壌に触れ、土壌と

土壌動物を分離する際には、土壌の手触り、匂いなどを感じながら作業をする。この直接野外で土壌に触れる意義は大きいとしている。また、ほんの一握りの土壌中に数多くの土壌動物が生息していることを観察させることで、これまで土壌に対し無機的な見方をしてきたものを、有機的なイメージに変えることが出来る良い機会になるとも述べている。本研究のアンケート調査でも野外で直接手で土壌に触れるプログラムの重要性が確認されている。さらに、職員やレンジャーは、一般の自然観察会の際に「土壌の大切さを解説に加えたい」、「そのための教材やサポートが欲しい」と回答した。次いで、教材やプログラム等の提案も多様で、これまでに実施された観察会を経験した上での土壌観察会への提案や意見も多数あった。とくに土壌に直接触れる体験型プログラムに対する関心が非常に高かった。また、ガイドウォーク等の一般の自然観察会の際に土壌に関する解説を行なうことについても積極的であった。

② 全国自然観察の森運営協議会

平成 22 年度の全国自然観察の森運営協議会で、施設で行う「レンジャーのスキルアップ研修について」という議題が提出された。興味深いことに 8 割近い観察の森で (2 ヶ所が無回答であった)、レンジャーのスキルアップ研修が積極的に実施されていた。また、現在でも既に、専門家を招聘しての講習会等が実施されていた。この調査の結果、自然観察の森では、レンジャーのスキルアップ研修を行うことが常であることがわかった。このことは、自然観察の森でレンジャー等を対象とした「土壌観察会のための講習」を実施することが可能であることを示している。さらに専門家を招聘して謝金を払って、積極的に講習会等が実施されていることを考えると謝金なしで行う「土壌観察会のための講習」は歓迎されることが容易に考えられる。

以上、アンケート結果と運営協議会での議題に対する回答から、観察会を行なうための何らかの教材やサポート及びスキルアップ研修として土壌観察会のエデュケーター養成講習があれば積極的に支持されることがわかり、自然観察の森で、職員やレンジャー自身によって継続的な土壌観察会が行えることが示唆された。興味深い点として、一つの観察の森では、土壌を専門に学んだ経験のあるレンジャーが、在職しており、土壌教育委員会による観察会の後、そのレンジャーによる土壌の観察会が、子どもたちに親しみやすくアレンジされた形で行われていた。このことで、現場の職員やレンジャーが土壌についての知識や土壌観察会へのスキルを習得した後、教材やサポート (土壌観察会エデュケーター養成の講習等や専門家とのネットワークや連携) によって、職員やレンジャー自身が現場に合った形の土壌観察会を継続的に行なうことができるものと

考えた。さらに、環境教育の中で重要な位置を占める自然体験の土壌に直接触れる体験型プログラムが職員やレンジャーらや子どもたちに高く評価されており、今後の土壌観察会にも土壌に触れる自然体験が提案されていることは、非常に興味深い点である。

そこで、今後の土壌観察会への提案としては、実験等を含むこれまでの土壌観察会とは別個に、幼児期から土壌に親しむための土壌観察会として、一般に従来から幼児の遊びとして行われてきた「どろだんご作り」を積極的に取り入れることや、土壌のマイクロモノリス（地面に穴を掘り、現れた垂直の土壌断面の姿をそのまま取り出して一枚の板のようにした標本を「土壌モノリス」あるいは「土壌モノリス標本」というが、そのミニチュア版のことを土壌のマイクロモノリスとする）作りを観察会プログラムのスタンダードにしたいと考えた。なぜなら、「どろだんご作り」は、視覚や触覚、匂いという五感を刺激する体験型のプログラムで、子どもたちの生活の中で行える身近な体験であり、アンケートの自由回答で求められていたからである。これは、一部に「光るどろだんご作り」を目的として行われるものがあるが、本観察会では、その目的を、「泥ダング」の作りやすさや手触りから、土の粒の大きさの違いを“実感”し、粘土の存在を認識することをねらいとする（浅野，2009a）土壌観察とすることで幼児期から土壌に親しむ体験とすることができる。さらに土壌のマイクロモノリスを作ることは、土壌断面の観察が、視覚や触覚、匂いという五感を刺激する自然体験を具現するプログラムである（マイクロモノリスを図2-24に示した）。

以上のアンケートの結果から、土壌に触れるという自然体験に対する志向性が高いことが明らかになった。その理由としては、生理的・心理的な何らかの要因があるのではないかと考えた。そこで、一般の人々が土壌に注目するために土壌がヒトに及ぼす影響のデータの作成が必要であると考えられた。自然がヒトに及ぼす影響に関する研究の多くでは、自然体験によって「癒される」あるいは「リラックスする」結果として免疫が向上することで自然体験の影響を予防医学的な補完・代替医療としてみなすとしており、本研究でも土壌に触れる自然体験の「リラックス効果」を検証したいと考えた。

