

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 26 年 6 月 7 日現在

機関番号：33907

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2012～2013

課題番号：24760475

研究課題名(和文) 少数名繰返し評価と訓練に基づくにおい評価に要するパネル数低減化に関する研究

研究課題名(英文) Reduction of number of subjects on odor evaluation based on evaluation training and multiple votes

研究代表者

竹村 明久 (TAKEMURA, AKIHISA)

大同大学・情報学部・講師

研究者番号：70584689

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,400,000円、(間接経費) 1,020,000円

研究成果の概要(和文)：室内のにおい環境評価には嗅覚を用いることが多いが、感覚の個人差が大きいため、評価にあたって多人数パネル(被験者)が必要とされてきた。これを少人数パネルの複数回評価で代用するために、個人間の評価差と同一パネルが繰返し評価を行う際の評価の変動(個人内変動)との評価の取扱いの重み付けを決める基礎資料を提示した。また、パネルの精度向上のために評価訓練を実施した場合の、評価への影響についても検討し、訓練に用いた臭気への訓練効果は確認された一方で、異なる臭気評価には訓練効果が十分に発揮されない可能性を示した。

研究成果の概要(英文)：It will become very important for near future to measure indoor odor environment with simply and sufficient accuracy. Thus firstly, it was shown the basic data of comparison between individual variation of the odor evaluation and intra-individual variation, in order to enable substitution to the multiple evaluation by a small number of subjects for the evaluation by many subjects. Secondly, it was revealed the effect of the training was may not be sufficiently exhibited in the case of evaluating the odor that is different from the training odor.

研究分野：工学

科研費の分科・細目：建築学・建築環境・設備

キーワード：臭気 訓練 臭気強度 快・不快度

1. 研究開始当初の背景

におい環境評価では、嗅覚を用いる手法が現在も主流であるが、評価の個人間差を理由に非容認率(においの許容の可否の設問に対して、許容できないと回答したパネル(被験者群)を全パネル数で除した割合)の測定には60名が求められるなど、多数のパネルが必要とされ、環境評価を行うにあたっての高いハードルとなっていた。多数パネルを、例えば少数名の複数回繰返しで代替したり、信頼区間幅が一般パネルより小さいと予想される、訓練された少数名のパネルで代替したりできれば、より簡便なにおい評価が可能になる。心理的に許容できないにおい環境の改善と向上のためには、におい評価を実施することへのハードルを下げ、対策に取組む機会をこれまでよりも拡大することが急務であると考えた。

2. 研究の目的

本研究では、少数パネルによる複数回繰返し評価と多数パネル評価の互換性の把握を最終目標として、下記二点を目的に検討を実施した。

(1) 評価の個人間差と個人内変動との比較を行い、両者の評価のばらつきの程度の差を明らかにする。

(2) 近年、ISO/DIS 16000-30 やにおい・かおり環境協会などで、においの強さ評価に対する訓練をにおい評価の条件とする方向が主流になりつつあるが、その根拠が十分であるとはいえないため、におい評価訓練がにおい評価の代表値やばらつきに及ぼす影響について明らかにする。(関連学会発表)

3. 研究の方法

(1) 臭気強度、快・不快度評価の個人間差と個人内変動の比較のための実験

11名(女性9名、男性2名、19歳)から成るパネルに、n-butanol(水中濃度10,000[ppm in water])を含ませた脱脂綿入りの褐色瓶を用いて臭気を提示して、1日に7回繰返し回答させる実験を、計3日(計21回の繰返し評価)実施した。評価項目は、図1に示すにおいの強さ、快・不快度であり、実験室環境は、温度22.9~29.9、相対湿度44~57%であった。室内ではエアコンと換気

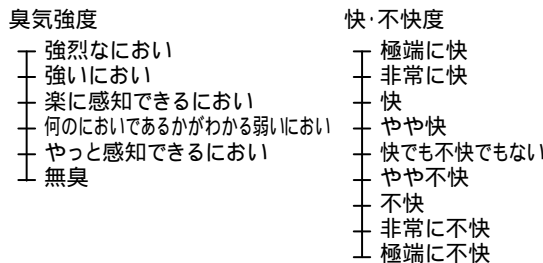


図1 評価に用いた尺度

扇を使用した。なお、パネルに対して同一臭気の繰返し検臭であることが強調されないよう、4種の異なるダミー臭気を交えて順不同で提示した。パネルに臭気の内容は伝えておらず、パネルには適切な報酬を支払った。

