

令和元年6月18日現在

機関番号：82105

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K18200

研究課題名（和文）建築材料への接触が脳活動・自律神経活動に及ぼす影響に関する研究

研究課題名（英文）Effects of contact with building materials on brain and autonomic nervous activities

研究代表者

池井 晴美 (Ikei, Harumi)

国立研究開発法人森林研究・整備機構・森林総合研究所・研究員

研究者番号：90760520

交付決定額（研究期間全体）：（直接経費） 3,100,000円

研究成果の概要（和文）：代表的な内装材である木材は、手触り・足触りに優れていることが経験的に知られている。しかし、木材の手掌・足裏への接触が人の生理応答に及ぼす影響について明らかにした報告は存在しない。本研究の目的は、木材を含めた種々の建築材料への手掌・足裏接触が脳活動・自律神経活動に及ぼす影響を明らかにすることである。温湿度と照度を調整した防音機能を有する人工気候室内において、被験者実験を実施した。その結果、木材への90秒間の手掌・足裏接触は、脳前頭前野活動の鎮静化、副交感神経活動の亢進、交感神経活動の抑制、心拍数の低下を示した。結論として、木材への接触は、生体を生理的にリラックスさせることが明らかとなった。

研究成果の学術的意義や社会的意義

木材の有する快適性増進効果に期待が集まっている中、本研究により、木材への接触による触覚刺激が生体を生理的にリラックスさせることを明らかにすることができた。建築材料への接触に関して、脳活動および自律神経活動を同時に用い、人の生体反応をとらえた研究はこれまで存在せず、そこに学術的意義がある。平成22年の「公共建築物等における木材の利用の促進に関する法律」成立など、木材を建築物に利用することへの関心が高まっている昨今の状況を考慮すると、本研究成果がもたらす社会的意義は高いと考えられる。

研究成果の概要（英文）：Human experience has shown that wood, a typical interior design material, feels pleasant to touch by hands or feet. However, no report has yet clarified the physiological effects of touching wood with the palms and feet on humans. In this study, we examined the physiological effects of touching various building materials, including wood, with the palms and feet on brain and autonomic nervous activities in humans. The experiments were conducted in a soundproof chamber with an artificial climate under constant temperature and illuminance. We found that prefrontal cortex activity decreased, parasympathetic nervous activity increased, and sympathetic nervous activity decreased more by touching wood with the palms and feet for 90 s than by touching other materials. The overall effect induced physiological relaxation.

研究分野：自然セラピー学

キーワード：居住性 生理人類学 木質環境学 触覚刺激 近赤外分光法 前頭前野活動 心拍変動性 生理的リラックス効果

様式 C-19、F-19-1、Z-19、CK-19（共通）

1. 研究開始当初の背景

壁・床等の内装材の触り心地は、建物設計時に留意すべき性能項目のひとつである。代表的な建築材料のひとつである木材は、手触り・足触りに優れていることが経験的に知られている。内閣府の調査では、建築物への木材利用は「気持ちが落ち着く、心が安らぐ」との意見が挙げられ（引用1）、約8割が「木造住宅を選択したい」と回答している（引用2）。また、工務店及び設計事務所を対象とした調査において、約4割が「(木材に対する人の)心理・生理応答」に関する情報を入手したいと回答しており（引用3）、科学的データへの社会的要請が強まっている。しかし、木材を含めた建築材料への手掌・足裏接触が人の生理応答に及ぼす影響を評価した報告は極めて少なく、報告が待たれているのが現状である（引用4）。

2. 研究の目的

本研究の目的は、種々の建築材料への手掌・足裏接触がもたらす影響について、脳活動および自律神経活動を同時計測し、木材、シートフロア材、石材、人工物等の素材の違い、ならびに木材におけるオイル塗装、ポリウレタン塗装等の表面塗装の違いについて解明することである。

3. 研究の方法

温湿度ならびに照度を一定に調整した防音機能を有する人工気候室内において、20歳代の成人女子大学生・大学院生を被験者とし、手掌・足裏接触実験を行った。以下に、用いた生理応答計測指標、手掌および足裏接触実験における計測手順を示す。