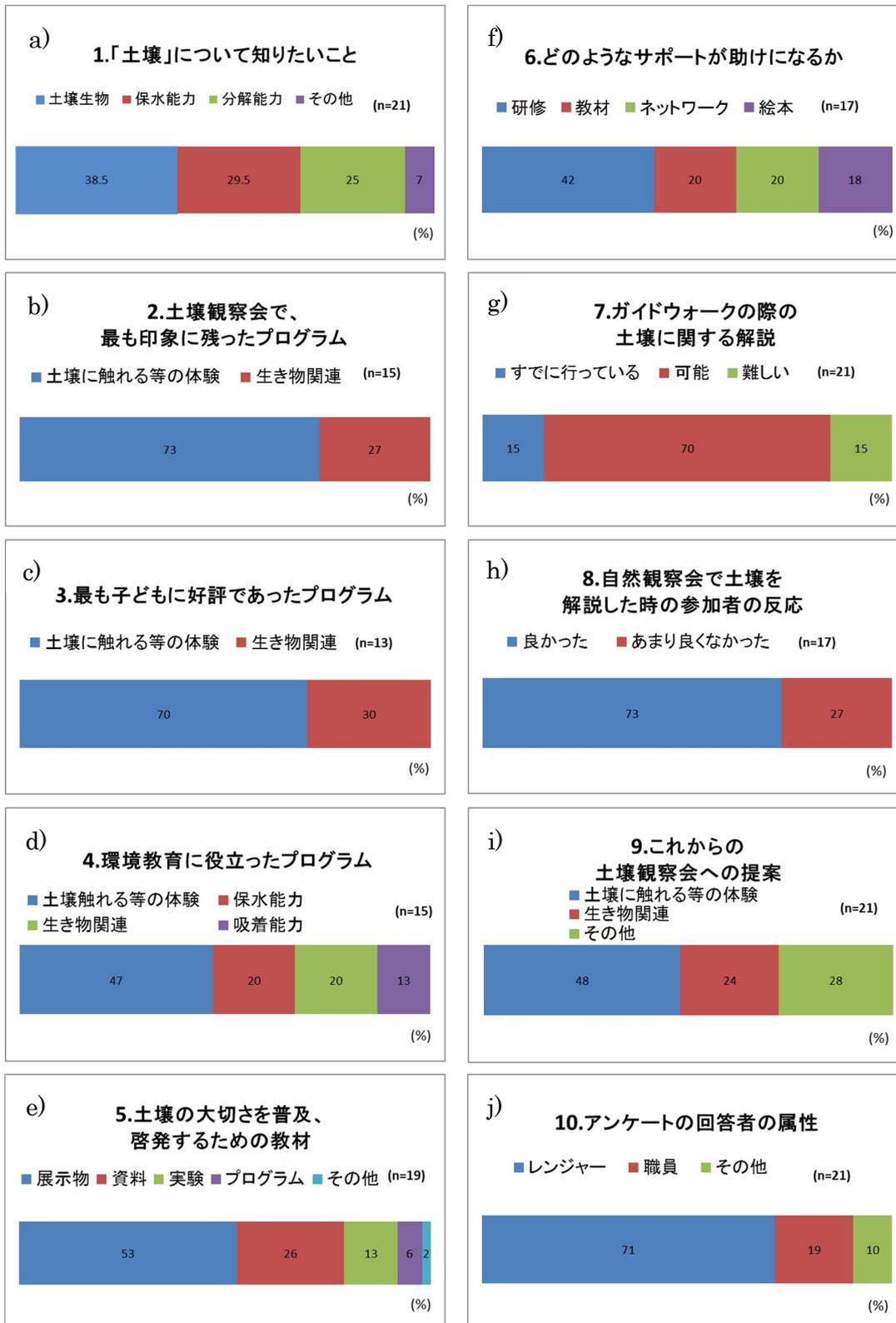


図2-22職員やレンジャーを対象としたアンケート調査の結果
n数は各グラフ毎に示した

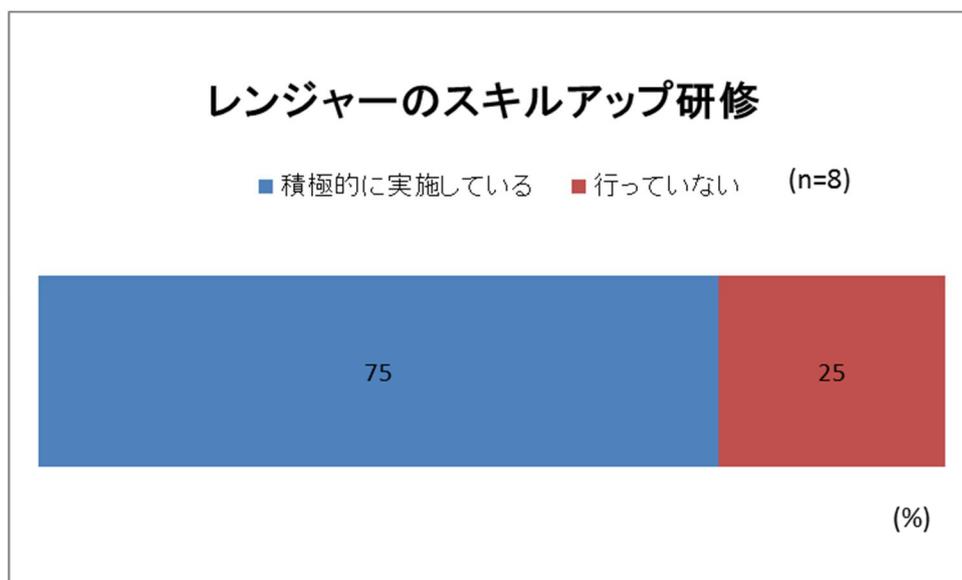


図 2-23 自然観察の森運営協議会 議題 スキルアップ研修の実施について (n=8)



図 2-24 マイクロモリス

第3章 土壌観察がヒトの生理的・心理的作用に及ぼす実験の手法の検討と指標

3-8 土壌観察が及ぼす生理的および心理的影響の指標の検討

3-8-1 はじめに

本研究では、土壌がもたらす人への効果について明らかにするため、その指標の定量化を検討することを目的とした。一般社団法人 日本土壌肥料学会土壌教育委員会の主催で1999年～2010年の10年間に日本全国の自然観察の森で行われた土壌観察会では、野外の土壌断面を観察し、土壌を手に取り土壌の手触りを体験することが重視されている（瀧，2006；平井，2007；鈴木，2008）。そこでの土壌観察とは、野外の土壌断面や土壌を見たり触って感じる体験である。

桐生自然観察の森の来園者を対象に土壌に触れたときの「人への生理的および心理的効果」を評価する指標を検討するために、土壌観察の一端である「泥ダンゴを作る」ことを刺激とした場合の血圧、心拍変動、唾液アミラーゼ活性 (Salivary Amylase Activity 以下、SAA と略す)、気分プロフィール検査短縮版 (Profile of Mood States 以下、POMS と略す)、視覚的アナログ尺度 (Visual Analogue Scale 以下、VAS と略す) の測定結果の解析から生理的効果と心理的効果を調べた。

3-8-2 研究の方法

3-8-2-1 対象と倫理的配慮

本研究の対象は、研究の主旨と目的、意義、実験方法、研究への協力の任意、協力しないことによって不利益を受けないこと、プライバシーの保護についての内容を口頭と書面で説明を受け、理解して被験者になることに同意した桐生自然観察の森の来園者7名（男性6名、女性1名、平均年齢 60.2 ± 3.6 歳）である。調査は、2012年11月11日の午前10:00～12:30の間に実施した。土壌観察は、「泥ダンゴを作る」こととした。「泥ダンゴ作り」は、「泥ダンゴ」の作りやすさや手触りから、土の粒の大きさの違いを“実感”し、粘土の存在を認識することをねらいとする（浅野，2009a）土壌観察である。尚、本研究は、筑波大学生命環境系研究倫理委員会 課題番号 24-1 として承認を得て実施した。

3-8-2-2 実験材料および泥ダンゴ作りの方法

実験材料および「泥ダンゴ作り」の方法については、日本土壌肥料学会編の「土の絵本」に従った（田村，2002b）。

3-8-2-3 指標

1) 自律神経機能の指標

自律神経機能として、血圧（収縮期血圧，拡張期血圧），心拍変動を心拍数（Heart Rate 以下，HR と略す），高周波成分（High Frequency component 以下，HF と略す），低周波成分（Low Frequency component 以下 LF と略す）と HF の比（LF/HF），および SAA を測定した。

2) 心理的な指標

心理的な指標として，POMS および VAS を測定した。

3-8-2-4 測定方法

1) 血圧は，オシロメトリック法を用いたデジタル血圧計（オムロン社，HEM-6200）を使用し，左手首にて測定した。

2) 自律神経機能は，メモリー心拍計（LRR-03，GMS 社製）で測定した。

3) SAA は，唾液アミラーゼモニター（CM-2.1，ニプロ社製）で測定した。

4) POMS は，「緊張－不安」「抑うつ－落ち込み」「怒り－敵意」「活気」「疲労」「混乱」の6つの気分尺度の回答を標準化得点（T 得点）に換算した。

5) VAS 法の気分評価は，それぞれ癒しの程度，リラックスの程度，面白さの程度，楽しさの程度，緊張の程度，ワクワク感の程度，落ち着きの程度各気分の程度の強さの変化を評価した。VAS は，100mm の水平線で数直線状の左端をゼロ，右端を最大として用いる（Wewers *et al.*，1990）ことから，100mm の水平の数直線状の例えば左端を「楽しい」右端を「全く楽しくない」とし，「楽しい」という気分の程度の強さを測定した。

3-8-2-5 測定手順

測定手順は，安静座位 15 分間の後，POMS，VAS，SAA，血圧を測定し，8 分間の心拍変動を測定した。これをコントロールとした。刺激として「泥ダンゴ」を作る作業を 1 時間行った。「泥ダンゴ」を作る作業の直後に血圧を測定し，8 分間の心拍変動を測定

後、POMS, VAS, SAA を測定した。

3-8-2-6 解析方法

心拍変動は、メモリー心拍計で測定した心電図データを専用ソフト (Mem Calc GMS 社製) を用いて 5 分間の HR, HF, LF/HF を周波数解析した。統計解析は、「泥ダンゴ」刺激前後の血圧, 心拍変動, SAA, POMS, VAS を Wilcoxon の符号付順位検定で行った。有意判定は、危険率 5% とした。

3-8-3 結果と考察

生理的指標では、血圧 (収縮期血圧, 拡張期血圧), 心拍変動 (HR, HF, LF/HF), SAA の刺激前後の変化を、図 3-1 に示した。血圧 (収縮期血圧, 拡張期血圧), 心拍変動 (HR, HF, LF/HF), SAA は、刺激前後で有意な変動を示さなかった。

心理的指標では、POMS と VAS の刺激前後の変化を、図 3-2 に示した。POMS では刺激前後で有意な変化はなかった。VAS 法の「癒されない」は、コントロールに比べて VAS 値が低下した ($p=0.034$)。「リラックスしない」は、コントロールに比べて VAS 値が低下した ($p=0.018$)。「面白くない」は、コントロールに比べて VAS 値が低下した ($p=0.028$)。「楽しくない」は、コントロールに比べて VAS 値が低下した ($p=0.027$)。「緊張する」は、コントロールに比べて VAS 値が低下した ($p=0.028$)。また「ワクワクしない」, 「落ち着かない」は変化がなかった。「泥ダンゴ作り」による生理的効果と心理的効果では、心理的効果に影響が大きかった。

本研究は、対象者の「泥ダンゴ作り」による生理的および心理的効果の指標の定量化を検討するものである。

生理的効果による検討では、副交感神経活動の指標として HF, 交感神経活動の指標として LF と HF の比 (LF/HF) の周波数解析を自律神経機能の評価とした。

本研究では指標の測定を「泥ダンゴ作り」の前後で行い、血圧, HR, HF, LF/HF で有意な変化はみられなかったが (図 1), 健康な成人女性におけるハンドマッサージの自律神経および気分への影響の研究 (佐藤, 2006) では、5 名を被験者として、心拍変動の測定が経時的に行われていた。そこでの HR の変化では、ハンドマッサージ前の安静時に比べてハンドマッサージ中が有意に低下していた。しかしハンドマッサージ後の安静時には、HR の値がハンドマッサージ前の値に近づき、ハンドマッサージ後ではハンドマッサージ前と比べて有意な変化がなかった。これは、コントロールと比べても同

