

暑熱環境において香気が温冷感に及ぼす影響

吉江 幸子* 菊地 史倫** 京谷 隆* 潮木 知良*
川崎 たまみ* 遠藤 広晴** 池田 佳樹***

Effect of Fragrance of Essential Oil on Thermal Sensation under Hot Condition

Sachiko YOSHIE Fumitoshi KIKUCHI Takashi KYOTANI Tomoyoshi USHIOGI
Tamami KAWASAKI Hiroharu ENDOH Yoshiki IKEDA

Recently, it has reported by some studies that thermal discomfort is decreased by using fragrance of essential oil in an environment like an office in the summer season. However, there has been little knowledge about thermal sensation when fragrance of essential oil is used under the controlled condition of humidity, temperature etc., and also about utilization of such essential oil to improve thermal comfort in railway stations. This study aims to investigate thermal sensation, odor intensity, impression and preference with or without fragrance under hot condition while controlling temperature and humidity. As a result, there are not any effects of thermal condition on odor intensity, impression or preference of fragrance, although there is a trend that thermal warm sensation is decreased to the neutral in association with the increase of the volume of mint essential oil contained in a glass bottle for presentation of fragrance.

キーワード：駅，温冷感，香気，人工気候室，モニター調査

1. はじめに

夏季の駅における温熱的な環境を改善するために、空調の導入等の設備面からの対策，また通風等の構造的な対策が行われているが，現状では，全ての必要箇所に対して早急な対策を行うことは困難である。近年，オフィス等を対象として，暑熱環境の不快感を香気により軽減する報告がなされている^{1) 2)}。しかし，暑熱環境における香気の影響を，実験室³⁾あるいは駅環境で調べた研究はほとんどない。

潮木らは，駅において香気を活用することにより快適性を向上させることを目指し，芳香植物による駅環境の緑化に関する検討を行った。駅構内の歩行や電車での移動により心理的・身体的負荷を受けたモニターは，芳香植物を設置した駅待合室に入室し，植物の香気を感じることで，心理的な疲労緩和の効果が得られることが示された⁴⁾。しかしながら，夏季の駅において生じる暑い状況での香気の感じ方，嗜好性，香気が温熱感覚に与える影響等については検討していない。

本研究では，夏季の駅における暑さ軽減への香気の利用可能性について基礎的な検討を行った。具体的には，暑熱条件と中等度（暑くも寒くもない）条件に温湿度を制御した人工気候室において，着衣量等の条件を統制し

て，温冷感，臭気強度，香気的印象，嗜好性等を調べるモニター試験を行った。

2. 暑熱環境における香気の感じ方の把握

2.1 香気を感じる物質の選定

香気を発する物質として，本研究では精油（混合物）を用いた。Dravnieks は，180 種類の香気の中で「cool, cooling（冷たい）」という印象が得られる上位 5 物質をカルボン，メントール，スペアミントオイル，サリチル酸メチル，ユーカリプトールであることを報告している⁵⁾。また，若田らによる印象に基づいた香気の分類に関する報告では，「つめたい」印象が得られるグループには，アルベンシスミント，スペアミントが含まれていた⁶⁾。庄司の報告では，ペパーミントおよびカルボンの香気を嗅ぎながら，水の温冷感を評価した際に，香気がない場合と比較して，「冷たい」側に評価された⁷⁾。また，人は冷感受容体と温感受容体により，寒さや暑さを感じているが，近年，メントール等の香気を発する物質が冷感受容体に作用することが明らかにされている⁸⁾。以上の先行知見を踏まえ，本研究では，メントール，カルボンを主成分としてそれぞれ含み，植物のアルベンシスミントおよびスペアミントから抽出された精油を選定した。また，比較対照として，「温かい」印象の報告のあるバニラと「（温かいとも冷たいとも）どちらとも言えない」印象の報告のあるレモン⁷⁾を選定した。

* 人間科学研究部 生物工学研究室

** 人間科学研究部 人間工学研究室

*** 東日本旅客鉄道株式会社

2.2 暑熱環境における香気の感じ方

夏季の環境における香気の影響を検討することを目的としていることから、暑熱環境において、2.1節で選定した香気を提示した場合の臭気強度や印象を調査した。この調査に基づいて、温湿度制御した人工気候室における試験で用いる香気の提示条件を決定した。

