

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和元年6月10日現在

機関番号：12601

研究種目：基盤研究(B) (一般)

研究期間：2016～2018

課題番号：16H04852

研究課題名(和文) においに対する乳児の全身的協関反応の解明

研究課題名(英文) Elucidation of the whole-body-coordinated responses to odors in infants

研究代表者

恒次 祐子 (Tsunetsugu, Yuko)

東京大学・大学院農学生命科学研究科(農学部)・准教授

研究者番号：00360397

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 13,200,000円

研究成果の概要(和文)：においが人間の気分に影響を与えることは古くから知られてきた。また様々な樹木や植物のにおいが人間の生理機能に鎮静的な影響を持つことが報告されている。しかし、なぜある種の植物由来のにおいが鎮静的な作用を持つのかについては分かっていない。本研究では人間の「生まれつき」の反応を測定するために、乳児を対象とし、植物由来のにおいに対する生理応答を測定することを試みた。結果としてD-リモネンのにおいが乳児において心拍数を低下させ、心拍変動性に影響を及ぼすことが明らかとなった。一方で影響を受ける心拍変動性の帯域は、成人と異なり極めて高い周波数帯域までおよんでい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

本研究では植物由来のにおいに対する人間の「生まれつき」の反応を明らかにすることを目的に乳児を対象として α -ピネン、リモネンというにおいに対する生理応答の測定を行った。従来の成人を対象とした研究における生理応答測定では、においに対する経験や思い込みなどの影響を排除することが難しかったが、乳児を対象としたことによりそれらの影響を低減させることができたと考える。乳児において非侵襲的に安定的な測定を行うことができた生理指標が限られていたため、結果の解釈は限定的なものに留まるが、これまでにアロマセラピー等で心理的に感じられていたリラックス感に対する客観的なデータを提供することができたと考えられる。

研究成果の概要(英文)：Various plant odors have been demonstrated to decrease heart rate and increase parasympathetic nervous activity. However, 'innate' autonomic response with less influence of experience, assumptions, and prejudices of odors remains unclear. Therefore, we tried to clarify changes in heart rate and heart rate variability in infants while presenting different components of plant odors. Infants aged 1-3.5 months were exposed to the odors of α -pinene, D-limonene. Heart rate significantly decreased in response to the odor of D-limonene. Frequency analysis of heart rate variability revealed that the power value at 0.2 Hz was significantly higher during the odor presentation of limonene compared to the baseline, and that at 0.1 Hz and 0.4 Hz was significantly lower during α -pinene presentation.

研究分野：生理人類学, 木質科学, 居住環境学

キーワード：心拍数 心拍変動性 全身的協関

様式 C - 19、F - 19 - 1、Z - 19、CK - 19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

においが人間の気分に影響を与えることは古くから知られてきた。また、近年では急速な測定技術の発展にともなって、においが人間の生理面に与える影響に関する研究が多くなされるようになってきており、様々な樹木や植物のにおいが人間の生理機能に鎮静的な影響を持つことが報告されている。

研究代表者らはこれまでにいくつかの種類の樹木の香りが「快適で鎮静的」であると評価され、血圧や脳活動を低下させることを明らかにしてきた(Tsunetsugu et al., 2010)。ジャスミン茶のにおいが心拍数を低下させ、心拍変動性の高周波(HF)成分を増加させたこと(Kuroda et al. 2005)、ローズマリーのにおいが大学生の試験期間中の唾液中コルチゾール濃度上昇を抑制したこと(Fukada et al., 2012)なども報告されている。

なぜこのような応答が起こるのかについては、におい情報の伝達する経路に扁桃核、視床下部、海馬といった部位が含まれていることから、これらの部位の連絡により受容したにおいと記憶との照合が行われ、快情動が生じることが一因であるとの解釈がなされてきた。動物において嗅覚は、餌の獲得、食べられる物かどうかの判定など、個体維持のための重要な役割を果たしている。このため、経験したにおいのうち安全な食べ物などの「良いにおい」は快情動と結び付け、腐ったものなどの「悪いにおい」は不快情動と結び付けて、次に体験した際に近付いたり避けたりするために記憶しておくシステムになっているといわれている。確かに、植物由来するある種のおいはいわゆる「良いにおい」に分類されると思われる。しかしなぜ快情動に伴い血圧や心拍数の低下が起こるのかという点についてはこれまでに説明がなされていない。