じであった。また、このような変化は、HF や LF/HF でも同様であった。このことから、本研究の心拍変動の測定を経時的に行った場合には、「泥ダンゴ作り中」に経時的変化が得られた可能性が考えられた。

本研究の SAA は、「泥ダンゴ作り」の前後で有意な変化がなかったことは（図 1）、被験者への聞き取り調査によれば、刺激が「泥ダンゴ作り」という性質上、楽しさの反面、「泥ダンゴ」が壊れないように気を遣ったことが影響したと考えられた。

POMS では、「泥ダンゴ作り」によって 6 つの尺度に有意な変化がなかった（図 2）。SAA と POMS を用いた研究では、102 名の女性を被験者とし、鏡映描写課題を与えた SAA と POMS との関連性を検討し、POMS の下位尺度の「怒り－敵意」に主観的ストレスの変化が、SAA における変化と関連していたものの、他の尺度との関連性は示されないことが報告されている（辻ら、2007）。本研究では、POMS と SAA ともに有意な変化はみられず、両指標の関連性は示されなかった。このことは、両指標のタイムラグの大きさの違いが関係することが考えられた。

本研究の VAS 法による気分の程度の変化では、VAS の「癒されない」、「リラックスしない」、「面白くない」、「楽しくない」、「緊張する」、の気分の強さの程度に関する変化で、VAS 値が有意に低下したことから（図 2）、「泥ダンゴを作る」という土に触れる行動（土壌観察）によってプラスの感情変化が有意に認められた。このことから、「泥ダンゴ作り」が人におよぼす影響を評価する際に VAS 法を指標に用いる有用性が示唆されたものと考えられた。また、実務実習モデル等の学生による自己評価における VAS 法と SD 法（Semantic Differential Scale Method）5 段階評価との比較についての研究では、各実習の評価に対する VAS 法による百分率の値と 5 段階評価の平均値との間に強い相関が示されたことが報告されている（相良ら、2007）。このことから今後、VAS 法を指標にすることが有効であると考えられた。

3-9 まとめ

本研究では、生理的指標と心理的指標とで土壌観察の効果を検討した。目的は土壌がもたらす人への効果について明らかにするための指標の定量化を検討することであった。そこで、土壌観察を「泥ダンゴをつくる」こととして対象者の「泥ダンゴ作り」による生理的および心理的効果の指標の定量化を検討した。生理的指標としての心拍変動（HR、HF、LF/HF）、SAA と心理的指標の POMS では、刺激前後で有意な変動を示さなかったものの心理的指標の VAS 法による気分の程度の変化では、「癒されない」、「リラ

ックスしない」,「面白くない」,「楽しくない」,「緊張する」でVAS値が有意に低下したことから,「泥ダンゴをつくる」という土壌観察によってプラスの感情変化が有意に認められた。このことから,心理的指標として気分の程度の強さの変化を評価したVAS法が指標となることがわかった。今後は,児童生徒を含め,あらゆる年代の被験者の方による自律神経機能やPOMS等が土壌観察の効果の評価判定の指標となり得るかについての実験の再検討や対象人数等の更なる検討が必要である。

表 3-1 自律神経と指標との関係

指 標	意 味
収縮期血圧	高い場合ストレスが高い
拡張期血圧	高い場合ストレスが高い
心拍数	心拍数が大きいほど緊張している
	心拍数が小さいほどリラックスしている
HF	副交感神経の指標
	HFが大きいほどリラックスしている
LF/HF	交感神経の指標
	LF/HFが大きいほど緊張している

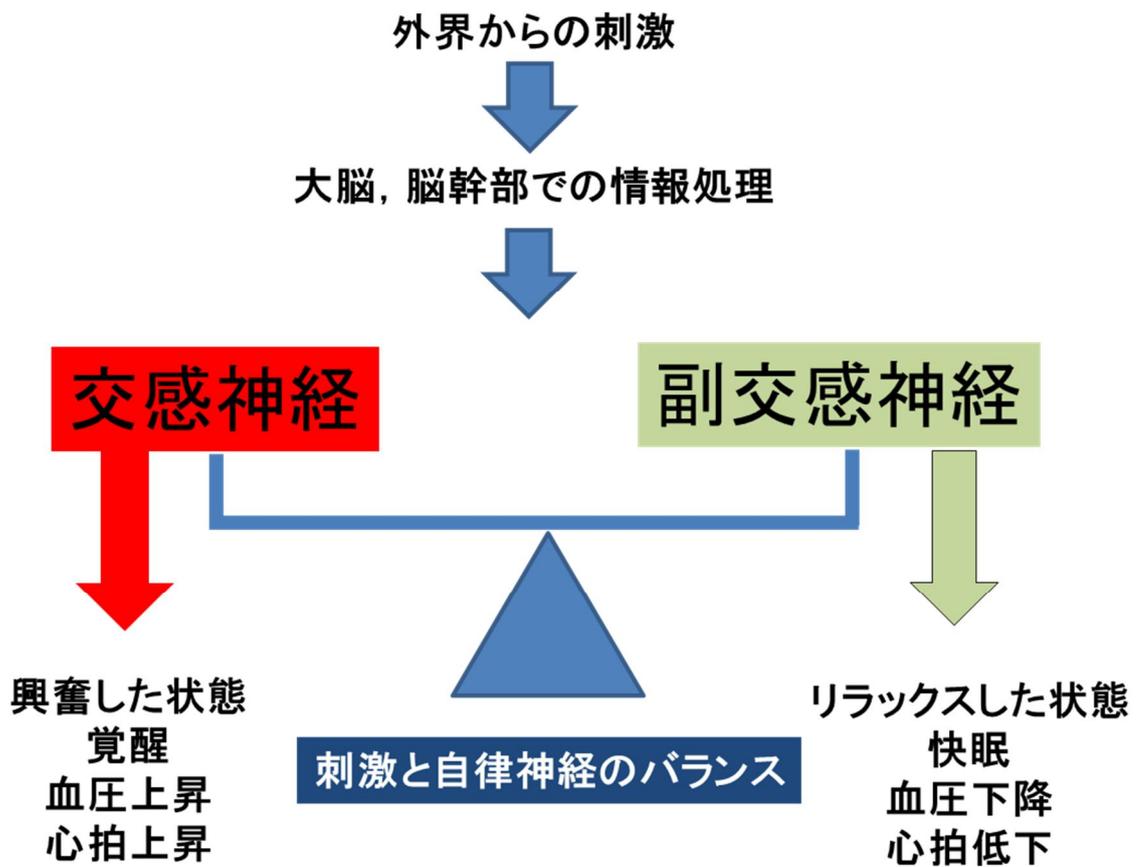


図 3-1 交感神経と副交感神経による自律神経のバランス (住友ら, 2006 一部改変)