(1) 試験方法

(a) モニター条件

試験は香気の種類により、2回にわけて実施した。各試験のモニターの属性等を表1に示す。試験の際の着衣量をそろえるため、半袖シャツ、長ズボン、靴下、スリッパ（全着衣量でおよそ0.6clo：cloは着衣熱抵抗の単位を示す）で参加するよう事前に指示した。姿勢は着座状態とし、1試験あたり2人までの参加とした。モニターには、試験前に試験内容について書面および口頭で十分に説明を行い、試験への参加について同意を得た。

(b) 試験条件

試験は温度を33℃に設定した恒温室内で行い、表2に示す項目について測定を行った。香気の提示は、瓶を用いて行った。10mlの褐色瓶に約1×1cmの濾紙を入れ、精油を染み込ませて蓋をした。この瓶を試験直前まで、33℃の恒温器の中に静置した。瓶に添加した精油の条件は表3に示すとおりとした。

(c) 方法

香気は、実験者の指示するタイミングで、モニター自身が瓶を開け、鼻に近づけて嗅ぐことにより提示した。1試験あたり、2種類までの香気とし、評価の間隔は2分とした。前半の試験では、1種類の香気を表3に示す添加量別に1瓶ずつ用意し、ランダムな順序で提示し、

提示後すぐに評価用紙への記入を行った。中等度（およそ25℃）の温熱環境に調整した部屋で、10分程度の休憩をはさみ、後半の試験を実施した。後半は、前半とは異なる種類の香気について同様の手順で試験を行った。評価尺度は表4に示すとおりとした。香気の影響は、本試験の目的を考慮して、樋口ら¹¹⁾が香気を評価するために選定した形容詞のうち「冷たい」等の5種類を用いた。全ての試験終了後に、試験の目的について説明を行った。

(2) 結果および考察

試験中の標準有効温度（Standard New Effective Temperature; SET*）は、平均31℃であった。図1に、「冷たい」印象に関する評価結果を示す。この結果、精油添加量の増加に伴い、ミント2種類およびレモンに関して、「冷たい」印象が得られた。これに対して、バニラについては、「冷たい」印象は得られなかった。レモンの印象は先行研究より、「(温かいとも冷たいとも) どちらとも言えない」との報告⁷⁾がなされていたが、本研究で設定した暑熱条件では「冷たい」印象が得られた。この印象の違いは、周囲の温熱条件等が影響している可能性が考えられる。

表2 環境条件の測定位置（床面からの高さ）

測定項目	測定器	測定位置
温度	ティアンドディ	0.1, 0.6, 1.1m
グローブ温度	TR-71wf	0.6m
湿度	HIOKI LR5001	0.6m
風速	日本カノマックス クリモマスター	0.6m

表1 モニター条件

実施日程	香気の種類	モニター	
		人数（男性、女性）	年齢（平均±SD ^{※2} ）
2015年6～7月	アルペンシスミント	22名（15名、7名）	38.0 ± 7.6歳
	スペアミント	延38名 ^{※1}	
2016年5～6月	レモン	22名（16名、6名）	39.3 ± 8.0歳
	バニラ		

※1: 別日であれば、同じ人が2回まで同じ試験に参加可能とした。 ※2: SDは標準偏差を示す。

表3 精油の調整

香気	メーカー（Lot No.）/ 主成分（含有率）	添加量（μl/瓶） ^{※1}
アルペンシスミント	KENSO (2722) / メントール（75%）	0, 0.03, 0.3, 3, 30, 100
スペアミント	プラナロム (BMSH104) / カルボン（52%）	0, 0.003, 0.03, 0.3, 3, 30
レモン	プラナロム (BCLZ111) / リモネン（65%）	0, 0.03, 0.3, 3, 30, 100
バニラ	生活の木 (58) / バニリン（2%） ^{※2}	0, 0.03, 0.3, 3, 30, 100

※1: 表に示す精油が30μlの溶液に含まれるよう、パネル選定用の無臭液（バニラの希釈液は1,2-プロパンジオール）を用いて原液を希釈し、瓶へ添加した（ただし、添加量100μlの場合を除く）。

