中年齢層被験者の表現用語間隔及び臭気提示を伴う場合の 表現用語間隔に関する検討

においの強さ・快適性に関する各種の言語評定尺度における表現用語間隔の比較（その2）

INVESTIGATION ON PSYCHOLOGICAL DISTANCE BY ELDER SUBJECTS AND PSYCHOLOGICAL DISTANCE DERIVED FROM ODOR EVALUATION EXPERIMENT

Comparison of psychological distance of words used for evaluation scale of olfaction (Part 2)

竹村明久^{*1}, 山中俊夫^{*2}, 相良和伸^{*3}, 甲谷寿史^{*4}, 桃井良尚^{*5}

Akihisa TAKEMURA, Toshio YAMANAKA, Kazunobu SAGARA,

Hisashi KOTANI and Yoshihisa MOMOI

There have been used various scales for the sensory evaluation of odor. Psychological distance between each word of the scale has not been investigated in detail, in spite of fundamental matter of measurement. In this paper, firstly, psychological distance evaluated by elder subjects is compared with that by younger subjects. Secondly, psychological distance derived from odor sensory evaluation experiment is made clear by new proposed method which is based on Weber-Fechner's law, and compared with the distance without sniffing odor. Three methods of presenting scale to subjects are also compared; a scale arranged in random, a scale arranged in fixed odor and a scale accompanied with number.

Keywords : Evaluation scale, Psychological distance, Odor, Sensory evaluation, Comparison between ages

言語評定尺度, 表現用語間隔, 臭気, 主観評価, 年代比較

1. はじめに

臭気環境を制御するためには臭気の測定が必要不可欠であり、室内の臭気測定に関しては建築学会規準¹⁾に主たる手法として嗅覚測定法が挙げられている様に、嗅覚による評価法が一般的である。嗅覚を用いての測定には、大きく分けて三点比較式臭袋法により閾濃度を測定する場合と、臭気の強さや快・不快等の主観評価を直接評価する場合とがある。臭気濃度などのにおい検知の有無とは異なり、主に言語評定尺度を用いて評価が行われる主観評価では、検臭時の周辺環境やパネルの生体的な個人差のみならず、用いる言語評定尺度を構成する表現用語の種類や、それを評価するパネルの解釈の個人差によっても評価結果が異なる可能性が考えられ、詳細な検討の余地がある。

前報²⁾では、臭気の提示を伴わずに言語イメージのみを捉えて心理的連続体上に表現用語を配置する手法で、これまでに用いられてきた尺度のうち、臭気強度尺度7種と快・不快度尺度3種について尺度の表現用語間隔について明らかにし、各尺度の表現用語間隔全てが必ずしも等間隔ではないこと、一部表現用語が示す心理的な大きさの程度が本来の順序と逆転していることを示すと共に、尺度間の相対的な関係などについて考察した。ただ、被験者の大部分が20代学生のみと限られた集団であったため、世代の違いによって言語認

識が異なることに起因する表現用語間隔に対する認識の差異が存在する可能性が考えられる。井上ら³⁾は騒音のうるささの程度を示す表現用語について、言語イメージのみでの認識を異なる世代間で比較した。この中で、当時の20歳代被験者の表現用語の強さに対する認識について他の世代とは異なる傾向を示すことが明らかになっており、文化・教育的背景の異なる被験者群によって言語評定尺度の表現用語間隔が異なる例が示されている。ここでは、程度を示す副詞の後に「うるさい」が続く表現用語について述べており、より複雑で多様な用語が混在する臭気評価の表現用語でも同様の検討を行うべきである。長町ら⁴⁾は、視環境で色差評価の尺度について、青年と高齢者の表現用語の示す程度について、刺激を与えて比較を行っており、青年と比べて高齢者の方がより小さい刺激でなければ「～差がない」という語は使わない、また実際の刺激の差をより重視した評価を行う傾向があるとしている。