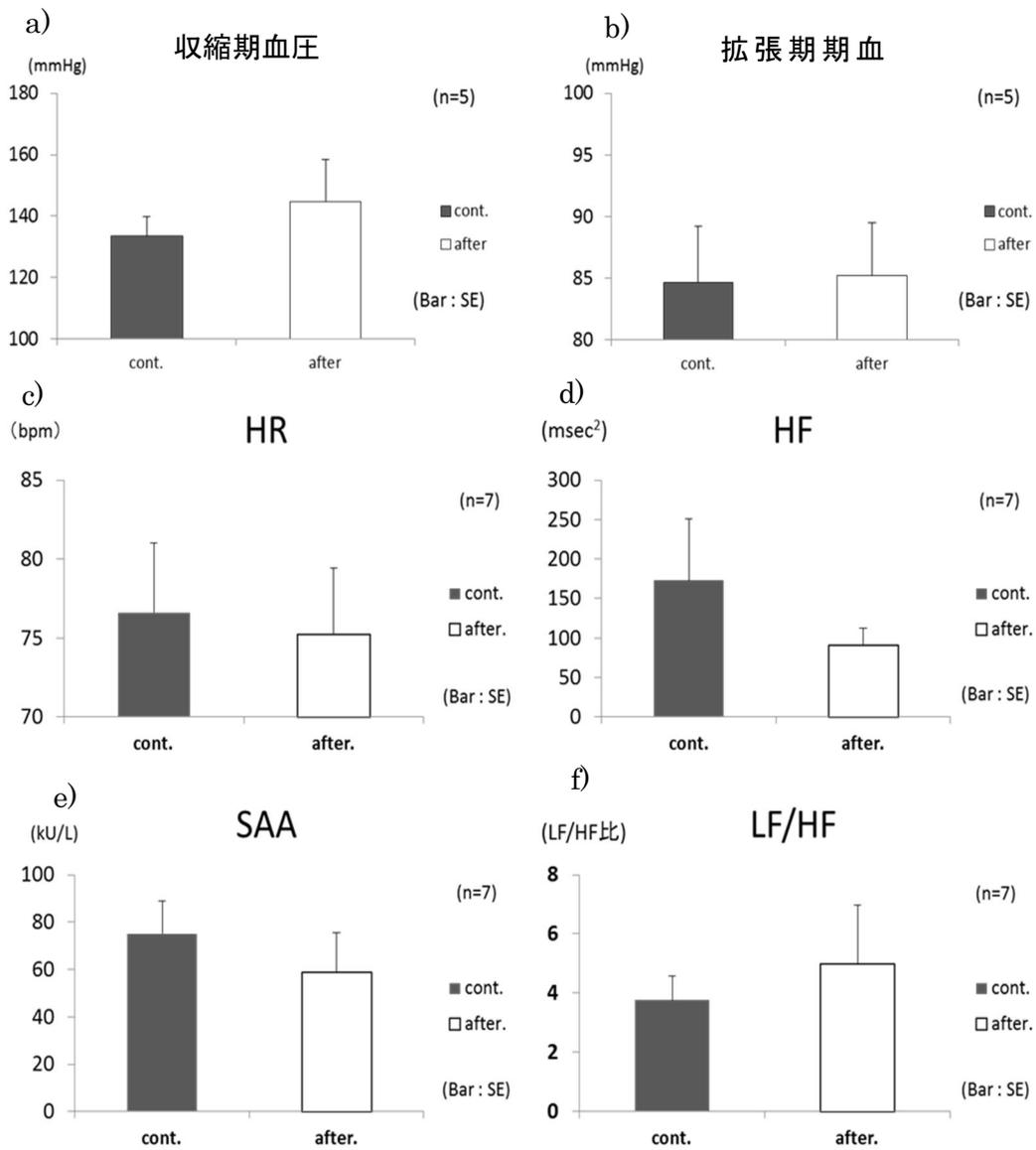


図 3-2 生理的効果の変化（収縮期血圧，拡張期血圧，HR，HF，LF/HF，SAA）

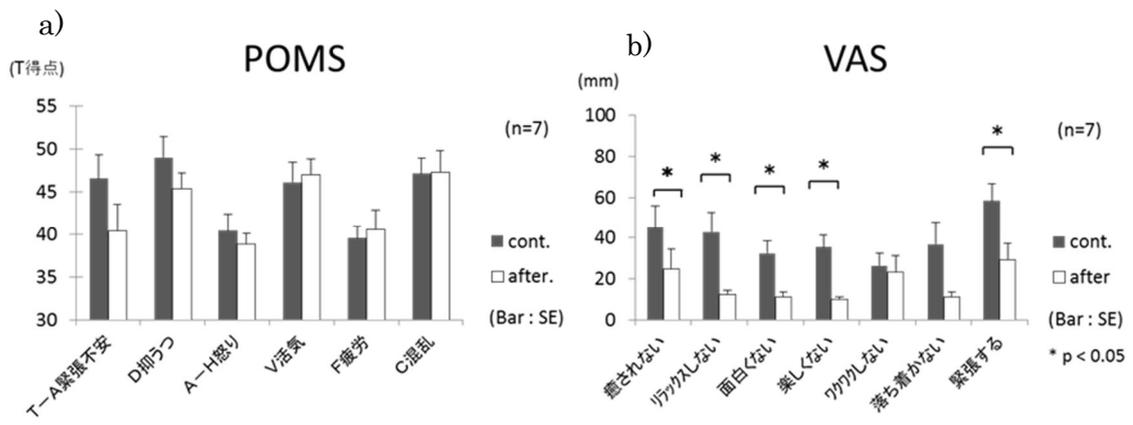


図 3-3 心理的効果の変化 (POMS, VAS)

謝辞

本研究を行うに当たり、筑波大学の田村憲司教授には、修士からの5年間という長きにわたって、終始温かく丁寧かつ熱心なご指導を賜りました。先生からは、温厚なお人柄や学問への情熱など、多大な薫陶を受けられました。このことは、私にとって最大の幸福です。心より感謝申し上げます。また、筑波大学副学長の東 照雄教授には、学問に対する大変大きな啓発を戴きました。感謝申し上げます

筑波技術大学大学院の森 英俊教授には、実験の方法や解析についてご教授賜り、また実験道具の数々を快く提供して頂き、大学院での学びを常に励まし、支えていただきました。先生のご支援無くしては本研究を完成することは出来ませんでした。心より感謝申し上げます。

筑波大学生命環境系の上條隆志教授には土壌と植物の魅力についてご親切なご指導を賜りました。筑波大学生命環境系の山路恵子准教授には、論文執筆に関しての詳細な点に至るまで温かなご鞭撻とご助言を頂きました。

瑞風会森澤病院の森澤建行氏には、多大なるテクニカルサポートと励ましを頂きました。厚く感謝申し上げます。筑波技術大学東西医学統合医療センターの臨床検査技師の木村里美氏には、脳波についてのご指導を頂きました。感謝申し上げます

筑波大学研究推進部産学連携課（旧生命環境エリア支援室）の飯田玲子氏には、研究倫理委員会に関しての多大なご支援を頂きました。筑波大学生命環境エリア支援室の和田睦子技官には、日々お世話になり、折れそうになる心を支えていただきました。感謝申し上げます

筑波大学生命環境科学研究科土壌環境化学研究室の卒業生である浅野眞希氏、江口哲也氏、若林正吉氏、須田碧海氏、高橋純子氏、坂岡由里江氏、新谷尚己氏には、多大なご協力と励ましを頂きました。特に若林正吉氏には、一般化学性実験に関して長時間にわたり何度も辛抱強く教えて頂きました。筑波大学生命環境科学研究科の神田隆志氏には、y1 や脳波の実験で大変お世話になりました。筑波大学生命環境科学研究科の李 敏氏には英文翻訳をなおして頂きました。筑波大学生命環境科学研究科の土佐岡遼君には予備実験に協力して頂きました。深く感謝申し上げます。

桐生市自然観察の森の所長寺内優美子氏には、全国自然観察の森運営協議会へのオブザーバーとしての出席を許可して頂きました。また、本研究へのご提案やご助言を頂くとともに桐生自然観察の森での実験を行うことを快く許可してくださり、多くのご配慮

を頂きました。桐生市自然観察の森友の会の皆様には、実験に快くご協力頂き、たくさんの方の励ましのお言葉を頂きました。心より感謝申し上げます。

全国 10 箇所自然観察の森の職員やレンジャーの方々には快く調査にご協力頂き、貴重な資料を頂くなど大変お世話になりました。感謝申し上げます

実験に参加して下さった被験者の方々に心から感謝申し上げます。

土壌環境化学研究室の皆様には、いつも明るく温かいお心遣いに支えられ、大きな刺激と示唆を得ることができました。

以上のように、本研究は多くの方々のご協力によって成立しました。心より深く感謝し厚く御礼申し上げます。

こうしたたくさんの方々のご指導とご協力を頂き支えられましたことの御恩を胸に刻み、それらの計り知れない御恩に報い、社会に貢献できるよう精励していきたいと思っております。

引用文献

- 阿部 治, 諏訪哲郎, 川嶋 直 (2013) 環境教育. 日本環境教育学会編, 環境教育辞典 pp. 64-66. 教育出版株式会社, 東京.
- 阿部 治, 生方秀紀, 神田房行, 大森 亭 (2010) ESD をつくる—地域でひらく未来への教育— ESD (持続可能な開発のための教育) とは何か. pp. 1-27. ミネルヴァ書房, 東京.
- 阿部 治 (2012) なぜ環境教育を学ぶのか. 環境教育. pp. 1-10. 環境教育学会編, 教育出版株式会社, 東京.
- 相澤州平 (1994) 林齢の異なるスギ人工林における表層土壌の化学性. 日本林学会誌, 105, 411-412.
- 荒垣聡亮 (2003) 唾液中アミラーゼとコルチゾルによる心理ストレスの評価. 日本口腔診断学会雑誌, 16, 362-370.
- 荒川千登勢, 今村えり佳, 植松絵里子, 大津優子, 出島聖子, 平岩佐知子, 福岡敦子, 堀美也子, 松本 泉, 毛利景子, 吉田真由美, 稲本 俊, 沖田典子, 西谷久美子 (1997) 手術後における音楽の心理的効果と身体に及ぼす影響. 京都大学医療技術短期大学部紀要, 17, 59-59.
- 有田秀穂 (2005) 脳内セロトニン・トレーニング, pp. 26-187. かんき出版, 東京.
- 有田秀穂 (2006) 脳内物質のシステム神経生理学—精神精気のニューロサイエンス—. pp. 2-51. 中外医学社, 東京.
- Arroyo-Morales, M., Olea N., Martinez MM., Hidalgo-Lozano A., Ruiz-Rodriguez C., Diaz-Rodriguez L.(2008) Psychophysiological effects of massage-myofascial release after exercise: a randomized sham-control study”, *Journal of Alternative Complementary Medicine*, 14,1223-1229.
- 浅野眞希 (2009a) 泥ダンゴを作ってみよう. 新版 土をどう教えるか—現場で役立つ環境教育教材—上巻 (一般社団法人 日本土壌肥料学会 土壌教育委員会編), pp. 23. 古今書院, 東京.
- 浅野眞希 (2009b) 落ち葉をめくってみよう. 新版土をどう教えるか 現場で役立つ環境教育教材, 日本土壌肥料学会土壌教育委員会編, pp. 18. 古今書院, 東京.
- 渥美和彦 (2007) 統合医療, *Biotherapy*, 21, 361-371.
- Benson,H.,Klipper,M.Z.(2000) *the Relaxation Response* (Rev. ed). 227pp.

