

令和元年6月28日現在

機関番号：37301

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2015～2018

課題番号：15K06342

研究課題名(和文) 悪臭環境下における脳疲労を伴った作業の自律神経への影響と改善手法による効果の検証

研究課題名(英文) Effects of malodorous environment with brain fatigue on human behavior and autonomic nervous system, and verification of effects of improvement method

研究代表者

山田 裕巳 (Yamada, Hiromi)

長崎総合科学大学・地域科学研究所・教授

研究者番号：30610787

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 2,700,000円

研究成果の概要(和文)：介護時のし尿などの臭気は介護者の長期的なストレスを生じさせる恐れがある。ストレス改善効果が指摘される木の香りのストレスへの影響を測定した。その結果、香りの「断続発生」条件は、ストレス指標が低下する傾向が見られた。次に、臭気のある環境下で想定される介護動作を実施した場合、臭気環境下では動作に丁寧さが低下する可能性が見られた。また作業終了後の香りの体感により「ストレス」が減少し、「リラックス」が向上した。自律神経系指標のストレス値は、疲労負荷時の臭気がある条件では、臭気がない場合に比較して値が大きく上昇し、疲労回復期では香りの体感によりストレス指標が低下した。

研究成果の学術的意義や社会的意義

本研究は、より良い介護環境の実現を目指し、悪臭が介護動作に影響を及ぼすかについて確認し、加えて悪臭環境下での作業の後の香りの体感がストレス改善にどのような影響を及ぼすかを確認したものである。本研究を通じて、臭気環境下では動作に丁寧さが低下する懸念があることと、断続的な香りの体感によるストレス低減効果を導くことができた。本結果より、換気技術や悪臭の吸着技術に加えて、介護者の執務空間における断続的な香り発生方法を含めたリラックスできるインテリアデザイン設計に寄与できると考える。

研究成果の概要(英文)： Previous research has suggested that malodorous environment causes caregivers long-term stress. The purpose of this study is to examine the effects of malodorous environment on human behavior and of odor environment with scent of Japanese cypress on autonomic nervous system. First, we measured the relaxation effects of the scent of Japanese cypress. As a result, under the "intermittent exposure" conditions of scent, stress index tended to decrease. Next, fatigue index was measured while carrying load under malodorous condition. It has been observed that, under malodorous condition, actions and nursing tended to be careless. Moreover, "stress" has decreased and "relax" has increased from the sensation of scent of Japanese cypress after work. It has revealed that stress increases significantly in malodorous condition compared to when in non-malodorous condition, and the scent of Japanese cypress decreases stress.

研究分野：建築環境工学

キーワード：ヒノキ 自律神経 疲労 悪臭

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

1. 研究開始当初の背景

近年の住宅構造の変化に伴い、高齢者介護施設の臭気やシックハウス症候群が問題となっている。要支援高齢者の医療福祉施設においては、し尿・汚物から発散される臭気が問題となっており、特に勤務介護者の健康を害さない防除技術の確立が強く求められている。悪臭問題は、床面および壁面・天井面への臭気の吸着再放散によるものであり、介護者の長期的な健康状態および作業パフォーマンスに悪影響をもたらすことが懸念される。ストレス改善を目的とした木の香りは、ストレスを改善させることが指摘されているものの、臭気環境が実際の介護動作にどのような影響を及ぼし、また臭気体感後の木の香りが心理生理にどのような影響を及ぼすかを明らかにする必要がある。

2. 研究の目的

本研究は脳疲労を伴った作業後の木の香りの体感が自律神経系に及ぼす影響を明らかにした上で、臭気環境の移乗動作への影響を評価した後に、断続的な木の香りの体感が心理生理にどのように影響するかを明らかにすることを目的とする。