生理人類学分野においては「人間の体質は進化を通じて・・・すべて、自然環境用につくられてきた」(佐藤, 1997)、「私たちは・・・人工環境下でときからだが悲鳴をあげていることにも気付かずに余計な緊張を抱えたまま生活している可能性がある」(安河内, 2007)という指摘にみられるように、現代人は自然環境に適応した生理機能を持ったまま、高度な人工社会に生活しているため、常に生理機能が緊張状態にあると考えられている。このことから前述の自然由来のにおいに対する生理応答も「自然由来のにおいにふれると生体が『本来あるべき姿』に戻るため、人工環境下における緊張のため上昇した状態にあった血圧や心拍数が低下する」との解釈がなされることもある。例えば「人間は自然環境下で進化したため、安全で外的ストレスのない自然環境に置かれると「自動的に」好ましい生理心理反応を示す」という Psycho-evolutionary theory (Ulrich, 1991) や「人間は潜在的に他の生物との結びつきを求める傾向を持つ」という Biophilia hypothesis (Wilson, 1984) などに近い解釈である。これらの説は自然環境には「癒し」効果があるということをも主張する多くの論文で引用されているが、そもそもこれらの説が正しいかどうかを直接的に検証する研究はほとんどなされていない。

研究代表者らは「なぜ自然由来のある種のおいに対し鎮静的な生理反応が起こるのか」という問題にアプローチするために、乳児を対象とした研究を行ってきた。対象としているのは生後1~3ヶ月の乳児であり、成人に比較して嗅覚に関する経験や記憶が少ない、成人に比較して人工環境による影響の履歴が少ない、という特性を持つ集団であると考えている。そもそも「自然由来のにおいへの反応は『生まれつき』決まっているのか?」との単純な疑問から始めた研究であるが、これまでに乳児の生理応答を安定的に測定する実験手法を確立し(平成22~23年度 挑戦的萌芽研究)、約60名の生後1~3ヶ月の乳児を対象としてデータを蓄積することができた(平成24~26年度 基盤研究(C))。これにより植物や樹木の精油中に含まれる - ピネンという物質のにおいが特異的に乳児の心拍数を低下させることを明らかになり(Tsunetsugu and Yamashita, 2013)、記憶との照合や生体の日常的な緊張状態とは異なるメカニズムの存在が示唆された。

一方、これまでの研究では類似研究がなかったこともあり、心拍数とシングルチャンネルでの脳血液動態のみというシンプルな測定を行ってきたため、心拍数低下のメカニズムを検討する材料がなかった。これまでの研究により乳児の生理反応測定のノウハウが蓄積されつつあり、心拍数と脳血液動態の2指標であればにおいを呈示しながらかなり安定的に測定ができるようになってきている。

以上より、これまでに確立した乳児の生理反応測定に関する実験系をベースに、乳児被験者に負担をかけない範囲でなるべく多くの指標を測定することを目的に測定を追加し、全身的協関の観点からにおいに対する乳児の生理反応を明らかにするという本研究を着想した。

2. 研究の目的

本研究の目的は、乳児において心電図、呼吸数、深部体温、末梢皮膚血流、脳血液動態を同時測定するための実験系を確立し、においに対する生理反応を全身的協関の観点から明らかにすることである。

3. 研究の方法

1) 測定手法の検討

循環系各指標の測定例について文献調査を行い、乳児における測定可能性、測定の優先度と測定方法を検討した。におい曝露で変化し、さらに心拍変動性に影響を与えることが予想され

る呼吸数については、バンド法および心電図センサーと一部センサーを兼ねてインピーダンス法にて測定する方法を検討することとした(MP160を中心とした測定システム, BIOPAC社)。まずは成人被験者1名を対象として測定システムの確立を行い、その後乳児被験者2名を対象に適用性を検討した。

全身的な循環を検討するためにポータブル脳酸素代謝モニター(Pocket NIRS DUO, ダイナセンス社)による脳血流量測定を乳児で行うことを目指し、小型センサーの適用について検討を行った。また、連続血圧計(Finometer Pro, FMS社)の成人用カフを用いた血圧測定の可能性についても検討を行い、乳児被験者2名を対象に、血圧および脳血流量の同時測定を試行した。2) 生後1~3ヶ月の乳児7名を対象とし、 α -ピネンならびにリモネンによる嗅覚刺激を行った。 α -ピネンは100 μ l、リモネンは40 μ lを香料試験紙に含浸させ、被験者の鼻付近に近づけて2.2l/分の風を送ることによりにおいを呈示した。対照は無臭の空気を用いた。