- HarperCollins, HarperTorch, New York.
- Berntson, G.G., Cacioppo, J.T. and K.S. Quigley (1993) Respiratory sinus arrhythmia: Autonomic origins, physiological mechanisms, and psychophysiological implications. *Psychophysiology*, 30, 183-196.
- Buckle, J. (1993) *Aromatherapy Nurs Times*, 89, 32-35.
- Carter, M.J., Van Andel, G.E. & Robb, G.M. (1995) *Therapeutic Recreation: A Practical Approach*. pp.329-375, Prospect Heights, IL, Waveland Press.
- Chang B.-H., Boehmer U., Zhao Y., Sommers E.(2007a) Relaxation response with acupuncture trial in patients with HIV: feasibility and participant experiences, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 13, 719-724.
- Chang, B.H., Boehmer, U., Zhao Y., Sommers E.(2007b) The combined effect of relaxation response and acupuncture on quality of life in patients with HIV: A pilot study, *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 13, 807-815.
- 段 旭東, 田代 学, 呉 迪, 山家智之, 仁田新一, 伊藤正敏 (2006) アロマによる自律神経活動と脳活動. *ISLIS*, 24, 383-395.
- 独立行政法人国立青少年教育振興機構国立オリンピック記念青少年総合センター (2006) 青少年の自然体験活動等に関する実態調査報告書, pp. 24-25.
- Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine (eCAM). Oxford Journals, Oxford University Press <http://www.oxfordjournals.org/ecam/about.html> (2013/10/05 viewed)
- Faber Taylor, A., Kuo F. E., and Sullivan W.C. (2001) Coping with ADD: The surprising connection to green play settings. *Environment and Behavior*, 33, 54-77.
- Fillion L., Gagnon P., Leblond F., Gelinas C., Svard J., Dupuis R., Duval K., Larochelle M. (2008) A brief intervention for fatigue management in breast cancer survivors. *Cancer Nursing*, 31, 145-159.
- 福沢 等 (1972) IV脳波. 臨床検査講座 11 臨床生理学, 293p, 医歯薬出版. 東京.
- 降旗信一 (2012) 環境教育の目的と方法—環境保全意識向上につながる自然観察・自然体験—, pp. 107-118. 環境教育. 環境教育学会編, 教育出版株式会社, 東京.
- 降旗信一 (2013) 自然体験活動. 日本環境教育学会編, 環境教育辞典 pp. 144-145. 教

- 育出版株式会社, 東京.
- 福田 直 (2004) 初等・中等教育段階における土壌教育の現状と課題. ペドロジスト, 48, 109-116.
- 福岡市森と緑のまちづくり協会 (2009) 油山自然観察の森事業概要 施設の概要. 福岡市森と緑のまちづくり協会, pp. 5-11.
- Furlan, R., Guzzetti S., Crivellaro W., Dassi S., Tinelli M., Baselli G., Cerutti S., Lombardi F., Pagani M., Malliani A. (1990) Continuous 24-hour assessment of the neural regulation of systemic arterial pressure and RR variabilities in ambulant subjects. *Circulation*, 81, 537-547.
- Galvin J.A., Benson H., Deckro GR., Fricchione GL., Dusek JA. (2006) The relaxation response: reducing stress and improving cognition in healthy aging adults. *Complementary Therapies in Clinical Practice*.12, 186-191.
- 後藤貴文, 松浦弘毅, 松本健一郎 (2002) 心拍変動解析による自律神経機能の推定電子情報通信学会技術研究報告. MBE, ME とバイオサイバネティックス, 102, 13-16.
- Grahn, P., Martensson, F., Lindblad, B., Nilsson, P., Ekman, A. (1997) Ute pa Dagens 1 Stad and Land, 145.
- 原 和子 (2011) リハビリテーションと園芸療法 (Horticultural Therapy) 概論. pp. 6-19.
園芸療法とリハビリテーション, エルゴ, 名古屋.
- 原田克彦 (2010) 整膚の効果—脳波による検討—. 日本温泉気候物理医学会誌, 73, 241-247.
- Hayano J., Sakakibara Y., Yamada A., Yamada M., Mukai S., Fujinami T., Yokoyama K., Watanabe Y., Takata K. (1991) Accuracy of assessment of cardiac vagal tone by heart rate variability in normal subjects, *American Journal of Cardiology*, 67, 199-204.
- 早野順一郎 (1992) 心電図 R-R 間隔変動のスペクトル解析. 『自律神経機能検査 第2版』日本自律神経学会編, pp. 57-64, 文光堂, 東京.
- 早野順一郎 (2001) 心拍変動による自律神経機能解析. 『循環器疾患と自律神経機能 第2版』(井上 博 編著), pp. 71-109, 医学書院, 東京.
- 林 透子, 岩崎 寛, 三島孔明, 藤井英二郎 (2008) 森林内の園路における光環境の違いが人の生理及び心理に与える影響. 日本緑化工学会誌, 34, 307-310.

- 東 照雄, 平井英明, 田中治夫, 菅野均志, 山本広基, 福田 直, 福田 恵, 松本一郎, 藤本順子 (2006) 土と向き合って-土の重要性を考える. 日本土壌肥料学会誌, 77, 597-605.
- 平井英明 (2007) 土壌の観察会 “土のふしぎ！一わくわくドキドキ土体験” の概要. 日本土壌肥料学会雑誌, 78, 227.
- 平井英明, 櫻井克年, 広谷博史, 鳥居厚志, 米林甲陽 (1989) 小学生, 中学生, 高校生, 大学生を対象とした土に関するアンケート調査. ペドロジスト, 33, 67-74.
- 本田 淳, 青田洋一, 山下孝之, 馬場紀行, 伊藤りえ, 斎藤知行 (2006) 腰部脊柱管狭窄症に対する新型軟性 flexion brace の臨床成績. 日本腰痛学会, 12, 184-189.
- 細江雅彦, 宮田知幸, 児玉直樹 (2000) 森林浴の心理, 生理機能への影響について. 日本温泉気候物理医学会誌, 64, 34-35.
- 五十嵐 顕, 太田堯編, 山住正巳, 堀尾輝久編 (1982) 岩波教育小辞典 267pp. 岩波書店, 東京.
- 井川原弘一, 横井秀一 (2004) POMS を指標とした森林散策の効果. 日本森林学会中部支部報, 52, 125-126.
- 井川原弘一 (2006) 案内人と散策がもたらす心理的生理的效果 中部森林研究 54, 61-64.
- 井川原弘一, 香川隆英, 高山範理, 朴 範鎮 (2007) 森林散策における案内人がもたらす効果に関する研究. 平成 19 年度日本造園学会全国大会研究発表論文集 25, 597-600.
- 今西二郎 (2004) メディカル・アロマセラピー. 日本補完代替医療学会誌 1, 53-61.
- 今西二郎 (2008) 緑の環境と統合医療, 日本緑化工学会誌, 33, 435-440.
- 今西二郎 (2010) 統合医療を目指して. 京都府立医科大学雑誌, 119, 301-312.
- 今西純一, 中右麻衣子, 今西亜友美, 今西二郎, 渡邊映理, 木村真理, 森本幸裕 (2009) 森林療法, 園芸療法, ヨーガを組み合わせた健康増進プログラムの高齢者への効果. 日本緑化工学会誌, 33, 363-369.
- 市原恒一, 豊川勝生, 松永裕俊, 栢分宏理 (2008) 森林作業がボランティアの心理に与える影響. 日本森林学会誌, 90, 411-414.
- 伊藤嘉奈子, 富田陽子, 藤田光一 (2007) 都市河川の生理的效果に関する基礎的研究-唾液アミラーゼ・唾液中コルチゾールを指標として. 日本生理人類学会誌 12 特別号, 46-47.
- Iwasaki, Yutaka (2010) Greening design for human health. Journal of the Japanese

Society of Revegetation Technology, 36, 243-244.