※2: 原液が10%希釈液

表4 主観評価の評価尺度

臭気強度 ⁹⁾	0: 無臭 1: やっと感知できるにおい 2: 何のにおいかわかる弱いにおい 3: 楽に感知できるにおい 4: 強いにおい 5: 強烈なおい
印象	0: 全くあてはまらない 1: あてはまらない 2: ややあてはまらない 3: ややあてはまる 4: あてはまる 5: 非常によくあてはまる
温冷感 ¹⁰⁾	-3: 寒い -2: 涼しい -1: やや涼しい 0: 中立 1: やや暖かい 2: 暖かい 3: 暑い

次に、図2にそれぞれの香りについて、精油の添加量と臭気強度との関係を示す。この結果から、臭気強度が異なる条件で、ミント2種類の香気が温冷感に与える影響を検討するために、「2: 何のにおいかわかる弱いにおい～3: 楽に感知できるにおい」、「3: 楽に感知できるにおい～4: 強いにおい」となる精油添加量条件を選定し、人工気候室におけるモニター試験に用いることとした。具体的な添加量は、アルペンシスミントが0.3, 30 μ l/瓶, スペアミントが0.03, 3 μ l/瓶とした。

3. 人工気候室における試験

香気が温冷感に与える影響を検討する上で、様々な要因が評価に影響を及ぼすと考えられるが、今回対象としない要因についてはできるだけ統制する必要がある。ここでは、評価に影響を与える主な要因である温熱環境条件、香り提示条件、着衣量等を統制した条件でモニター試験を行った。

3.1 方法

(1) モニター条件

モニターは、年齢20～50代（平均36.8歳、標準偏差9.4歳）の51名（男性27名、女性24名）で、服装は実験者が用意した半袖Tシャツ、長ズボン、靴下、スニーカーに着替え、着衣量はおよそ0.54cloであった。評価中の姿勢は着座状態（作業量1.0met：metは安静時に対する作業時の代謝量の比率の単位を示す）とし、1試験あたりの参加人数は2人まで、1回限りの参加とした。モニターには、試験前に試験内容について書面および口頭にて十分に説明を行い、試験への参加について同意を得た。

(2) 温熱環境条件

人工気候室は、暑熱条件では温度33 $^{\circ}$ C、湿度50%、中等度条件では温度26 $^{\circ}$ C、湿度50%に設定した。実際の温熱環境を把握するため、表2に示す項目について測定した。

(3) 香気の提示条件

本試験では、香気の影響を評価するため、香り提示条件を統制することが可能な方法とした。このため、香気の提示は、瓶を用いる方法（瓶試験、図3(a))と箱を用いる方法（箱試験、図3(b))の2種類の方法を用いた。

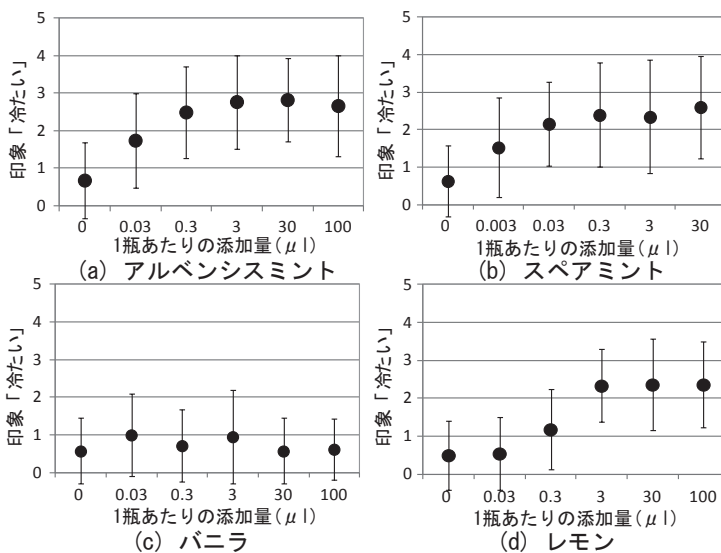


図1 精油添加量と香気的印象「冷たい」との関係
(各プロットおよびエラーバーは平均値と標準偏差)