また、前報の手法は尺度を構成する表現用語を順序を規定せずに提示する手法であったため、一部の尺度では元々の順序とは異なる順序での認識が見られた。しかし、実際の臭気評価の場で提示される尺度は、一定の順序に表現用語を並べた形でパネルに示されることが一般的であり、言語認識とは異なる順序で提示された表現用語の間隔がいかん認識されるのかは不明である。また、尺度を提示す

本論文は、本研究に関する既発表論文^{17), 18)}を再構成し加筆の上、纏めたものである。

^{*1} 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 博士後期課程

^{*2} 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻
教授・博士(工学)

^{*3} 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻 教授・工博

^{*4} 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻
准教授・博士(工学)

^{*5} 大阪大学大学院工学研究科地球総合工学専攻
助教・博士(工学)

Graduate Student, Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University

Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr. Eng.

Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr. Eng.

Assoc. Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr. Eng.

Assistant Prof., Division of Global Architecture, Graduate School of Engineering, Osaka University, Dr. Eng.

る際には表現用語間隔に影響を与える可能性の高い、等間隔に区切られた線分（例えば松尾ら⁹⁾）や数字（例えば悪臭防止法¹⁰⁾）が表現用語に傍記される場合もあり、それら傍記情報により被験者が表現用語間隔の認識を矯正して捉えて臭気評価を行う可能性が考えられ、言語イメージのみによる表現用語間隔がそのまま臭気評価時に被験者に認識される表現用語間隔となるとは考えにくい。しかし、このような検討を実施した研究例はなく、におい提示を伴う評価時の表現用語間隔の把握のみならず、尺度提示方法による表現用語間隔に対する影響についても把握する必要がある。

主観評価に基づく表現用語間隔の把握には、一般に系列範疇法⁷⁾が用いられるが、この手法は順序づけられたカテゴリー尺度であることや評価の分布が正規分布であるなどのいくつかの仮定の上に成立する手法であり、前報の様に表現用語に逆転が見られる場合にはこの手法の適用は不適切であると考えられ、また、パネル評価の分布が正規分布とはならない場合も多く、より正しく表現用語間隔の把握が可能な手法の開発が必要である。

Levine⁸⁾は標準うるささ尺度の形容詞選択の際に、尺度を構成する形容詞の基準として、おおよそ等間隔の表現用語であること、被験者ごとのばらつきが小さい表現用語であること、そして尺度の各段階を示す表現用語のうち最頻値を持つ表現用語とすることを挙げている。本研究も、臭気の評価尺度を構成する表現用語に対して、表現用語の示す程度値が順序通りに並べられ、できる限り等間隔であり、より多くの被験者が同程度に認識する用語であるべきという考えに基づいている。そこで、本論文では、これまでに行われてきた建築空間に関連するにおいの代表的な研究で使用されてきた言語評定尺度を取り上げて、二つの検討を実施した¹¹⁾。

一点目は、文化・教育的背景が異なるとされる被験者の世代の属性が表現用語間隔認識に及ぼす影響の把握であり、臭気強度及び快・不快度の臭気評価表現用語に対する認識について、前報と同様

の手法で、実際の評価の被験者として採用される機会が多い40歳代50歳代の中年年齢層被験者について実験を実施した結果の報告である。ここでは、この実験結果と前報で得られている若年齢層被験者の場合の結果とを比較し、表現用語自体の意味や尺度の構成による表現用語間隔に対する認識の世代間差異の有無と程度の把握を目的とし、より多くの被験者に同程度と認識される表現用語や尺度の探索と、実験時の被験者選定に対する留意事項への基礎資料を目指すものである。

二点目は、実際に検臭した臭気の評価時に被験者に認識される表現用語間隔の把握であり、前述と同じ臭気強度及び快・不快度の臭気評価結果から系列範疇法ではない新しい方法（最大相関係数法）によって導出した表現用語間隔に関する報告である。