岩田 誠 (1992) 自律神経機能検査の意義. 自律神経機能検査 日本自律神経学会編, pp. 2-5. 文光堂, 東京.

Jacobson, Edmund (1945) You Must Relax, 270pp. WhittleseyHouse, New York.

徐 堅 (2000) 整膚学, 132 pp. 丸善, 東京.

香川隆英, 高山範理, 筒井末春 (2013) 森林セラピーにおける心理的効果の個人差 シンポジウム 9 森林セラピーの臨床応用と個人差 (心理医学研究会) 日本衛生学雑誌 68, 83 回学術総会講演集号, S155.

香川隆英 (2007) 森林セラピーを活用した自然とのふれあい空間の計画. 環境情報科学, 35, 8-13.

環境省自然ふれあい推進室 (2006) 厳選! 全国 25 施設自然ふれあいガイドブック 環境省, 57p.

総谷珠美 (2007) 森林セラピーの心理的リラックス効果. 農林水産技術研究ジャーナル 30, 20-23.

総谷珠美, 奥村 憲, 吉田祥子, 高山範理, 香川隆英 (2007) 様々な里山景観での散策による生理的・心理的効果の差異. ランドスケープ研究, 70, 569-574.

総谷珠美, 高橋孝之, 香川隆英, 高山範理, 朴 範鎮, 恒次祐子 (2005) 里山林での森林浴による心理的効果について-POMS・SD 法を用いて-. 日本森林学会関東支部大会発表論文集, 56:27-28.

総谷珠美, 高山範理, 朴 範鎮, 古谷勝則, 香川隆英, 宮崎良文 (2008) 森林散策路の光・温熱環境と森林浴における主観評価との関係. ランドスケープ研究, 71, 713-716.

総谷珠美, 山口昌樹, 朴 範鎮, 宮崎良文, 香川隆英 (2006) 唾液アミラーゼと POMS を指標とした森林浴による生理的・心理的効果. 第 57 回日本森林学会関東支部会論文集, 39-40.

河田 弘 (1989) 森林土壌学概論 博友社, 東京. pp. 399.

河合隼雄, 中村雄二郎 (1993) 箱庭療法と私. トポスの知 箱庭療法の世界, pp. 8-23, TBSブリタニカ, 東京.

河合隼雄 (1991) 箱庭療法. イメージの心理学. pp. 121-140, 青土社. 東京.

河野貴美子 (1997) リラクゼーションとは何か-脳波から検討する-. 催眠と科学, 12, 41-45.

河野貴美子 (2000) 代替医療の現状と将来 各種リラクゼーション療法を脳から考える.

- 医学のあゆみ, 192, 1194-1199.
- 梶本修身 (2003) 疲労の定量化法 (特集 疲労の科学) 疲労の客観的評価. 医学のあゆみ, 204, 89-92.
- Keele, KD. (1948) The pain chart. *Lancet*, 2 (6514), 6-8.
- 桐生市都市整備部公園緑地課 (2008) 施設の概要. 桐生自然観察の森事業概要報告書 桐生市都市整備部公園緑地課, pp. 1-3.
- Kobayashi, M., T. Musha (1982) 1/f fluctuation of heartbeat period. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on* , 29, 456-457.
- 古賀俊策, 杉本正美, 斉木崇人, 上原三誌知 (2006) 林内保全活動のリラクゼーション効果および環境学習効果の評価. 神戸芸術工科大学紀要, <http://kiyou.kobe-du.ac.jp/06/report/02-01.html#top> (2013/11/30 viewed)
- 駒村美佐子, 津村昭人, 山口紀子, 藤原英司, 木方展治, 小平 潔 (2006) わが国の米, 小麦および土壌における ^{90}Sr と ^{137}Cs 濃度の長期モニタリングと変動解析. 農業環境技術研究所報告, 24, 1-21.
- 近藤照彦, 武田淳史, 武田信彬, 下村洋之助, 谷田貝光克, 小林 功 (2008) 森林浴効果の生理・心理学的研究. 日本温泉気候物理医学会誌, 71, 131-138.
- 小竹訓子, 中村恵子, 高橋由紀 (2004) 音楽療法のリラクゼーション効果に関する研究. 県立長崎シーボルト大学看護栄養学部紀要, 5, 1-10.
- 久馬一剛 (1997) 最新土壌学 土壌とは何かー地球におけるその意義と役割. pp. 1-9. 朝倉書店, 東京.
- Mackereth , P.A., Booth, K., et al, (2009) Reflexology and progressive muscle relaxation training for people with multiple sclerosis a crossover trial *Complementary. Therapies in Clinical Practice*, 15, 14-21.
- Malik, M. (1996) Heart rate variability. *European Heart Journal*, 17, 354-381.
- 松井 健, 岡崎正規 (1993) 環境学と環境土壌学. 環境土壌学, pp. 1-15. 朝倉書店, 東京.
- 松永慶子, 朴 範鎮, 宮崎良文 (2011) 病院屋上森林が要介護高齢女性患者に及ぼす主観的リラクゼーション効果ー簡易尺度を用いてー日本衛生学雑誌, 66, 657-662.
- 三島順子 (2012) 第1回 環境教育のこれまでの歩みと学校教育, 「土のある暮らしと文化」情報誌 CEL, 97, 73-76.
- 三浦悠樹 (2011) 日本における森林浴の発展とその効果の検証, 平成 22 年度筑波大学

- 生命環境科学研究科，修士論文，64pp.
- 宮脇 昭（1977）日本の植生. pp. 535. 学研教育出版，東京.
- 宮崎 毅（2008）「持続可能な社会」への提言. 日本学術会議，pp. 51-55.
- 宮崎良文，宋チヨロン，池井晴美，小松美沙子，李 宙営，朴 範鎮，小林宏光，恒次裕子，香川隆英（2013）森林セラピーがもたらす生理的影響に関する個人差の解明 シンポジウム9 森林セラピーの臨床応用と個人差（心理医学研究会）. 日本衛生学雑誌. 68, 83 回学術総会講演集号，S156.
- 宮崎良文，李 宙営，朴 範鎮，恒次祐子，松永慶子（2011）自然セラピーの予防医学的效果. 日本衛生学雑誌，66，651-656.
- 宮崎良文（2009）森林浴から森林医学へ. 森林医学Ⅱ－環境と人間の健康科学－pp. 23-32. 朝倉書店，東京.
- 水口陽子，山田真衣，永吉雅人，小林綾子，栗生田友子，酒井禎子，杉田収（2012）森林セラピー及びノルディックウォーキング参加者の心身反応に関する研究 シルバー世代の反応. 医学と生物学，156，212-218.
- 水田敏郎，宮地弘一郎，大森慈子，藤澤 清，吉田和典，長谷川智子，竹田千佐子（2003）香りと足浴によるリラクゼーション効果に関する生理心理学的検討. 仁愛大学研究紀要，2，65-72.
- 百々雅子（2002）「「リラクゼーション」の社会的な位置づけ—ストレス社会の背景にあるもの—」. 山梨大学短期大学紀要，8，27-36.
- Mori H., Nishijo K., Kawamura H., and Abo T. (2002) Unique immunomodulation by electro-acupuncture in humans possibly via stimulation of the autonomic nervous system. *Neuroscience Letters*, 320, 21-24.
- 森 忠三，安本義正（2002）心拍揺らぎと自律神経系. 日本音楽療法学会誌，2，129-136.
- 武藤由香里，石田光男，川下敏雄，御園生拓，北村眞一（2011）河川景観の自然度が生理指標に及ぼす影響の分析. 環境科学会誌，24，1-6.
- 内閣大臣官房政府広報室 2007 森林と生活に関する世論調査
<http://www8.cao.go.jp/survey/h19/h19-sinrin/index.html> (2013/11/13 viewed)
- Nakamigi M., Imanishi J (2009) A new utilization of urban green parks for cancer patients as a therapeutic space. *Journal of the Japanese Society of Revegetation*

Technology, 35(2):301-303.

中右麻衣子, 今西純一 (2009) 特集 緑と健康に関する研究の今後の展開 がん患者の療養の場としての都市緑地の活用. 日本緑化工学会誌, 35, 301-303.

中北充子 (2010) 「リラクセーション」の概念分析 KEIO SF JOURNAL, 10, 57-69.

南山堂医学大辞典 2006 第19版 3160pp. 南山堂, 東京.

成橋和正, 野村政明, 亀井浩行, 小野俊介, 松下 良, 清水 栄, 横川弘一, 山田清文, 鈴木永雄, 宮本謙一, 木村和子 (2003) 大学院修士課程臨床薬学講義ならびに実務実習の Visual Analog Scale 法による客観的評価. YAKUGAKU ZASSHI, 123, 973-980.