(1) 生理応答計測指標

① 脳活動計測手法

脳活動計測手法としては、近赤外分光法（NIRS, Near-infrared spectroscopy）による脳前頭前野の酸素化ヘモグロビン濃度計測を用いた（図1左）。近赤外分光法とは、血中に存在する酸素化・脱酸素化ヘモグロビンの近赤外光吸収特性を利用することによって、脳活動を経時的に計測する方法である（引用5-7）。ヘモグロビンは、血液中で酸素を運搬する役割を担っており、動脈血中においては酸素と結びつき、酸素化ヘモグロビンとして存在している。脳は活動時に酸素を必要とするため、動脈血がその部位に供給され、酸素化ヘモグロビン濃度が上昇する。反対に、リラックス時にはその濃度が低下することが知られている（引用8）。

② 自律神経活動計測手法

自律神経活動計測手法としては、心拍変動性（HRV, Heart rate variability）による副交感・交感神経活動計測を用いた（図1右）。心臓は、規則正しく脈を打っているように思われるが、実際は1拍ごとの心拍間隔（RRI, R-R interval）にゆらぎ（変動性）があり、このゆらぎに交感神経活動と副交感神経活動が関わっている（引用9）。RRIデータを周波数解析することにより、高周波（HF, High frequency）成分と低周波（LF, Low frequency）成分のピークが検出される。HF成分はリラックス時に高まる副交感神経活動を反映し、LF/HFはストレス・覚醒時に高まる交感神経活動を反映することが知られている（引用10）。



図1. 生理応答計測風景

(2) 手掌接触実験の計測手順

被験者は、控室にて実験の説明を受けた後、人工気候室内に移動した。生理計測用のセンサーを装着し、椅坐位にて測定手順の説明を受けた。次に、ダミー試料（シートフロア材）を用いて、手掌接触の練習を行った。手順は以下の通りである。閉眼にて椅坐位安静状態をとった（図2左）。その後、実験者からの合図を受け、肘を支点として右の前腕を動かし、試料上に手のひらを90秒間、置いた（図2右）。90秒間の接触終了後、実験者の指示により手を元の位置に戻した（図2左）。実験者は、次の試料を設置し、試料に布を掛けた後、被験者に目を開くよう指示した。接触刺激の順序による影響を削除するため、試料の呈示順序はカウンターバランスを取った。なお、生理応答の計測は、連続して行った。

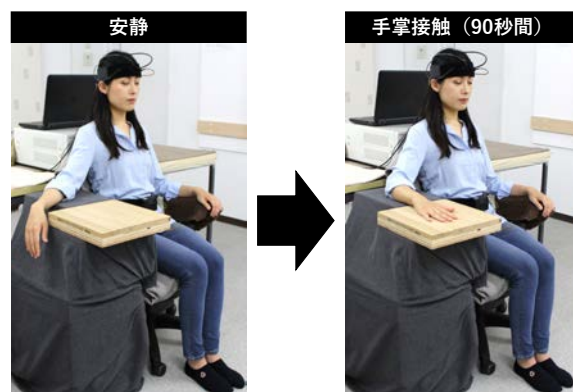


図2. 手掌接触実験風景(引用12)を改変

(3) 足裏接触実験の計測手順

被験者は、控室にて実験の説明を受けた後、人工気候室内に移動した。生理計測用のセンサーを装着し、椅坐位にて測定手順の説明を受けた。次に、ダミー試料（プラスチック板）を用いて、

足裏接触の練習を行った。手順は以下の通りである。閉眼にて椅坐位安静状態をとった(図3左)。その後、油圧式昇降機を上昇させ、試料上に足裏を90秒間置いた(図3右)。90秒間の接触終了後、昇降機を降下させ、元の位置に戻した(図3左)。実験者は、次の試料を設置し、試料に布を掛けた後、被験者に目を開くよう指示した。接触刺激の順序による影響を削除するため、試料の呈示順序はカウンターバランスを取った。なお、生理応答の計測は、連続して行った。