(2) 評価訓練が評価に及ぼす影響に関する実験

評価に用いた試料臭気は、ISO/DIS 16000-30で訓練用臭気として採用されていることから、1種をn-butanolとし、訓練用臭気とは異なる臭気への訓練の影響を確認するため、木材臭の構成成分である-pineneと合わせて計2種とした。表1に示す各5段階の濃度条件、計10個の試料を容量10Lの試料採取袋(PET製)に封入して、2分間隔で順不同に提示した。パネルは6名(女性、18~20歳)とし、実験室(温度23.9~27.8、相対湿度30~63%、エアコンと換気扇を使用)にて実施した。

臭気強度評価訓練には、既往研究で得られた非訓練パネル60名のn-butanol濃度と臭気強度の関係を基に、表2に示す3種の臭気強度評価用語に対応するように濃度調製したn-butanol試料を用いた。訓練は図2の通り、通常のおい評価を3回行う間に1日に2回実施した。尚、日内の初回の評価(評価)の前に訓練を実施しなかったのは、訓練の影響が次の実験日にも残存するのを確認するためである。訓練方法としては、封入臭気に対応する臭気強度評価用語を記載した袋のラベルを黙読させてから訓練用試料を検臭させることとした。実験は、まず訓練を伴わない練習日を1日設けた後、図2に示す1日3回の評価を各パネルに10日間(2~7日の間隔で実施)実施し、合計30回分の評価を得た。

評価項目は、図1に示すにおいの強さと快適性に加えて、容認性についてそのにおいを受け入れられるか否かの二者択一で評価さ

表2 訓練に用いた濃度

n-butanol 水中濃度 [ppm]	3.23	66.5	1370
臭気強度	わかる弱	何のにおいであるかわかる弱いにおい	楽に感知できるにおい
			強いにおい

表1 提示した濃度

n-butanol 水中濃度 [ppm]	-pinene 気中濃度 [ppm]
0.1	0.01
1	0.1
10	1
100	10
1000	100

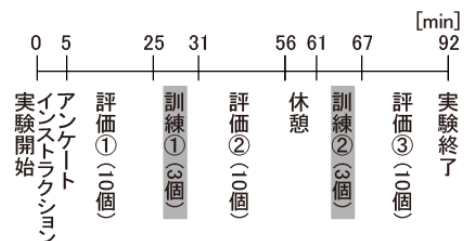


図2 訓練と評価のタイムスケジュール

せた。尚、パネルに臭気の内容は伝えておらず、パネルには適切な報酬を支払った。

4. 研究成果

(1) 臭気強度、快・不快度評価の個人間差と個人内変動の比較

繰返し検臭データにおける経験的順応の確認

におい評価では、嗅覚順応の観点から繰返し検臭が多数回にわたる場合には注意する必要がある。図3に、本実験で得られた11名による臭気強度平均値の21回の繰返し検臭結果を示した。14回目以降でやや平均値が低下する傾向もみられるが、割合としては小さい。本実験では、ダミー臭気の割合が高かったため、n-butanolに対する順応の影響は大きくなかったと推測できる。

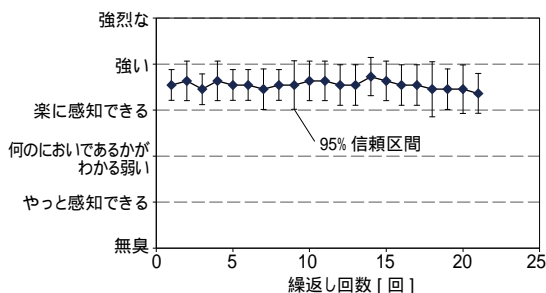


図3 11名による21回の繰返し臭気強度評価の平均値と95%信頼区間

個人間差と個人内変動の比較

実験で得られた評価のうち、図3で臭気強度評価の低下が見られなかった繰返し回数1~11回の評価を抽出し、11名による11回評価を比較のための基礎データとした。図3の1~11回の11名平均値間については、分散分析で有意水準5%以下の差異は検出されなかった。図4に、各パネルの11回評価平均値と標準偏差を示す。パネルによって、標準偏差は1段階以上の差が見られ、図3の1~11回の11名評価平均値と比較して平均値の変動は大きい。11名の平均値間には有意水準0.1%以下の差異が検出された。図3の95%信頼区間は、各回の個人間差による平均値に見込まれる変動幅を、図4の95%信頼区間は、各パネルの個人内変動による平均値に見込まれる変動幅を示すとみなせば、個人間差の信頼区間の11回平均値は0.79、個人内変動