那須 守, 岩崎 寛, 林 豊 (2011) 都市の建築外部空間を構成する緑地の及ぼす生理・心理的効果. 清水建設研究報告, 88, 19-26.

National Center for Complementary and Alternative Medicine. <http://nccam.nih.gov/> (2013/10/05viewed)

Nickel, C., Ketteler, C., Muehlbacher, Met., Lahmann, C., Tritt, K., Fartacek, R., Bachler, E., Rother, N., Egger, C., Rother, WK., Loew, TH., Nickel, MK. (2005) Effect of progressive muscle relaxation in adolescent female bronchial asthmatic patients: A randomized, double-blind, controlled study. Journal of Psychosomatic Research, 59, 393-398.

日本土壌肥料学会 土壌教育委員会編(2006) 土壌の観察・実験テキスト 土壌を調べよう. 96. <http://www.soc.nii.ac.jp/jssspn/edu/000195.html>. (2010/11/15viewed)

日本土壌肥料学会土壌教育委員会編 (2009) 土壌教育の諸課題. 新版 土をどう教えるか—現場で役立つ環境教育教材—上巻 pp. 2-6. 古今書院, 東京.

日本園芸療法学会 HP. <http://www.jht-assc.jp/horticulture.html>. (2013/10/31. viewed)

日本学術会議 (2008) <http://www.scj.go.jp/ja/info/kohyo/pdf/kohyo-20-t62-13.pdf>, (2013/11/02 viewed)

日本ペトロロジー学会 (2006) 土壌調査ハンドブック. 改訂版 167p, 博友社, 東京.

日本ペトロロジー学会 第四次土壌分類・命名委員会 2002. 日本の統一的土壌分類体系 第二次案 (2002) 90pp. 博友社, 東京.

Nishijo K., Mori H., Yoshikawa K., and Yazawa K. (1997) Decreased heart rate by acupuncture stimulation in humans via facilitation of cardiac vagal activity and suppression of cardiac sympathetic nerve. Neuroscience Letters, 227, 165-168.

- 西村正広, 小野寺昇 (2003) 塩水を用いた水中リラクゼーションが心臓自律神経活動に及ぼす影響. 川崎医療福祉学会誌, 13, 79-84.
- 昇 幹夫 (2006) リラクゼーションにおける性差 笑いの医学的効用 (特集 リラクゼーションと性差). 性差と医療, 3, 1021-1027.
- 野村靖幸 (1998) 神経伝達物質とは. 神経伝達物質 update (中村重信 編), p.1-8. 中外医学社, 東京.
- 日本野鳥の会 (2009) 油山自然観察の森 調査報告書 油山の植生・生物相. 日本野鳥の会, pp. 6-8.
- 日本野鳥の会 (1992) 姫路市自然観察の森 林内基礎調査報告書. 日本野鳥の会, pp. 3-68.
- 日本野鳥の会 (2010) 姫路市自然観察の森 事業報告書 施設の概要. 日本野鳥の会, pp. 1-6.
- 日本野鳥の会 (2010) 横浜自然観察の森 調査報告自然の概要. 日本野鳥の会, pp. 1.
- Oguchi E., Kasai H (1999) The effect of stretch exercise with deep breath on autonomic nervous system in standing position - assessment by the frequency domain analysis of heart rate variability. The Journal of Tokyo Academy of Health Sciences., 1, 85-88.
- 奥田栄一郎 (2007) 園芸療法における問題点と課題. 大阪体育大学健康福祉学部研究紀要, 4, 197-210.
- 大羽 裕, 永塚鎮男 (1988) 土壌生成分類学. 338p, 養賢堂.
- 大平肇子, 町浦美智子, 斎藤 真, 村本淳子 (2013) 月経前症候群の症状を有する女性に対する呼吸法のリラクゼーション効果. 母性衛生学会誌, 53, 497-504.
- 大平秀樹, 高木静香, 増井香織, 大石麻由子, 小幡亜希子 (1999) 森林浴と健康に関する精神神経免疫学的研究. 東海女子大学紀要, 19, 217-232.
- 大島紀人, 沼尾信治, 鎮西美栄子 (2011) 職場でのリラクゼーションがもたらす自律神経活動への影響および心理的作用. 日本温泉気候物理医学会誌, 74, 256-262.
- 大石康彦, 比屋根哲, 田口春孝, 村井 宏 (1994) 林環境下における心理構造の解析ー保健休養機能試験林におけるSD法の適用ー. 森林計画学会誌, 23, 33-44.
- 大石泰彦, 金濱聖子, 比屋根哲, 田口春孝 (2003) 森林空間が人に与えるイメージと気分の比較ーPOMS およびSD法を用いた森林環境評価ー. 日本林学会誌, 85, 70-77.
- 大熊輝雄 (2003) 臨床脳波学 第5版, pp. 710. 医学書院, 東京.

- 落合龍史(2001)湿熱刺激が脳波および自律神経に及ぼす影響. 自律神経, 38, 450-454.
- 朴 範鎮 (2004) 森林浴の生理的効果. (I)-唾液中コルチゾールならびに脳活動 (TRS) を指標として. 日本生理人類学会誌, 19(特別), 44-45.
- 朴 範鎮 (2007) 森林セラピーの生理的リラックス効果. 農林水産ジャーナル, 30, 15-19.
- 朴 範鎮, 恒次祐子, 森川 岳, 石井秀樹, 古橋卓, 平野秀樹, 香川隆英, 宮崎良文 (2007) 森林浴の生理的効果(5) -全国 24 ヶ所における森林浴実験から-. 日本生理人類学会誌, 12, 48-49.
- Park, B.J., Tsunetsugu Y., Kasetani T., Hirano H., Kagawa T., Sato, M., Miyazaki, Y. (2007) Physiological effects of Shinrin-yoku (taking in the atmosphere of the forest) using salivary cortisol and cerebral activity as indicators. *Journal of Physiological Anthropology*, 26, 123-128.
- 林野庁研究普及課・計画課(2004) 森林療法 (セラピー) の確立と普及に向けて -森林浴を次のステージへ-. 林野時報, 610. 4-15.
- 林野庁 2008 森林林業統計要覧 pp. 200-203.
- 林野庁ホームページ <http://www.rinya.maff.go.jp/puresu/h16-1gatu/0123therapy.htm>, (2013/11/02 viewed)
- 栗東市教育委員会生涯学習課(2008) 栗東自然観察の森施設の概要. 栗東市教育委員会, pp. 3-7.
- 李 卿 (2009) 森林浴の効果 (特集 代替医療を科学する). アンチ・エイジング医学. 5, 362-367.
- 李 卿 (2013) 森林セラピーの臨床応用の可能性 シンポジウム9 森林セラピーの臨床応用と個人差 (心理医学研究会.) 日本衛生学会誌 第 68 巻 第 83 回学術総会講演集号 S156.
- 李 宙宮, 朴 範鎮, 恒次祐子, 香川隆英, 宮崎良文 (2011) 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 -. 日本衛生学会誌, 66, 663-669.
- 酒井正治 (1997) . 堆積有機物の土壌への影響. 日本林学九州支部会誌 50, 123-124.
- Satoh, H. (2012) Kampo pharmacology:Kampo medicines as complementary and alternative medicine(CAM). *Nihon Yakugaku Zasshi*. 140, 54-57.
- 佐藤都也子 (2006) 健康な成人女性におけるハンドマッサージの自律神経活動および気