3. 研究の方法

研究は、脳疲労を伴った作業時における香りの体感が自律神経系に及ぼす影響（実験 1）と臭気を伴った作業後の断続的な木の香りの体感による影響（実験 2）を行った。

3.1 実験 1 脳疲労を伴った作業時における香りの体感が自律神経系に及ぼす影響

(1) 実験概要

実験は、PC 上で疲労負荷をかけた後に、香り条件が異なる体感を行い、快適性や生理的ストレスの改善効果を求めた。

(2) 実験条件

表 1 に示すように、木の香り発生条件を設定した。条件 1 は香り発生無し、条件 2 は 10 分間の連続発生、条件 3 は断続発生であり、2 分 30 秒おきに香り発生と無臭を繰り返した。また各班の実験条件の順番が重ならないようスケジュールを組み合わせた（図 2）。

表 1 試験項目

No.	香り (期間 3)	実験順序			
		A 班	B 班	C 班	D 班
1	香り無し	1	2	3	2
2	連続発生	3	1	2	3
3	断続発生	2	3	1	1

(3) 実験方法

図 1 に実験手順を示す。4 つの期間に分けて実験を行った。期間 1 では実験以前の状態の影響を排除するため安静時間を 3 分間設けた。期間 2 では疲労負荷試験を 15 分間行った。期間 3 では香り体感を 10 分間行い、期間 2 でかけた疲労の軽減を図った。期間 4 では実験の影響を排除するため安静時間を 3 分間設けた。

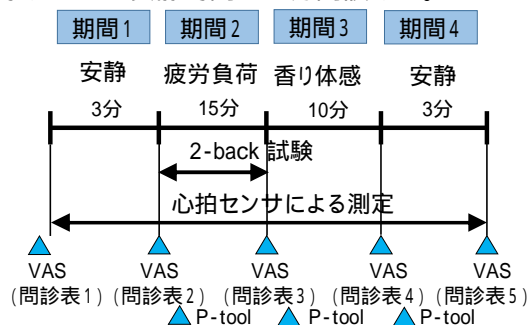


図 1 実験手順

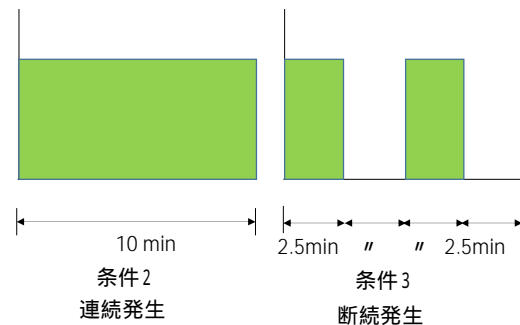


図 2 期間 3 時の条件 (条件 1 : 香り発生無し)

試験は、被験者を健全な学生(男女 6 名ずつ)と設定し、12 名を 4 班に分けた。ヒノキの香りを用いた。胸部にウェアラブル心拍センサを取り付け、心拍変動特性からストレス指標(LF/HF)を導いた。パフォーマンステストは実務で必要とされる認知能力のバランスに対応できる標準テストである P-tool を用いた。疲労負荷試験は、PC 上に呈示されている記号と 2 つ前に呈示された記号の一致を判断する方法を用いた。視覚的アナログ尺度は心理的な評価を行うものであり、「精神的疲労感」や「リラックス」など 7 項目を設定し、線分上の自由な位置に回答させた。

3.2 実験2 臭気を伴った作業環境後の断続的な木の香りの体感による影響（実験2）

(1) 実験概要

実験は、移乗動作を模擬的に設定した運搬試験（PC上の判断を仰ぐ脳疲労を伴った試験）を行った後に、香り条件が異なる体感を行い、快適性や生理的ストレスの改善効果を求めた。

(2) 実験条件

表2に示すように、運搬試験中（疲労負荷時）の臭気及び香り発生条件を設定した。条件Iは疲労負荷時に臭気がありヒノキの香り体感がないものである。条件IIは疲労負荷時に臭気がありヒノキの香りの断続的体感があるものである。条件IIIは疲労負荷時に臭気がなくヒノキの香りの断続的体感があるものである。香りの体感時間は10分間とし、ヒノキの香りの断続的体感時間は2分おきにおこなった。また表2に示すように、2班の実験内容は順序効果に配慮した。