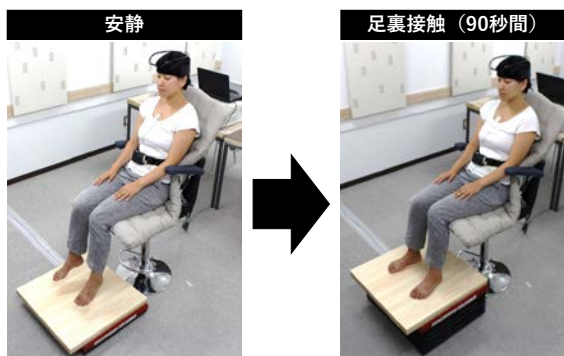


図3. 足裏接触実験風景(引用14)を改変

4. 研究成果

脳活動指標および自律神経活動指標を同時計測することによって、木材への手掌接触および足裏接触がもたらす生理的リラクセス効果を明らかにした。

(1) 手掌接触実験

住宅の内装材として一般的に用いられているホワイトオークを用い、他素材との比較(引用11)ならびに塗装材間の比較(引用12)を行った。

他素材との比較においては、代表的な建築材料である大理石、タイルおよびステンレスの平板を対照として用いた。成人女子大学生18名を被験者とし、温湿度および照度を一定に調整した防音機能を有する人工気候室内において、座位・閉眼にて各試料に90秒間手掌接触させた。その結果、ホワイトオーク材は、1) 大理石、タイルおよびステンレスと比べ、左右前頭前野の酸素化ヘモグロビン濃度を低下させること(図4左)、2) 大理石およびステンレスと比べ、副交感神経活動の指標である $\ln(HF)$ を上昇させること(図4右)が示された。つまり、ホワイトオーク材への手掌接触は、他素材と比較し、脳前頭前野活動の鎮静化と副交感神経活動の亢進をもたらす、生体を生理的にリラクセスさせることが明らかとなった(引用11)。

塗装材間の比較においては、無塗装、オイル塗装、ガラス塗装、ウレタン塗装、ウレタン塗装(厚塗り)の5種類の平板を用い、それぞれ90秒間手掌接触させた。その結果、1) 無塗装材への接触は、①前頭前野酸素化ヘモグロビン濃度の低下(ウレタン、ウレタン(厚塗り)との比較)、②副交感神経活動の指標である $\ln(HF)$ の上昇(ガラス、ウレタン、ウレタン(厚塗り)との比較)、③心拍数の低下(ウレタン(厚塗り)との比較)をもたらすことが明らかになった。加えて、2) 木材本来の風合いが残るオイルおよびガラス塗装への接触は、ウレタン塗装(厚塗り)と比べ、左前頭前野における酸素化ヘモグロビン濃度の低下、および心拍数の低下をもたらすことが示された。つまり、無塗装材や無塗装材に近い塗装材への手掌接触は、脳前頭前野活動の鎮静化、副交感神経活動の亢進および心拍数の低下という生理的リラクセス効果をもたらすことが明らかになった(引用12)。

古くから神社仏閣等の内装材として用いられているヒノキ材の手掌接触が及ぼす影響についても、大理石との比較によって明らかにした(引用13)。成人女子大学生22名を被験者とし、90秒間手掌接触させた結果、ヒノキ材は、大理石と比べ、左前頭前野における酸素化ヘモグロビン濃度を低下させること、副交感神経活動の指標である $\ln(HF)$ を上昇させることが示された。つまり、ヒノキ材への手掌接触は、脳前頭前野活動の鎮静化および副交感神経活動の亢進をもたらす、生体を生理的にリラクセスさせることが明らかとなった(引用13)。