被験者はベビーラックまたはソファに仰臥位とし、においのない状態で2分間安静とした後に2分間においを呈示し、その後再度においのない状態で2分間の安静を取った。この間心電図を測定した。においの順番はランダムとした。

3) 平成24~26年度に科研費基盤研究(C)において測定した、のべ33ケースの心拍RR間隔データについて再精査を行った。RR間隔データから心電波形を疑似的に復元し、ノイズの除去を行った。ノイズ除去が可能であり、かつ3種類のにおい刺激全てのデータが揃った10ケースについて解析に供した。

4) 2)および3)により、3種のおい全てについて揃ったノイズの少ないデータ17例(女児10名、男児7名、平均日齢 82.6 ± 20.7 日)を得て、心拍数および心拍変動性の解析を行った。10例ではRR間隔が直接記録される装置で測定し、7例については心電図を胸部双極誘導にて測定し、得られた波形からRR間隔時系列データを作成した。いずれもRR間隔時系列にみられたノイズは線形補間により補正した。解析対象区間は刺激呈示前および呈示中の各2分間とし、心拍数は対象区間のRR間隔の平均値の逆数として算出した。心拍変動成分はFFTによるRR間隔時系列データのパワースペクトル解析から求めた。得られたパワースペクトルの0.1~1.1 Hzの間を0.1Hz間隔で帯域分割し、積分したものを自然対数変換し、解析に供した。

嗅覚刺激条件(対照/リモネン/ α -ピネン)と刺激呈示条件(呈示前/呈示中)を要因とした二元配置反復測定分散分析を行い、有意水準は5%とした。

4. 研究成果

1) 呼吸数についてバンド法ならびにインピーダンス法での測定を試みた。まずは成人においてはどちらも測定可能であることを確認したが、乳児においては、どちらの方法を用いても被験者に負担なく測定することが難しいことが明らかとなった。

連続血圧についても非侵襲的な方法で安定的に測定することが困難であった。さらに脳血流についても、ポータブル測定器についてはセンサー部分の装着性(遮光性)に問題があり、これまでに用いてきたベッドサイドモニタ(NIRO200, 浜松ホトニクス社)の方が安定的にデータ取得が可能であることが明らかとなった。

2) 心拍数は、嗅覚刺激条件と刺激呈示条件の有意な交互作用が認められ、下位検定の結果、リモネン呈示中に呈示前と比較して有意な心拍数の低下が認められた(図1)。心拍変動性は、嗅覚刺激条件と刺激呈示条件の有意な交互作用が0.1 Hz, 0.2 Hz, 0.4 Hz, および1.1 Hzの各帯域の成分において認められ、0.1 Hzおよび0.4 Hzの帯域は α -ピネン呈示中に呈示前と比較して有意に低下し、0.2 Hzおよび1.1 Hzの帯域はリモネン呈示中に呈示前と比較して有意に増加した。リモネン呈示による心拍数の低下と対応する心拍変動成分の増大は、0.2 Hzおよび1.1 Hzの成分に認められ、 α -ピネン呈示による心拍変動成分の低下は、心拍数の変化との対応は認められなかった(図2)。

リモネン呈示による心拍数および心拍変動性に及ぼす影響については成人と同様の結果が得られたが、影響を受ける心拍変動性の帯域は、成人と異なり極めて高い周波数帯域までおよんでいることが明らかとなった。

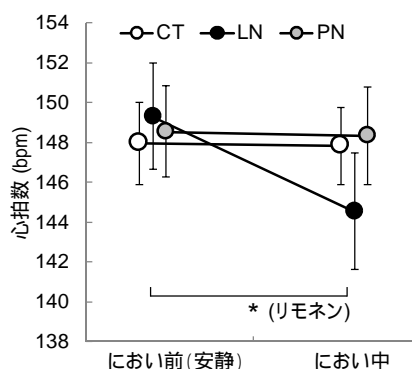


図1 におい呈示による乳児の心拍数の変化 (n = 17, 平均値 \pm 標準誤差, *: p < 0.05) CT: コントロール(においなし), LN: D-リモネン, PN: α -ピネン