表2 実験順序

NO.	臭気 (期間A:運搬試験時)	香り体感 (期間B:回復時)	実験順序	
			A班	B班
I	あり	なし	1	3
II	あり	断続体感	3	2
III	なし	断続体感	2	1

(3) 実験方法

図3に実験手順を示す。実験以前の状態の影響を排除するため、安静時間を3分間設けた。次に期間Aでは疲労負荷試験(2-back)を伴う荷重物の移乗動作を15分間行った。期間Bでは香りの体感を10分間行い、疲労負荷の軽減を図った。最後に実験の影響を排除するため安静時間を3分間設けた。各期間の開始時と実験終了時に視覚的アナログ尺度(VAS)を実施し、期間Aの前後と期間Bの終了後にパフォーマンス測定試験(P-tool)を行った。

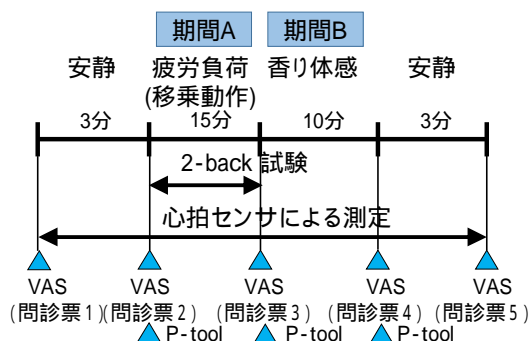


図3 実験手順

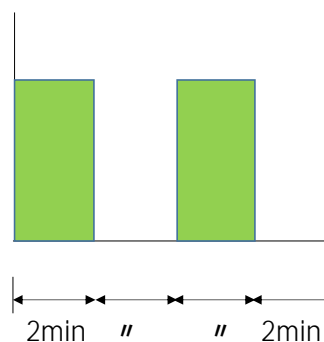


図4 条件II・III時の香り体感条件
(条件Iは香り体感無し)

試験の被験者を健康な男子学生6名と設定し、3名ずつ2班に分けた。対象臭気は疲労負荷時にイソ吉草酸を用い、木の香りの体感時にヒノキを用いた。胸部に心拍センサを取り付け、心拍変動の特性からストレス指標(LF/HF)を導いた。パフォーマンス測定試験は実務で必要とされる認知能力のバランスに対応できる標準テストであるP-toolを用いた。疲労負荷は、PC上に表示される記号と2つ前に表示された記号の一致・不一致を判断する疲労負荷試験(2-back)を伴った荷重物の移乗動作を行った。また、三次元センサを荷重物に設置し上下の加速度変化を比較した。視覚的アナログ尺度は心理的な評価を行うものであり、「ストレス」や「リラックス」など7項目を設定し、線分上の自由な位置に回答させた。

4. 研究成果

4.1 実験1 脳疲労を伴った作業時における香りの体感が自律神経系に及ぼす影響

(1)自律神経系指標 (LF/HF)

図5に被験者12名分の自律神経系指標の測定結果を平均したものを示す。図中の「断続体感」条件は、体感中1および3に香りの体感が有り、体感中2および4は、香り体感が無い条件である。「香り発生無し」条件は、疲労負荷をかけると上昇した。体感が始まって5分経過してからは3.5程度まで上昇したが、その後2.9まで減少した。「連続発生」条件は、安静時間後に疲労負荷をかけると2.8から3.5に上昇した。香りの体感が始まってからは3.1に減少したが、嗅覚が順応してきた体感中3の時点では3.8まで上昇した。「断続発生」条件は、他の2つの発生条件の結果と異なり、安静時間後に疲労負荷をかけても数値は変化しない結果となった。香り体感後は、「香り発生有り」では数値が下がり、「香り発生無し」では数値が上がる傾向を示した。