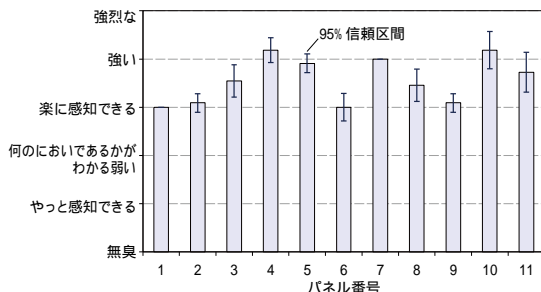


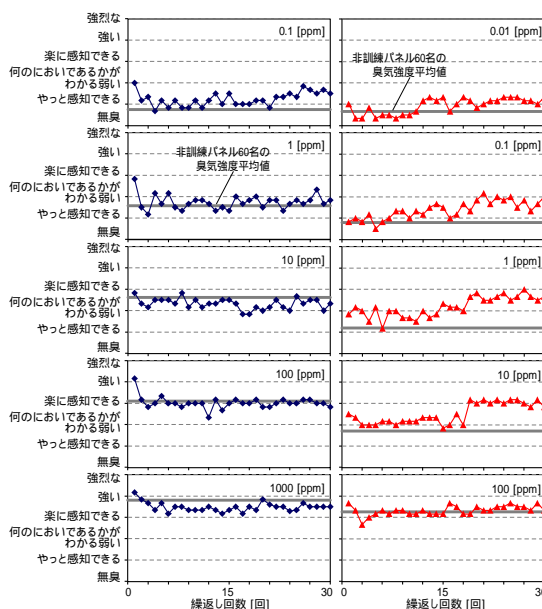
図4 11回繰返し臭気強度評価の平均値と95%信頼区間の11名間比較

の信頼区間の11名平均値は0.47となり、11名の11回繰返し評価を対象とした本検討では、個人間差は個人内変動の1.67倍の変動要因となるとみなされることがわかった。

(2) 評価訓練が臭気強度、快・不快度平均値と標準偏差に及ぼす影響の検討

訓練効果の持続性の確認

図5に全30回の繰返し回数と6名による臭気強度平均値の関係を示した。日内の初回の評価(評価)、すなわち1,4,7,...25,28回目と前日の訓練直後の評価(評価、)との間に特有の傾向が見られなかったことから、今回の訓練手法では、実験日の間隔である2~7日間は訓練の影響が持続していると判断できる。以降、初日以外の評価については、訓練後の評価、と同列に扱って考察する。



(1)n-butanol (2) -pinene
図5 6名の臭気強度平均値と繰返し回数の関係

臭気強度評価の平均値と繰返し回数の関係

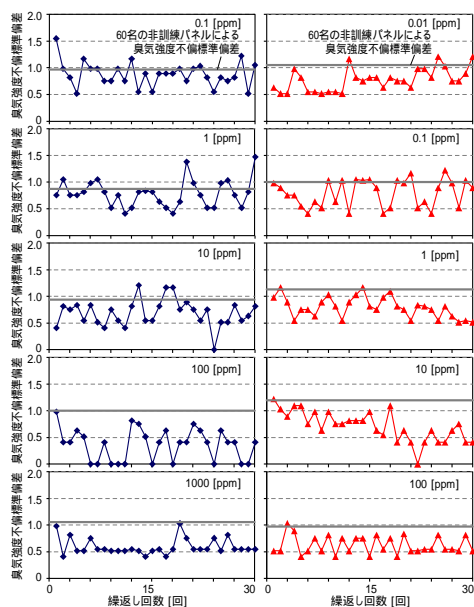
図5には、既往研究で得られた非訓練パネル60名による同試料の臭気強度(以下、非訓練強度と表記)を併記した。(1)n-butanolでは、初回に臭気強度が非訓練強度より最大で1.5段階程度高めに評価される傾向にあり、2回目以降は、特に1,10,100[ppm]で非訓練強度に近い評価となることがわかった。一方で、0.1[ppm]では22回目以降に評価がやや高くなる傾向がみられ、1000[ppm]では非訓練強度よりやや低い評価に収束した。(2)-pineneでは、初回の評価が非訓練強度と最大で0.8段階の差となり、n-butanolより乖離幅が小さかった。2回目以降の評価では、概ね非訓練強度に近い評価であったが、10[ppm]で特に顕著なように、0.1,1,10[ppm]で、19回目以降の評価が高い傾向がみられた。初回評価から一定の臭気強度評価に収束す