2. 中年年齢層被験者による言語イメージに基づく表現用語間隔の把握

2.1 評価項目

国内における建築内の臭気に関連する既往研究に用いられてきた尺度のうち、図1に示す尺度を実験対象として選択した。臭気強度尺度は、環境省による6段階尺度⁶⁾、山中ら大阪大学における研究で用いられてきた6段階尺度⁵⁾、Fangerにより英語で作成され岩下らが日本語化して用いている6段階尺度^{9),10)}、楢崎による7段階尺度¹¹⁾、Yaglouによる7段階尺度^{12),13)}、南野による7段階尺度¹⁴⁾、大迫による8段階尺度¹⁵⁾の合計7種類とした。一方、快・不快度については、環境省による9段階尺度⁶⁾、楢崎による7段階尺度¹⁶⁾、山中らの9段階尺度⁵⁾の合計3種類とした。便宜上、その尺度を使用している団体や研究者名を尺度の呼称として用いた。

2.2 実験手順

実験は2008年11月16日から2009年6月28日にかけて、学生の親族を中心に46歳から59歳の男女53名に対して実施し、50名（男性20名、女性30名、平均年齢52.8歳）から有効な回答を得た。本実験は学生にマグネットや評価用紙などを自宅に持ち帰らせて実施したため、実験者となる学生には事前に手順の説明と共に、詳細なインストラクション用紙を渡して手順通りに進めるよう指示をし、練習を行った。実験方法は、前報²⁾と同様の方法で行い、順不同にまとめた各尺度を構成する表現用語が書かれたマグネット群を、「においの強さ」もしくは「においの快・不快度」を表す心理的連続体としての線分（臭気強度尺度では「全くにおいが無い」から「想

図1 言語評定尺度

※ Fanger、Yaglou の両尺度は原著で使用された英語表現を注2)に記した。

図2 マグネットと評価用紙（環境省の臭気強度尺度の例）

像しうる最大の強さ」、快・不快度では「想像しうる最大の不快」から「想像しうる最大の快」の範囲を示す)が書かれた評価用紙(図2)に表現用語が線分上で示すと考えられる位置に被験者の納得がいくまで配置、調整させた。

2.3 中年齢層の評価値と表現用語との関係

臭気強度尺度とにおいの強さの度合いとの関係を図3、快・不快度尺度と快・不快の度合いとの関係を図4に示す。横軸は尺度を構成する各表現用語を示し、縦軸はにおいの強さの度合いおよび快・不快の度合いを表しており、評価用紙の線分左端からそれぞれの表現用語が示す位置までの距離を線分長さで除したものである。◆で中年齢層より得られた中央値を示す(図内に数値を併記)。データのばらつきを縦の線分で表し、線分上端を第3四分位点、線分下端

を第1四分位点とした。また、△で前報²⁾で得られた若年齢層の結果(中央値)を記し、中年齢層と若年齢層との評価結果の中央値の差についてマン・ホイットニーのU検定を行った結果、それぞれ有意水準5%、1%で有意差の見られた表現用語について図中にそれぞれ*及び**を併記した。

以下、それぞれの尺度について、中年齢層の評価による表現用語間隔について、若年齢層との比較という観点で考察を行う。(1)環境省尺度は「無臭」から「楽に感知できる」の間隔が狭い傾向が見られる。「楽に感知できる」より強い表現用語で中年齢層の方がやや高い評価であり、若年齢層と傾向は近いが低強度と高強度の語で有意差が見られる。(2)阪大尺度は「らくに感知できる」と「若干強い」の間隔がわずかに広いものの全体的に等間隔性が高く、若