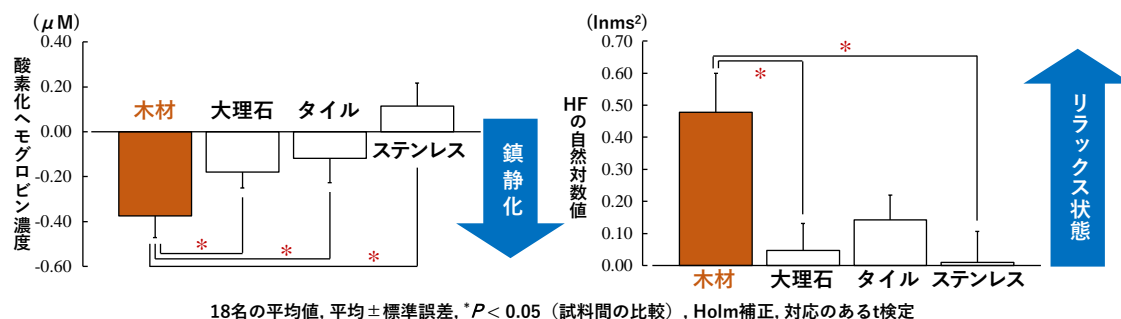


図4. 木材と他の建材への手掌接触による左脳前頭前野活動(左)と副交感神経活動(右)の変化(引用11)を改変

(2) 足裏接触実験

木材は床材としても多く使用されており、特に、日本においては、住宅等の室内において素足で過ごすことが多いため、木材への足裏接触が及ぼす影響も調べた(引用14)。被験者は、同じく女子大学生21名とし、人工気候室内で閉眼にて足裏接触させた。その結果、ヒノキ材への足裏接触は、大理石と比べて、脳前頭前野活動の鎮静化(図5左)と副交感神経活動の亢進(図5中央)をもたらす、さらに、ストレス時に高まる交感神経活動も抑制されること(図5右)が示

された。つまり、木材に足裏で触れることによって、手で触れることと同様に、生体が生理的にリラックスすることが示された（引用 14）。

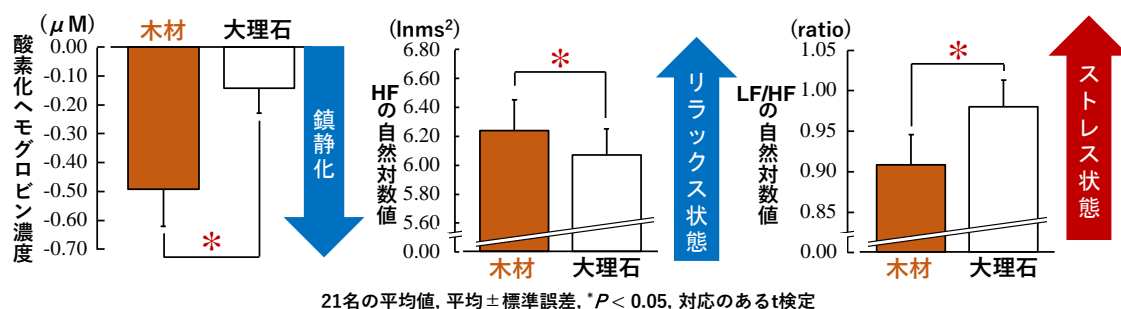


図 5. 木材への足裏接触による左脳前頭前野活動(左)、副交感神経活動(中央)および交感神経活動(右)の変化(引用 14)を改変

(3) まとめ

木材への接触が人の生理応答に及ぼす影響を調査した結果、手掌および足裏接触によって、脳前頭前野活動の鎮静化、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がもたらされ、生体が生理的にリラックスすることが明らかになった。

(4) 今後の展望

現代のストレス社会を背景に、木材が人にもたらす生理的リラックス効果に関心が高まっている。今後、木材がもたらす生理的効果に関して、様々なデータの蓄積が進むことにより、科学的根拠に基づいた木材の利用が促進すると期待される。

また、近年においては、高いストレス状態を有する集団を対象とした自然セラピーの応用に関心が集まっており、データが蓄積され始めている（引用 15,16）。今後、木材が人にもたらす生理的リラックス効果に関しても、脊髄損傷者、高齢リハビリ患者およびうつ病患者等の日常的に強いストレス状態にある方々を対象とした検討が必要である。