る n-butanol と類似の傾向は、100[ppm]でのみ見られた。

本実験における初回の臭気強度評価が非訓練強度と異なるのは、本実験のパネルが既往研究の 60 名のパネルの代表値と異なる評価をする 6 名であったことを意味する。訓練の実施によって、訓練臭気と同臭気には目標とする臭気強度評価への矯正が見込まれるが、訓練臭気と異なる種類の臭気強度評価に関しては、必ずしも訓練による評価の矯正が期待できるわけではないと考えられた。

臭気強度評価の不偏標準偏差と繰返し回数の関係

平均値の背景にある評価のばらつきについても把握するため、図 6 に繰返し検臭回数と 6 名の臭気強度不偏標準偏差との関係を示した。図中には、既往研究で得られた非訓練パネル 60 名による同試料の臭気強度の不偏標準偏差(以下、非訓練 SD と表記)を併記した。検討に不偏推定値を使用したのは、本実験(6 名)とパネル数の異なる既往研究のデータ(60 名)との比較のためである。(1)n-butanol では、0.1,100,1000[ppm]で初回以降、不偏標準偏差が小さくなり一定値に収束する傾向にあるが、突発的に不偏標準偏差が大きい回も見られた。また、0.1,1[ppm]は他の濃度よりもやや不偏標準偏差は大きく、低濃度臭気の臭気強度評価は高濃度よりもばらつきやすいと考えられた。非訓練 SD と比較すると、0.1,1[ppm]ではほぼ一致し、10,100,1000[ppm]では本実験結果の方がやや小さい傾向が見られた。(2) -pinene では、0.01[ppm]で回を追うにつれて不偏標準偏差が大きくなる傾向が見られるほか、0.1,100[ppm]ではほぼ横ばいであり、1,10[ppm]では、30 回繰返し時点でも不偏標準



(1)n-butanol (2) -pinene
図 6 6 名の臭気強度不偏標準偏差と繰返し回数の関係

準偏差の減少が続く傾向が見られた。非訓練 SD と比較すると、全体的に本実験結果の方がやや小さい傾向にあった。

全般的には、訓練の実施によって評価のばらつきが小さくなる影響が確認できるが、両臭気とも臭気強度が高い場合より低い場合の方がややばらつきが大きく、臭気強度の低い臭気に対しては訓練によるばらつきの低減効果が明瞭でない。また、訓練臭気を評価する際は、少数回の訓練でも効果が見られるが、訓練臭気以外の臭気評価には、訓練の繰返し回数が臭気強度評価のばらつきに影響を及ぼす可能性が挙げられた。

図 7 に、6 名のパネルの 5 段階の濃度の試料に対する臭気強度評価の非訓練時(繰返し回数 1 回目)と、訓練後(同 4 回目)の相関関係を示した。回帰線の傾きが 0.68 であったことから、本実験の 6 名のパネルは、臭気強度平均値(代表値)に対して、訓練の効果が得られていたことがわかった。今後、この傾きの指標を用いて、どの程度の訓練効果があったのかの目安とすることができる可能性がある。