図3 各臭気強度尺度の表現用語が示すにおいの強さの度合い

図4 各臭気強度尺度の表現用語が示すにおいの快不快の度合い

年齢層の傾向に近いが、低強度と高強度の語で有意差が見られる。(3)Fanger・岩下尺度は「軽度を感じる」と「強く感じる」の間隔が極端に広く、弱いにおいて強いにおいてに表現用語が偏る傾向にあり、若年齢層の認識する度合いに非常に近い。(4) 檜崎尺度は多少「無臭」から「弱い」までの間隔と「猛烈」から「耐ええず」までの間隔がやや狭いものの、かなり等間隔性が高い。また、若年齢層の認識する度合いと非常に近い。(5)Yaglou 尺度は「明確」と「普通」で順序に逆転が見られる。また「最小限界」と「明確」、「普通」で大きなばつぎが見られ、評価の個人差に及ぼす影響が大きいと予測できる。この傾向は若年齢層とも一致する。(6) 南野尺度は「強く臭う」と「非常に臭う」の間隔が狭く、表現用語に若干の偏りがあるが、若年齢層で見られた「かなり臭う」と「強く臭う」との順序の逆転は中年年齢層では見られない。若年齢層では「かなり」は「非常に」に近い意味で用いられる一方で、中年年齢層では示す度合いが低いといった言語認識の差異が影響している可能性があり、うるささ評価を対象に言語の意味のみで実施された井上ら³⁾の結果と同じ傾向である。(7) 大迫尺度は「質がらくに感知できる」前後の用語間隔がやや広く、低強度を示す語と高強度を示す語との間の表現用語が不足しているものと考えられる。この傾向は若年齢層とも一致するが、一部の語で有意差が見られる。

快・不快度尺度では、(1) 環境省尺度及び (3) 阪大尺度は、非常に等間隔性が高くばつぎも小さい。若年齢層の認識する度合いとも非常に近い。(2) 檜崎尺度も同様だがやや中央よりの評価となっており、表現用語段階の多寡によって尺度が表現できる快・不快度の範囲に影響すると考えられる。また、中年年齢層の評価は、若年齢層の結果と比較して全体的に快・不快の度合いの範囲が広い傾向にあり、尺度の段階数に対する認識が年齢層によって異なる可能性が示唆される。

2.4 中年年齢層における言語評定尺度の順序一致率

表現用語の順序と被験者の回答した順序とが一致した比率を表 1 に示す。上段に中年年齢層の数値、下段に若年齢層の数値を示す。ただし、表現用語を同位置に配置した場合は不一致とした。中年年齢層では、臭気強度で Fanger・岩下尺度と檜崎尺度が高い、環境省尺度がやや高い一致率を示し、意味を理解しやすい表現用語から構成されていると言える。一方で Yaglou 尺度は極端に低い順序一致率となっており、「普通」と「明確」の順序に逆転が生じているためと

図 5 実験室平面 (数値の単位は [mm])

表 1 順序一致率

臭気強度尺度		環境省	阪大	Fanger・岩下	檜崎	Yaglou	南野	大迫
順序一致率	中年年齢層	76%	69%	84%	80%	16%	53%	69%
	若年齢層	94%	72%	96%	70%	20%	32%	82%
快・不快度尺度		環境省	檜崎	阪大				
順序一致率	中年年齢層	74%	90%	74%				
	若年齢層	86%	96%	88%				

考えられる。これは訳語に問題があったと予想され、原語 (英語) の尺度と異なる訳語の尺度であればこのような順序の逆転が生じない可能性はある。快・不快度では全体的に高い順序一致率となっている。若年齢層の結果と比較すると、中年年齢層の方が全体的に低い値であるが、南野尺度のみ中年年齢層の方が順序一致率が高い傾向が見られ、南野尺度で用いられる表現用語群は、中年年齢層に本来の意図通りに認識されやすいことが推測できる。

3. 主観評価実験を伴う評価に基づく表現用語間隔の把握

3.1 実験概要

(1) 実験室

実験は、2008 年 12 月 9 日～2009 年 1 月 23 日にコンテナを改装して作成したステンレス内装の実験室 (図 5、容積約 27m³) にて実施した。実験室には換気設備が無いので、南北の窓を 100mm 程度ずつ開けて十分に換気を行い、実験時は概ね冬の着衣での熱的中立な状態を想定して 20℃を目指してルームエアコンによる暖房を適宜行い室温を調節した。実験時の温湿度は、乾球温度が 13.3～23.9℃の範囲、相対湿度が 15～52%の範囲であった^{注3)}。

(2) パネル

パネルは本学学生 (20～22 歳、男子 4 名、女子 10 名) 計 14 名とした^{注4)}。尚、パネルに試料の内容に関する情報は与えず、主観評価実験後に、パネルにはパネルの属性 (年齢、性別、喫煙習慣等) を回答させ^{注5)}、適切な報酬を支払った。