<引用文献>

- ① 内閣府大臣官房政府広報室、木材に関する意識調査、国政モニター月報 2008 年 6 月号、2008.
- ② 林政部林政課広報、林野庁（編）、内閣府「森林と生活に関する世論調査(平成 23 年 12 月調査)」の主な結果、2012
- ③ (財)日本住宅・木材技術センター、平成 20 年度住宅分野への地域材供給支援事業データ収集・整備事業報告書、2009
- ④ Ikei H, et al. (2017) Physiological effects of wood on humans: a review、J Wood Sci 63(1): 1-23.
- ⑤ Ohmae E, et al. (2006) Cerebral hemodynamics evaluation by near-infrared time-resolved spectroscopy: Correlation with simultaneous positron emission tomography measurements. Neuroimage 29: 697-705
- ⑥ Ohmae E, et al. (2007) Clinical evaluation of time-resolved spectroscopy by measuring cerebral hemodynamics during cardiopulmonary bypass surgery. J Biomed Opt 12: 9
- ⑦ Torricelli A, et al. (2014) Time domain functional nirs imaging for human brain mapping. Neuroimage 85: 28-50
- ⑧ Hoshi Y, et al. (2011) Recognition of human emotions from cerebral blood flow changes in the frontal region: A study with event-related near-infrared spectroscopy. J Neuroimaging 21: 94-101
- ⑨ Camm AJ, et al. (1996) Heart rate variability standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use. Circulation 93: 1043-1065
- ⑩ Kanaya N, et al. (2003) Differential effects of propofol and sevoflurane on heart rate variability. Anesthesiology 98: 34-40
- ⑪ Ikei H, et al. (2017) Physiological effects of touching wood. Int J Environ Res Public Health 14(7): 801
- ⑫ Ikei H, et al. (2017) Physiological effects of touching coated wood. Int J Environ Res Public Health 14(7): 773
- ⑬ Ikei H, et al. (2018) Physiological effects of touching hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*). J Wood Sci 64(3): 226-236
- ⑭ Ikei H, et al. (2018) Physiological effects of touching the wood of hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*) with the soles of the feet. Int J Environ Res Public Health 15(10): 2135
- ⑮ Ochiai H, et al. (2017) Effects of visual stimulation with Bonsai trees on adult male patients

- with spinal cord injury. Int J Environ Res Public Health 14: 1017
- ⑩ Song C, et al. (2018) Physiological effects of viewing Bonsai in elderly patients undergoing rehabilitation. Int J Environ Res Public Health 15: 2635

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計5件)

- ① Ikei Harumi, Song Chorong, Miyazaki Yoshifumi, Physiological effects of touching the wood of hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*) with the soles of the feet, International Journal of Environmental Research and Public Health, 査読有、Vol. 15、No. 10、2018、2135
DOI: 10.3390/ijerph15102135
- ② Ikei Harumi, Song Chorong, Miyazaki Yoshifumi, Physiological effects of touching hinoki cypress (*Chamaecyparis obtusa*), Journal of Wood Science, 査読有、Vol. 64、No. 3、2018、226–236
DOI: 10.1007/s10086-017-1691-7
- ③ Ikei Harumi, Song Chorong, Miyazaki Yoshifumi, Physiological effects of touching wood, International Journal of Environmental Research and Public Health, 査読有、Vol. 14、No. 7、2017、801
DOI: 10.3390/ijerph14070801
- ④ Ikei Harumi, Song Chorong, Miyazaki Yoshifumi, Physiological effects of touching coated wood, International Journal of Environmental Research and Public Health, 査読有、Vol. 14、No. 7、2017、773
DOI: 10.3390/ijerph14070773
- ⑤ Ikei Harumi, Song Chorong, Miyazaki Yoshifumi, Physiological effects of wood on humans: a review, Journal of Wood Science, 査読有、Vol. 63、No. 1、2017、1–23
DOI: 10.3390/ijerph14070801

〔学会発表〕(計3件)

- ① Ikei Harumi, Nature therapy, Chiba University-Mahidol University Joint Symposium, 2018年1月26日、Mahidol University (タイ王国バンコク)
- ② 池井 晴美、ヒノキ材への足裏接触が生理応答に及ぼす影響、日本生理人類学会第75回大会概要集、O2-1、p. 44、2017年6月24日、千葉大学(千葉県千葉市)
- ③ 池井 晴美、ヒノキ材への手掌接触が生理応答に及ぼす影響、日本木材学会第67回研究発表要旨集、G17-09-1345、2017年3月17日、九州大学(福岡県福岡市)

〔その他〕

森林総合研究所ホームページ研究成果(2018年)「木材に足で触ると脳も体もリラックスする」
<http://www.ffpri.affrc.go.jp/research/saizensen/2018/20181203-02.html>

6. 研究組織

(1)研究協力者

- ①研究協力者氏名：宮崎 良文

ローマ字氏名：(MIYAZAKI, Yoshifumi)

所属研究機関：千葉大学

部署名：環境健康フィールド科学センター

職名：教授

研究者番号(8桁)：40126256

- ②研究協力者氏名：宋 チョロン

ローマ字氏名：(SONG, Chorong)

所属研究機関：千葉大学

部署名：環境健康フィールド科学センター

職名：特任助教

研究者番号(8桁)：90768714

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。