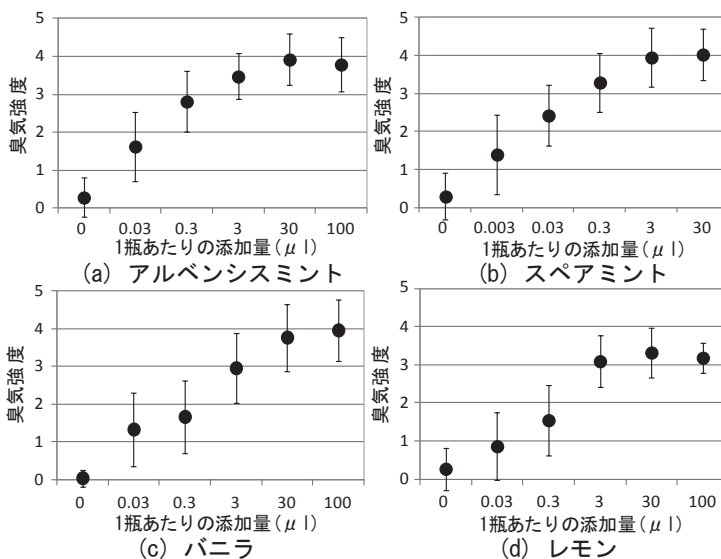
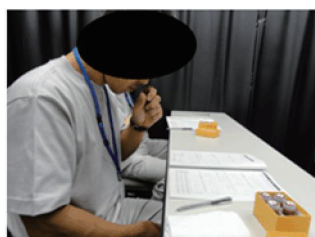


図2 精油添加量と臭気強度との関係
(各プロットおよびエラーバーは平均値と標準偏差)

瓶試験では、前日に精油を添加して密封した瓶を室温で保管し、試験当日に人工気候室内の環境に静置した。実験者の指示するタイミングで、3分ごとにモニター自身が瓶を開けてにおいを嗅ぐこととした。香気は、アルベンシスミント2条件(0.3, 30 μ l/瓶)、スペアミント2条件(0.03, 3 μ l/瓶)、無臭液の計5条件を1セットとし、ランダムな順序とした。

箱試験では、一対比較により、箱の中の空気の涼しさを調べた。この試験では、アルベンシスミントのみを用いた。前日に、精油1 μ L, 10 μ L, 無臭液を染み込ませた紙片を3Lのにおい袋に入れて無臭空気を充てんし、室温にて静置した。試験当日に人工気候室の環境に入れ、試験直前ににおい袋内の空気を箱(サイズ30×30×45cmの箱に、半透明袋を予め入れてある)の中に充てんした。半透明袋は試験ごとに取り替え、直前の試験の影響がないようにした。箱は、3つ用意し、その中に精油1 μ L, 10 μ L, 無臭液の3条件の空気をランダムに充てんした。実験者の指示するタイミングで箱に示した線に目線が合うように頭部を5秒間入れることにより、香気を提示した。



(a) 瓶による提示



(b) 箱による提示

図3 香気の提示方法

(4) スケジュール

試験は、2015年9月のうち計13日間、午前と午後に分けて1日あたり2試験行った。午前の試験では、中等度条件、暑熱条件の順、午後の試験では、暑熱条件、中等度条件の順とし、温熱環境条件のカウンターバランスをとった。人工気候室にモニターが入室した後、約30分間の温熱環境条件への馴化時間を含め、箱試験、瓶試験の約1時間の試験を行い、10分間の休憩後、異なる温熱環境条件で同様の試験を行った(図4)。