(3) 評価項目

評価項目は図 1 と同じ臭気強度尺度 7 種と快・不快度尺度 3 種について行った。そのうち現在広く用いられていると思われる環境省による臭気強度尺度及び快・不快度尺度、既往の研究で用いてきた阪大尺度、前報²⁾で表現用語間隔に逆転がみられた Yaglou 尺度の 3 種の臭気強度尺度と 1 種の快・不快度尺度に関しては、尺度の提示方法による評価への影響を見るため、3通りの尺度提示方法について主観評価実験を行った (表 2)。「カード尺度」とは、図 7 の様に尺度の表現用語を紙札に表記したものをカード立てに設置し、パネルは用意された表現用語カード群から提示試料を最もよく示すと思う語の書かれたカードを 1 枚選択する方法であり、臭気評価の度にカードがランダムに配置し直されるため、表現用語間の順位が提示されない。「傍記なし尺度」とは、図 8 の様に表現用語群が尺度

表 2 濃度条件

	水中濃度 [ppm]
n-butanol	1, 3, 10, 100, 1000
2-phenylethanol	30, 100 (ダミー刺激)
算出した気中濃度 [ppm] ※	
n-butanol	0.52, 1.5, 5.2, 15, 52

※ラウールの法則^{注6)}に基づき計算した気中濃度を示す。(20℃の場合を想定)

表 3 尺度提示条件

	カード	傍記なし	数字傍記
臭気強度	環境省 阪大 Yaglou	環境省 阪大 Yaglou 檜崎 Fanger・岩下 南野 大迫	環境省 阪大 Yaglou
快・不快度	環境省	環境省 阪大 檜崎	環境省

図 6 実験スケジュール

本来の順序に整列されたものが表記された評価用紙を用いて評価を行う方法で、表現用語の順序は保障される。「数字傍記尺度」とは、図9の様に「傍記なし尺度」の表現用語に数字が傍記され、無意識に表現用語間の等間隔性が想起されやすいと考えられる。

(4) 実験手順

試料臭気としては、欧州の研究で用いられることが多い1-butanol(n-butanol)を採用し、ダミーの刺激として、T&T オルファクトメータに採用されている2-phenylethanol(β -phenylethylalcohol)を採用した。試料臭気は、表2の水中濃度に調整した各液体試料100mLをサンプリングバッグ(容量10L)に封入し、栓をした上で3回程度強く振り、サンプリングバッグのヘッドスペースに臭気を十分に充満させた上で、ヘッドスペースの臭気のみを空のサンプリングバッグに移したものを提示試料とした。ヘッドスペースに封入する空気は、活性炭等により構成される無臭空気供給装置から供給された無臭性を有する空気であり、サンプリングバッグについても無臭空気洗浄後に封入する試料臭気で共洗い処理を施し、バッグ内への試料臭気の吸着に伴う試料の濃度低下を最大限防止した。また、試料作成時はエアコンにより温度をほぼ一定に保つように留意した。1セットの実験では表2の様に濃度調整したダミー臭気を含む7種類の提示試料について順不同にパネルに提示し、パネルは表3に示すいずれかの尺度提示条件により提示された臭気強度1種と快・不快度1種の評価項目について、図6の様なスケジュールで評価を行った^{注7)}。検臭は2分間隔とし、検臭の間には十分に深呼吸を行うよう指示し、嗅覚疲労による評価への影響が最小限となる様留意した。

実験は、各尺度提示条件と各評価項目との組合せに対して1回ずつ行い、尺度表現用語間隔に関する情報が少ないと考えられる尺度提示方法である「カード尺度」「傍記なし尺度」「数字傍記尺度」の順に実施した。主観評価実験は「カード尺度」と「傍記なし尺度」に関しては1日につき各パネル2セット実施し、「数字傍記尺度」については日程調整の都合上1日につき各パネル2セット実施したため、各パネルの述べ実験参加日数は8日であった。「カード尺度」「数字傍記尺度」ではそれぞれ3種の臭気強度尺度と環境省の快・不快度尺度の組合せ、「傍記なし尺度」では環境省、阪大、Yaglou