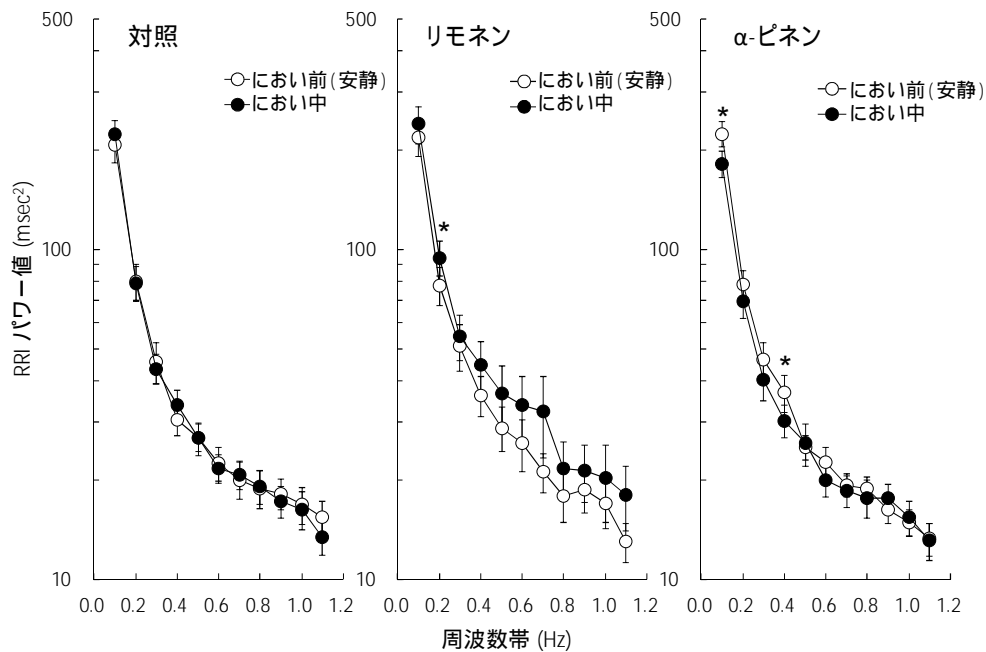


図2 におい提示時の各周波数帯域における積分パワー値 (n = 17, 平均値 ± 標準誤差, *: p < 0.05) (縦軸は対数表示)

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 3 件)

1. Tsunetsugu Y, Ishibashi K, Heart rate and heart rate variability in infants during olfactory stimulation, *Annals of Human Biology*, 10.1080/03014460.2019.1622775 (印刷中) (査読有)
2. 恒次祐子, 松原恵理, 杉山真樹, 木質居住環境が人間にもたらす影響の評価手法, *木材学会誌*, 63(1): 1-13, 2017 (査読有)
3. 恒次祐子, 「木の良さ」の見える化, *木の建築*, 45: 44-47, 2017 (査読無)

〔学会発表〕(計 6 件)

1. Tsunetsugu Y, Interior wood and human health, *Russian-Japanese Scientific Symposium: Physiological Anthropology and Human Ecology*, 2018年12月5日, モスクワ市 (ロシア)
2. 恒次祐子, 石橋圭太, 乳児における嗅覚刺激時の心拍および心拍変動性解析, *日本生理人類学会第77回大会*, 2018年6月16日, 福岡市
3. Tsunetsugu Y, The beneficial effects of nature on well-being: from the perspective of physiological anthropology, *The 13th International Congress on Physiological Anthropology* (招待講演), 2017年9月13日, ラフバラ市 (イギリス)
4. Tsunetsugu Y, Matsubara E, Sugiyama M, Physiological assessment of positive effects of wood in the built environment, *2017 IUFRO All-division 5: Forest Sector Innovations for a Greener Future Conference*, 2017年6月13日, バンクーバー市 (カナダ)
5. Tsunetsugu Y, Yamashita Y, Physiological responses in infants to plant odours, *UNIST-JPA Joint Symposium 2016 on Anthropological and Physiological Research on Humans Living in Modern Society of the East Asia*, 2016年9月22日, 蔚山市 (大韓民国)
6. Tsunetsugu Y, Yamashita Y, Measurement of physiological responses in infants to nature-derived odors, *Modernization and Health in the Asia-Pacific Region*, 2016年8月19日, ハワイ州ヒロ市 (アメリカ合衆国)

〔図書〕(計 0 件)

〔産業財産権〕

出願状況（計 0 件）

取得状況（計 0 件）

〔その他〕

ホームページ等

なし

6. 研究組織

(1)研究分担者

研究分担者氏名：石橋圭太

ローマ字氏名：Keita Ishibashi

所属研究機関名：千葉大学

部局名：大学院工学研究院

職名：准教授

研究者番号（8桁）：40325569

(2)研究協力者

研究協力者氏名：

ローマ字氏名：

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。