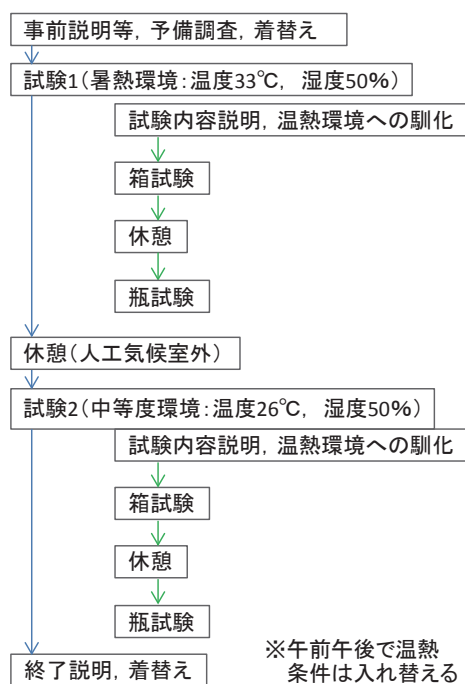


図4 試験の流れ

3.2 結果および考察

3.2.1 温熱環境測定結果

試験全体における標準有効温度(SET*)は、暑熱条件で平均31°C、中等度条件で平均25°Cであった。

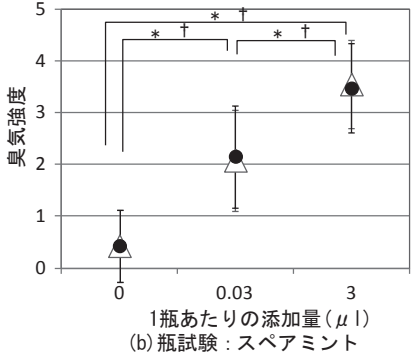
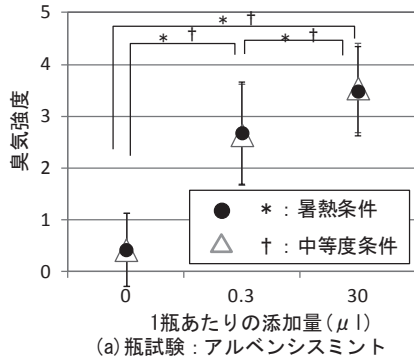
3.2.2 主観評価結果

(1) 香気に関する評価

図5に、瓶試験における臭気強度の評価結果を示す。温熱環境条件(2水準)と精油添加量(3水準)を参加者内要因とする2要因の分散分析を実施した結果、精油添加量要因で、有意な主効果が見られた(有意差5%水準。以下、 $p < 0.05$ と示す)。多重比較(Bonferroni法、以下省略)の結果、精油添加量の増加に伴い、臭気強度が高くなっていった($p < 0.05$)。また、臭気強度は、温熱環境条件(中等度条件、暑熱条件)の間で、有意な差が見られず、アルベンシスミント、スペアミントの香気について、本試験で設定した暑熱条件と中等度条件ではほぼ同じ強度で感じていたことが示された。

次に、香気の嗜好性(好き・嫌い)について、図6に示す。この結果、精油添加量条件で比較すると、瓶試験では暑熱条件、中等度条件ともに、アルベンシスミント30 μ l/瓶、スペアミント3 μ l/瓶条件で、「嫌い」と回答する人が20%を超えたが、アルベンシスミント0.3 μ l/瓶、スペアミント0.03 μ l/瓶条件では、85%以上の人が「好き」もしくは「どちらでもない」と回答した。日本建築学会の室内臭気に関する維持管理規準⁹⁾では、非容認率20%の臭気指標の値を臭気規準としている。これを参考に、図5に示す臭気強度の結果と合わせて考えると、臭気強度2(何のにおいかわかる弱いにおい)~3(楽

に感知できるにおい) 程度の強度であれば、「嫌い」と回答する割合は20%を下回ると推測されるため、駅のような様々な人が利用する環境でも比較的受け入れられやすいと考えられる。



・各プロットおよびエラーバーは平均値±標準偏差
 ・*, †は5%水準で統計的有意差があることを示す。

図5 臭気強度¹²⁾より一部転載・改変

(2) 温熱感覚に関する評価

香気を提示したときの全身の温冷感の評価結果を図7に示す。温熱環境条件(2水準)と精油添加量(3水準)を参加者内要因とする2要因の分散分析を実施した結果、温熱環境条件および精油添加量要因に有意な主効果が見られた($p < 0.05$)。精油添加量を要因とした多重比較の結果、香気がない場合と比較して、香気がある場合に、温冷感は暑熱条件では暖かい側から中立の方向へ、中等度条件では中立から涼しい側へ推移していた($p < 0.05$)。精油添加量の違いによる温冷感の差については、統計的有意差はある場合とない場合があったが、精油添加量が多いほど温冷感が涼しい方向に変化する傾向があった。以上の傾向は、暑熱条件だけでなく、中等度条件でも見られた。また、主成分の異なるアルペンシスミントとスペアミントでは、臭気強度(図5)や印象が同等であれば、温冷感への影響も同程度であった。以上の結果から、香気の主成分の違いではなく、香気から得られた印象等の心理的な変化が温冷感の変化に影響したと考えられる。