- 分への影響. 山梨看護学会誌, 4, 25-32.
- 澤口勇雄, 平野啓祐, 佐々木一也, 立川史郎 (2012) 森林滞在が青年男子の生理・心理の及ぼす影響. 岩手大学演習林報告, 43, 55-66.
- Scott, J., and E.C. Huskisson (1976) Graphic representation of pain. *Pain*, 2, 175-184.
- 仙台市太白山自然観察の森自然観察センター (1999) 仙台市太白山自然観察の森自然観察センター事業報告及び研究報告書. 仙台市公園緑地協会, pp. 3-5.
- 白井珠美, 岩崎 寛 (2011) 森林公園における市民参加型癒しの森づくり. 日本緑化工学会誌, 37, 253-256.
- 白井珠美, 岩崎 寛 (2012) 千葉県の海岸林及び海岸における癒し効果の検証. 日本緑化工学会誌 38, 9-14.
- 森林セラピーソサエティ総合サイト (2013) <http://www.fo-society.jp/history/> (2013/11/18viewed)
- 新矢将尚, 船坂邦弘, 加田平賢史, 油谷藍子, 森脇 洋 (2006) 人と重金属のかかわり. 生活衛生, 50, 261-267.
- Soeffing J.P., Lichstein K.L., Nau SD., McCrae CS., Wilson NM., Aguillard RN., Lester KW., Bush AJ. (2008) Psychological treatment of insomnia in hypnotic-dependant older. *Sleep Medicine*, 9, 165-171.
- 末永 仁 (1994) 環境教育における土壌動物の教材化について. 平成6年度福島大学大学院教育研究科理科教育専修修士論文, 106pp.
- 住友和弘, 前田冷子, 土屋里美, 猪苧冬樹, 茨木康彦, 長谷部直幸, 菊池健次郎 (2006) 森林療法は高血圧治療代替療法となりうるか. 森林科学, 48, 21-25.
- 駿河絵理子 (2012) 褥婦のストレスに対するリフレクソロジー実施後の心理的・生理的反応の検討. 日本看護研究学雑誌, 35, 89-98.
- 鈴木武志 (2008) 姫路市自然観察の森における「第8回土壌の観察会」の概要. 日本土壌肥料学会雑誌, 79, 238.
- Takai, N., Yamaguchi, M., Aragaki, T., Eto, K., Uchihashi, K., and Y. Nishikawa (2004) Effect of psychological stress on the salivary cortisol and amylase levels in healthy young adults. *Archives of Oral Biology*, 49, 963-968.
- 高山範理, 香川隆英, 総谷珠美, 朴 範鎮, 恒次祐子, 大石康彦, 平野秀樹, 宮崎良文 (2005) 森林浴における光/温熱環境の快適性に関する研究. ランドスケープ研究

- 日本造園学会誌, 68, 819-824.
- 高山範理 (2012) エビデンスからみた森林浴のストレス低減効果と今後の展開—心身健康医学の視点から—. 97p. 新興医学出版社, 東京.
- 武田淳史, 近藤照彦 (2009) 森林浴の健康増進効果. リハビリテーションスポーツ, 28, 30-35.
- 瀧 勝俊 (2006) 第7回「土壌観察会」の概要. 日本土壌肥料学会雑誌, 77, 245.
- 田村憲司 (2002) 現代土壌肥料学の断面 [17] —土壌の環境教育の普及と啓蒙—. 農業および園芸, 77, 5, 618-623.
- 田村憲司 (2002) 光る泥ダンゴをつくろう. 『そだててあそぼう 土の絵本①土とあそぼう』 (一般社団法人 日本土壌肥料学会編), pp. 12-13, 農山漁村文化協会, 東京.
- 田村憲司 (2005) 土壌多様性とその保全. 地球環境, 10, 145-152.
- 田村憲司 (2011) CEL 97号 特集 土のある暮らしと文化 土壌に触れ合う環境教育の推進—土壌体認識の重要性—. p. 32-35. 大阪ガス(株)エネルギー・文化研究所(CEL), 大阪.
- 田崎史江 (2006) 園芸療法. バイオメカニズム学会誌, 30, 59-65.
- 時実利彦 (1962) 脳の話. pp. 161-172. 岩波新書, 岩波書店, 東京.
- 時実利彦, 藤村聞一, 島菌安雄, 佐野圭司 (1980) 新脳波入門. 第5版, pp. 117-143. 南山堂, 東京.
- 富田陽子, 伊藤嘉奈子, 藤田光一 (2007) 唾液アミラーゼと唾液中コルチゾールによる河川環境の癒し効果の計測に関する基礎研究. 土木学会年次学術講演会 62VII, 369-370.
- 豊田市公園緑地課 (1992) 豊田市自然観察の森「自然観察の森」はこんなところ. 豊田市公園緑地課, p. 6-7.
- 辻 弘美, 川上正浩 (2007) アミラーゼ活性に基づく簡易ストレス測定器を用いたストレス測定と主観的ストレス反応測定との関連性の検討. 大阪樟蔭女子大学人間科学研究紀要, 6, 63-73.
- Tsunetsugu.Y, Bum-Jin Parku, Juyoung Lee , Kagawa T, Miyazaki.Y(2011)
Psychological Relaxation Effect of Forest Therapy—Results of Field Experiments in 19 Forests in Japan Involving 228 Participants. Eiseigaku Zasshi (Japanese Journal of Hygiene), 66, 670-676.
- 恒次祐子 (2007) 森林セラピーの生理的評価. 農林水産ジャーナル, 30, 10-14.

- 恒次祐子, 森川 岳, 香川隆英, 宮崎良文, 朴 範鎮 (2006) ブナ天然林で森林のセラピー効果を検証. 森林総合研究所 平成 18 年度 研究成果選集, 28-29.
- 上原 巖 (2002) 森林療法による心理的効果 (特集/森と健康). 森林文化研究. 23, 35-43.
- 上原 巖 (2007) 森林療法の手引きー地域でつくる実践マニュアルー. pp.157. 全国林業改良普及協会, 東京.
- Ulrich, R. (1984) View through a window may influence recovery from surgery. *Science*, 224, 420-421.
- 梅原 温 (2008) 自然観察施設における土壌に関する環境教育の推進と課題. 平成 22 年度筑波大学生命環境科学研究科, 修士論文, 97pp.
- 浦川加代子・横山和仁 (2005) POMS 短縮版を活用するために. 『POMS 短縮版 手引きと事例解説』 (横山和仁 編著), 1-9, 金子出版, 東京.
- 牛久市 (1992) 牛久自然観察の森環境調査報告書. 牛久市みどり課, p. 1-9.
- 和歌山市 (1988) 計画地及び周辺の立地環境 和歌山自然観察の森 整備基本計画書. 和歌山市, p. 5-13.
- 渡辺恭良 (2003) 脳機能イメージングによる疲労および疲労感の解析 (特集 疲労の科学) 疲労の神経回路と物質的背景. 医学のあゆみ, 204, 6-11.
- Wassenberg, MW., Severs, D., Bonten, MJ. (2010) Psychological impact of short-term isolation measures in hospitalised patients. *The Journal of hospital infection*, 75,124-7.
- Wells, N.M. (2000). At home with nature: effects of "greenness" on children's cognitive functioning. *Environment and Behavior*, 32 , 775-795.
- Wewers, ME., Lowe, NK. (1990) A critical review of visual analogue scales in the measurement of clinical phenomena. *Research in Nursing & Health*, 13, 227-236.
- World Medical Association Declaration of Helsinki (2008) Ethical Principles for Medical Research Involving Human Subjects.
- 山田秀和, 野田剛弘, 松倉正治, 杉原和子, 弓立達夫, 手塚 正 (1997) VAS 法 (Visual Analog Scale) を用いた痒みの評価. *アレルギー*, 46, 324.
- 山口宣夫 (2007) 代替医療と代替農業の連携を求めて. 陽 捷行編著, 北里大学農医連携学術叢書. 2, 41-53, 146pp. 養賢堂, 東京.
- 山口登代子 (1997) 箱庭療法における砂と母性. *性格心理研究*, 5, 58-60.

- 山口登代子 (2005) 箱庭療法において砂を用いることの意味. 静岡大学教育学部研究報告 (人文・社会科学篇), 55, 227-234.
- 山本敬子, 阿曾洋子, 永田鎮也 (2007) 密封式足浴が中高年期健康者の自律神経および精神神経免疫活性に及ぼす影響ウェーブレット解析による自律神経系活性の時系列変の検討. 自律神経, 44, 400-408.
- 山崎俊樹 (1998) 神経伝達物質とは. 神経伝達物質 update (中村重信 編), pp. 113-124. 中外医学社, 東京.
- 楊箸隆哉, 坂口けさみ (2003) 評価技術のエビデンスー脳波と快適性ー. 臨床看護, 29, 2091-2101.
- 山根一郎, 松井 健, 入沢周作, 岡崎正規, 細野 衛 (1978) “図説日本の土壌” pp. 64-65, 朝倉書店, 東京.
- 浜市環境創造局 (2010) 横浜自然観察の森 ガイドマップ, 横浜最大の森へようこそ横浜市環境創造局.
- 横山和仁 (2002) 第1章 POMS とは. 診断・指導に活かす POMS 事例集, pp. 1-7, 154P, 金子書房. 東京.
- 横山和仁 (2005) POMS 短縮版 手引と事例解説, 105pp. 金子書房, 東京.
- 吉田和典, 水田敏郎, 竹島由紀, 西田和代, 月田佳寿美, 竹田千佐子 (2001) 香りを付加した足浴効果に関する生理心理学的検討ー主として脳波を指標とした事例的検討ー. 福井医科大学研究雑誌, 2, 1-12.
- 全国自然観察の森ティーチャーズガイド作成委員会 (2003) はじめの一步 総合的な学習の時間に向けて 環境省自然環境局自然ふれあい推進室, pp. 97.