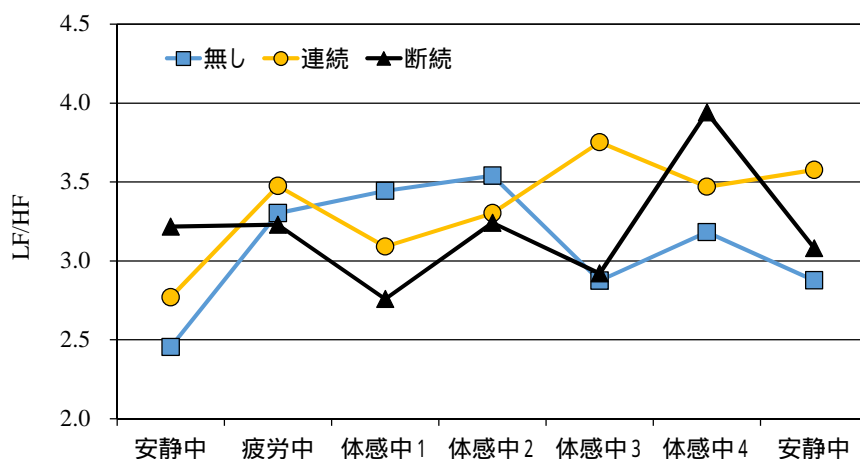


図5 LF/HFの推移

(2) パフォーマンステスト結果

正解率の高さは「断続発生」、「連続発生」、「香り無し」の順になったものの、香りを体感しても特に正解率に変化がないことが分かった。

(3) 主観評価 (視覚的アナログ尺度)

疲労負荷試験終了後の値から疲労負荷試験開始前の値を、香り体感後の値から疲労負荷試験終了後の値をそれぞれ差し引いたグラフを図6・図7に示す。「精神的疲労感」の推移の結果から、疲労負荷をかけた後は、全ての条件で値が上昇した。一方で香り体感後は、「香りなし」は7.8、「断続発生」条件は12.7減少した(図6)。「リラックス」の推移からは疲労負荷をかけた後は、全ての条件で値が減少した。一方で、香り体感後は、「香りなし」は17.8、「連続発生」は17.8、「断続発生」は25.3上昇し、断続的な体感がよりリラックスする結果となった(図7)。

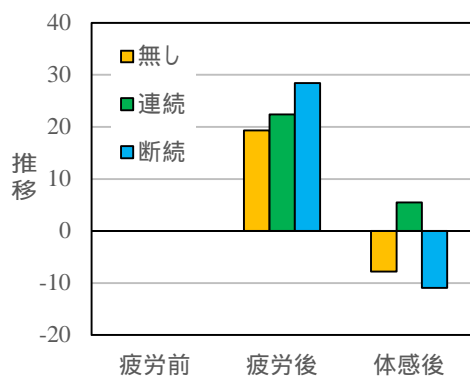


図6 「精神的疲労感」の推移

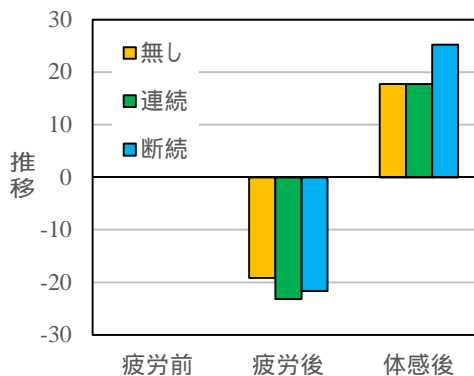


図7 「リラックス」の推移

4.2 実験2 臭気を伴った作業環境後に断続的な木の香りの体感による影響

(1)運搬時の加速度結果

疲労負荷の際に使用した荷重物の上下の加速度変化とその頻度を図8および図9に示す。加速度変化の値を全体的に比較すると「臭気あり」が「臭気なし」よりも大きな値を示した。頻度の比較をした場合、「臭気あり」が1000m/s²以上を示す回数が多く、3000m/s²以上4000m/s²未満の場合、「臭気なし」の5倍になり、このことから、運搬の際の丁寧さがかかる可能性が見られた。