次に、箱試験において、2つの箱を並べて両方の箱に頭部を入れた後、「どちらの箱の中の空気を涼しいと感

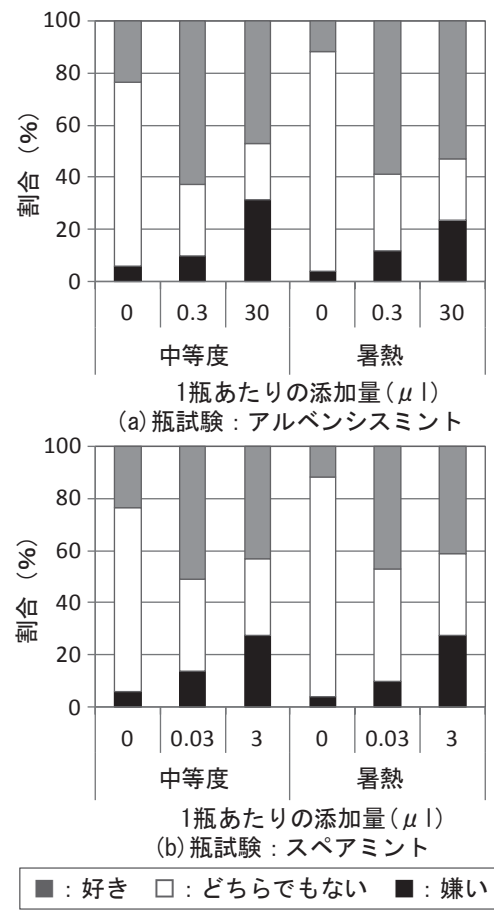
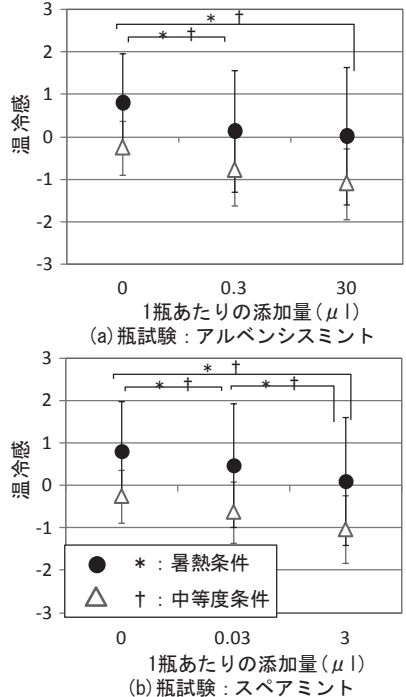


図6 嗜好性



・各プロットおよびエラーバーは平均値±標準偏差
 ・*, †は5%水準で統計的有意差があることを示す。

図7 全身の温冷感

じたか」(涼しさ度)という問いに対する一対比較(シェッフェ中屋変法)の評価結果を示す(図8)。評価は、涼しさ度を「非常に涼しい」、「涼しい」、「やや涼しい」の3段階と「同じ」を含めて両方向(それぞれの箱)に設定した7段階で行った。この結果より、アルペンシスミントの精油添加量が0 μ l, 1 μ l, 10 μ lの条件では、中等度条件、暑熱条件ともに、精油添加量が増えるにつれて、より涼しいと感じており、各条件間において統計的に有意な差が見られた($p < 0.05$)。このことから、空間中にミント系の香りがあることで、涼しいと感じることが、温冷感(図7)とは異なる評価方法である涼しさ度で、箱を用いた提示方法でも確認された。