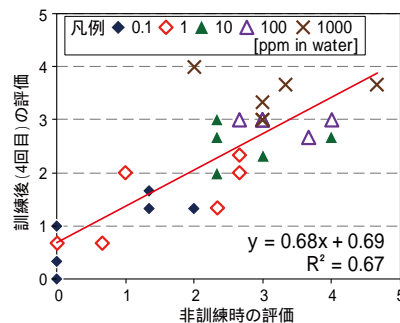


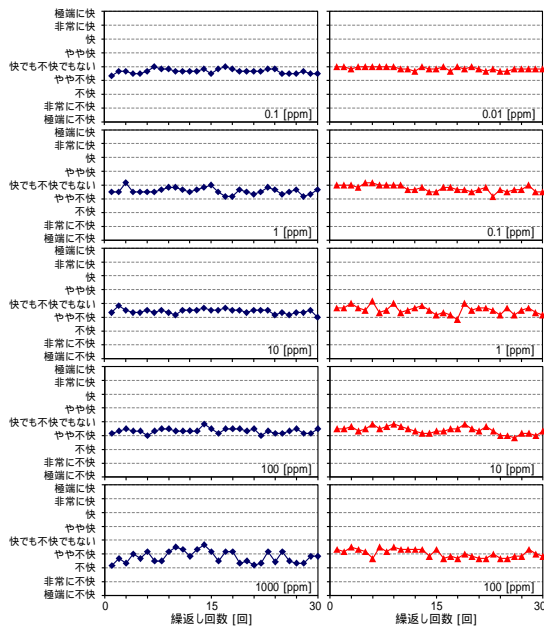
図 7 6 名のパネルの臭気強度の非訓練時と訓練時の相関関係(濃度 5 条件の合算による回帰線)

快・不快度評価の平均値と繰返し回数の関係

臭気強度よりも、個人の嗜好などの影響が反映されやすいと考えられる評価である快・不快度は、臭気強度評価の訓練による較正によってどのような影響を受けるのか確認した。図 8 に、繰返し検臭回数と 6 名の快・不快度平均値との関係を示した。(1)n-butanol に関しては、初回評価よりも訓練後の 2 回目評価の方がわずかに不快を弱く感じる傾向にあるが、明確な差ではなかった。また、100[ppm]以下の濃度で、繰返し回数に伴う平均値の変動はほとんど見られなかった一方、1000[ppm]の場合には、緩やかな波のように「不快」から「快でも不快でもない」間の 2 段階の幅の範囲で変動した。(2) -pinene では、訓練または繰返し評価の影響はほとんど見られなかった。

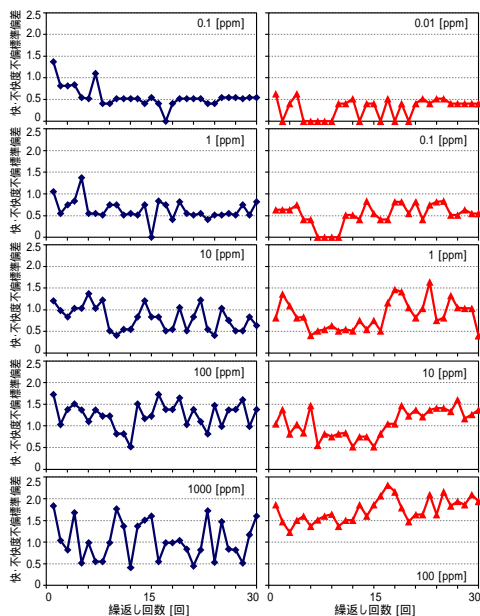
快・不快度評価の不偏標準偏差と繰返し回数の関係

臭気強度の検討と同様に、図 9 に、繰返し検臭回数と 6 名の快・不快度標準偏差を示した。



(1)n-butanol (2) -pinene
 図8 6名の快・不快度平均値と
 繰返し回数との関係

(1)n-butanol では、0.1-10[ppm]で初回の標準偏差よりも繰返し回数が多い方が標準偏差が小さい傾向にあり、平均値には現れないものの、繰返し評価によって評価のばらつきが低下することがわかった。濃度が高い条件では、全体的に標準偏差が高かったが、これは個人ごとの嗜好の差異によるものと考えられ、高濃度条件では、繰返し回数による顕著な標準偏差の低下は確認できなかった。
 (2) -pinene でも(1)n-butanol と似た傾向が見られたが、特に100[ppm]で顕著のように、繰返し回数が15回を超えた以降で標準偏差が大きくなる傾向が見られ、平均値には顕著



(1)n-butanol (2) -pinene
 図9 6名の快・不快度不偏標準偏差と
 繰返し回数との関係

に現れないものの、標準偏差に繰返し評価が影響した可能性が考えられた。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[学会発表](計1件)

竹村明久, 光田恵, 棚村壽三, 臭気強度評価に繰返し訓練が及ぼす影響, 日本建築学会大会 学術講演梗概集, pp.797-798, 2013.08.31, 北海道

6. 研究組織

(1)研究代表者

竹村 明久 (TAKEMURA AKIHISA)

大同大学・情報学部・講師

研究者番号: 70584689