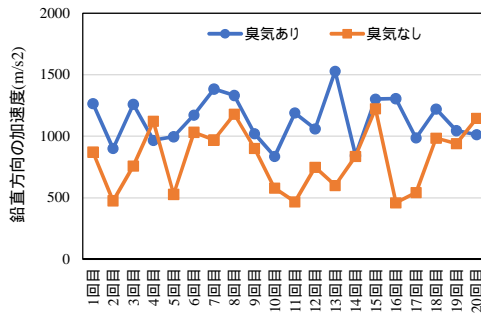


図8 上下の加速度変化

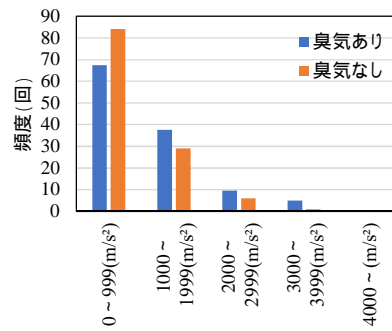


図9 上下の加速度の頻度比較

(2) 自律神経系指標

図10に被験者6名の自律神経系指標の測定結果を平均したものを示す。図中の条件II・IIIの断続体感条件は、体感中1および3に香りの体感があり、体感中2および4は、香り体感がない条件である。疲労負荷をかけた条件で値が上昇した。疲労負荷後、香りの体感1で条件IIでは1.9、条件IIIでは1.1と値が大きく減少しており、ストレス低下の傾向が見られた。また値を全体的に比較した場合、条件IIIの値が他の二つの条件よりも低い値を示した。

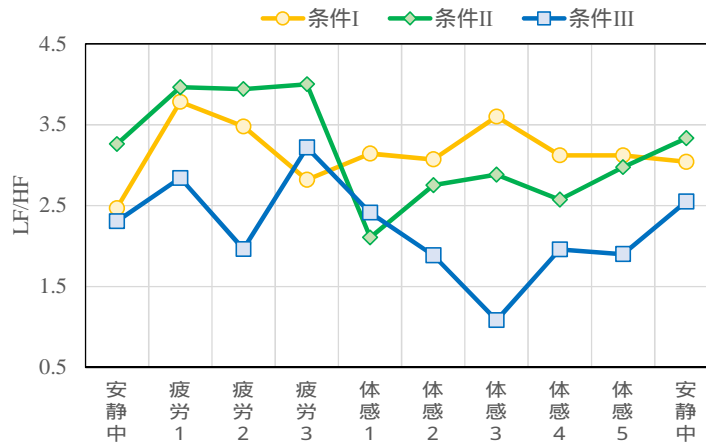


図10 LF/HFの推移

(3) パフォーマンス評価

疲労負荷後と香りの体感後と比較すると全ての条件において正解率に大きな変化がないことが分かった。

(4) 主観的評価 (視覚的アナログ尺度)

図11に「ストレス」の平均推移の結果を示す。疲労負荷後に条件I、条件II、条件IIIともストレス指標値は大きく上昇し、香り体感後には、すべての条件で低下した。低下度合い(疲労後-体感後)は、条件Iは5.9、条件IIは7.3、条件IIIは8.1減少しており、ヒノキの香りの体感があった条件IIと条件IIIでは条件Iの場合よりもストレスの推移が大きく減少しており、ストレスの解消に効果が見られた。図7に「リラックス」の平均推移の結果を示す。全体的にリラックスもストレスの逆の傾向を示した。リラックス指標値の向上度合い(体感後-疲労後)は、香り体感後に条件Iは12.4、条件IIは13.1、条件IIIは17.9上昇し、ヒノキの香りの体感があった条件IIと条件IIIでは条件Iの場合よりもリラックスの向上が見られた。