4. まとめ

暑熱環境で、香気を提示した際の臭気強度、印象、嗜好性、温冷感等を調査するため、温湿度制御された人工気候室において香気の提示条件やモニターの着衣量等の条件を統制したモニター試験を実施した。この結果、暑熱条件(標準有効温度:平均31 $^{\circ}$ C)において、アルペンシスミントまたはスペアミントを提示した場合、香気がない場合と比較して、全身の温冷感が暖かい側から中立の方向に変化する傾向が得られた。同様の影響が、同時に実施した中等度条件(標準有効温度:平均25 $^{\circ}$ C)においても得られた。以上の結果から、暑熱条件の駅における暑さ軽減のために、香気を利用できる可能性があると考えられる。また、駅のような様々な人が利用する環境では、香気の嗜好性等についても考慮する必要がある。本研究で用いたミント系の香気では、臭気強度2(何のにおいかわかる弱いにおい)~3(楽に感知できるにおい)程度であれば、「嫌い」と回答する人の割合は20%以下と比較的低かったことから、駅での利用を検討する上では、臭気強度は同等かこれ以下の条件にする必要があると考えられる。

本報告では人工気候室における温湿度制御環境にて、香気の効果を検討した。今後、視覚的な条件等、駅環境に近い条件や駅の利用を模擬した状況で、このような香気の効果が見られるかどうか、嗜好性に違いが見られるか等の検討を行っていく予定である。

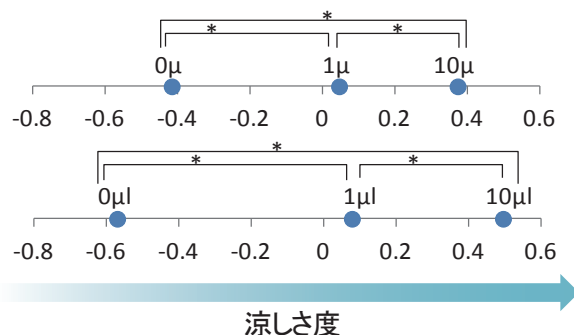


図8 箱間の一対比較(上:中等度,下:暑熱,* $p < 0.05$)

文献

- 1) 阿波一馬, 松原斎樹, 柴田祥江, 合掌頭: 夏季室温緩和設定オフィスにおいて香りが及ぼす影響, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.115-116, 2014
- 2) 安田大樹, 野城 智也, 馬郡 文平, 稲垣 敬子, 飯沼 朋也, 古口 正以: 天然成分アロマを活用した執務環境の快適性に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集, pp.83-84, 2010
- 3) 杉本真美, 佐野 孝太, 吉村篤彦, 山形賢次: 香りが体感温度に及ぼす影響, AROMA RESEARCH, Vol.14, pp.58-63, 2013
- 4) 潮木知良, 村越暁子, 川崎たまみ, 京谷隆, 吉江幸子: 芳香植物を用いた緑化による駅待合室の快適性の向上, 鉄道総研報告, Vol.29, No.7, pp. 39-44, 2015
- 5) Dravnieks, A., Atlas of Odor Character Profiles, Astm data Series Publication, p. 333, 1985.
- 6) 若田忠之, 齋藤美穂: 香りの分類における心理学的検討—SD法を用いた印象による香りの分類—, 日本感性工学会論文誌, Vol.13, pp.591-601, 2014
- 7) 庄司健: 香りが感覚/使用感触の判断に及ぼす効果, AROMA RESEARCH, Vol.6, pp.71-77, 2005
- 8) McKemy, D. D., Neuhausser, W. M., Julius, D., Identification of a cold receptor reveals a general role for TRP channels in thermosensation, Nature, Vol.416, pp.52-48, 2002.
- 9) 日本建築学会: 室内の臭気に関する対策・維持管理規準・同解説, 日本建築学会環境基準 AIJES-A003-2005, 2005
- 10) 日本建築学会: 温熱心理・生理測定法規準・同解説, 日本建築学会環境基準 AIJES-H0004-2014, 2014
- 11) 樋口貴広, 庄司健, 畑山俊輝: 香りを記述する感覚形容語の心理学的検討, 感情心理学研究, Vol.8, pp.45-59, 2002
- 12) 吉江幸子, 菊地史倫, 京谷隆, 潮木知良, 川崎たまみ, 遠藤広晴, 辻村壮平, 池田佳樹, 笹澤正善: 暑熱条件・中立条件における香りの感じ方および印象, 平成28年室内環境学会学術大会 講演要旨集, pp.148-149, 2016