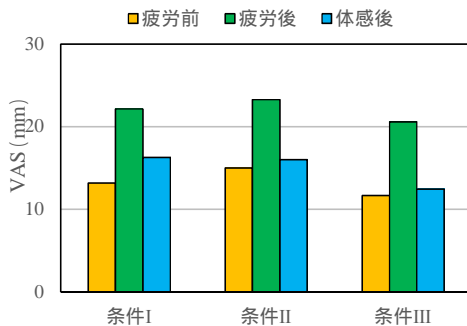


図11 「ストレス」の平均推移

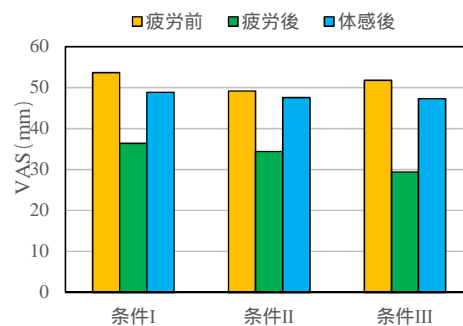


図12 「リラックス」の平均推移

4.3 まとめ

実験1より、ヒノキの香りの断続的な発生によって自律神経系指標への効果が見られた。また、主観的な快適性の向上にも効果が見られた。また実験2より、介護者の動作特性である三次元加速度の結果から、加速度変化の値を全体的に比較すると「臭気あり」条件が「臭気なし」条件に比較して高い値を示し、臭気環境下での動作に丁寧さが低下する可能性が見られた。自律神経系指標のストレス値は、疲労負荷時の臭気がある条件では、臭気がない場合に比較して値が大きく上昇した。一方、疲労回復期では香りの体感によりストレス指標が減少した。視覚的アナログ尺度を用いた主観的評価では、疲労回復期の香りの体感により「ストレス」が減少した。また、「リラックス」は同様に香りの体感により向上した。以上から、臭気環境下では動作への影響が見られるとともにストレスを高め、その後の香りの体感が、ストレス改善に寄与する可能性が見られることがわかった。

参考文献

- 1)大迫政浩, 西田耕之助, 松井三郎:「嗅覚順応モデルの提案と香り空間設計への適応方法に関する一考察」, 空気調和・衛生工学会論文集 No.46, pp.11~19, 1991
- 2)山中俊夫ら:「応答係数に基づく嗅覚反応モデルを用いた換気量制御手法」日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.821~824,2013
- 3) Masaaki Tanaka: Central nervous system fatigue alters autonomic nerve activity, Life Sciences, Vol. 84, 235-239, 2009
- 4) 羽田ら: 室内環境が知的生産性に与える影響 (その 17), 日本建築学会大会学術講演梗概集, 1159-1160, 2007
- 5)BamBa, I., & Azuma, K. (2015). Psychological and Physiological Effects of Japanese Cedar Indoors after Calculation Task Performance. Journal of the Human-Environment System, 18(2), 33-41.
- 6)Kobayashi, T., Sakai, N., Kobayakawa, T., Akiyama, S., Toda, H., & Saito, S. (2008). Effects of cognitive factors on perceived odor intensity in adaptation/habituation processes: from 2 different odor presentation methods. Chemical senses, 33(2), 163-171.
- 7)Yoder, W. M., LaRue, A. K., Rosen, J. M., Aggarwal, S., Shukla, R. M., Monir, J., & Smith, D. W. (2014). Evidence of rapid recovery from perceptual odor adaptation using a new stimulus paradigm. Attention, Perception, & Psychophysics, 76(4), 1093-1105.

5 . 主な発表論文等

〔雑誌論文〕(計 0 件)

〔学会発表〕(計 4 件)

- 1)山田裕巳、"臭気環境における介護動作が行為および身体ストレスに及ぼす影響",日本建築学会学術講演梗概集 2016(環境工学 II), pp.195-196, 2016.8
- 2)山田裕巳、"介護動作時における判断の有無と臭気が身体ストレスに及ぼす影響",日本医療福祉設備学会, 空調衛生設備 CHE1-5, 2016.10
- 3)山田裕巳、"断続的な香りの体感が臭気強度に及ぼす影響",日本建築学会九州支部, No.403, 9453, 2017.03
- 4) Hiromi Yamada, Shin-ichi Tanabe, Motoya Hayashi: Influence of Intermittent Exposure of Odor on Odor Intensity and Olfactory Adaptation, Healthy Buildings 2017 Europe, Paper ID 0198, 2017.07

〔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

6 . 研究組織

(1)研究分担者 無し

(2)研究協力者 無し

※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。