の3種の臭気強度尺度と環境省の快・不快度尺度の組合せ、植崎、Fanger・岩下の2種の臭気強度尺度と植崎の快・不快度尺度の組合せ、及び南野、大迫の2種の臭気強度尺度と阪大の快・不快度尺度の組合せ、そして「数字傍記尺度」では3種の臭気強度尺度と環境省の快・不快度尺度の組合せとし、上記の条件及び評価項目の順に実験を実施した。

3.2 最大相関係数法

尺度の表現用語間隔導出の手法として、系列範疇法⁷⁾が広く用いられるが、田中⁷⁾によればこの手法の想定の一つに、「評定者の心理学的連続体は、順序づけられた若干のカテゴリー、または段階に分けられること」が挙げられており、既報で得られたように表現用語順序の逆転がみられる場合の使用は適切ではないと思われる。そこで、以下の手法を考えた。

濃度－臭気強度関係がWeber-Fechner 則に従うと仮定した場合、濃度の対数と臭気強度との関係は線形になる。しかし実際の主観評価実験結果について表現すると、両者の関係は完全に線形になるとは限らない。この理由にはパネル固有の評価傾向の特性も考えられるが、主因を用いた尺度の表現用語間隔が等間隔ではないことであると仮定すれば、各尺度の持つ表現用語間隔に比例して臭気強度を表記した場合に両者の関係は線形関係に近くなるはずである。つまり、両者の関係の線形性が高くなる場合に、尺度の持つ表現用語間隔をよりよく表すことができるはずである。

そこで、濃度の対数－臭気強度関係に関する線形性を示す指標として実験データの積率相関係数に着目し、積率相関係数を最大とする尺度表現用語間隔を算出した。具体的には、臭気強度尺度であれば、第1カテゴリーと最大カテゴリーに固定値(整数)を与え、その間のカテゴリーの数値(カテゴリー値)を未知数として、濃度の対数－臭気強度関係の積率相関係数の絶対値を最大にする各カテゴリー値の組合せを準ニュートン法により算出した(この方法を以下、最大相関係数法と呼ぶ)。

図10は本実験結果の一例を示したもので、横軸は水中濃度、縦軸は臭気強度尺度を表す。円の面積でパネル評価の度数を、プロットは各濃度におけるパネル評価の中央値を、そしてrで両軸の関係について算出した積率相関係数を示しており、図内左側(1)は、尺度

図10 水中濃度と臭気強度評価との関係の一例

を順位尺度と捉えて縦軸に等間隔に配した場合の水中濃度の対数－臭気強度関係を示し、図内右側(2)は、最大相関係数法によって水中濃度の対数－臭気強度関係の積率相関係数が最大となる際のカテゴリ値を算出し、得られたカテゴリ値を縦軸に反映して表記し直したものである。具体的には、第一カテゴリと最大カテゴリである「無臭」及び「強烈な」に固定値(それぞれ1と6)を与えて、「やっと感知できる」から「強い」の4カテゴリ値を未知数として、積率相関係数を最大とするカテゴリ値を算出した結果、図10(2)の様なカテゴリ値を得た。

また、快・不快度についても臭気強度の場合と同様に、不快側については臭気の濃度との間にWeber-Fechner則が成立するとして、同様の関係を快・不快度について示したものである。但し、臭気強度の場合とは異なり、固定値(整数)を与えたのは「快でも不快でもない」カテゴリのみとし、残りの不快側カテゴリの数値を未知数として、濃度の対数－快・不快度関係の積率相関係数の絶対値を最大にする各カテゴリ値の組合せを準ニュートン法により算出した。

3.3 最大相関係数法に基づき導出した表現用語間隔

図11は上記手法により算出された臭気強度尺度における表現用語とカテゴリ値との関係を示す。横軸は順序尺度である各臭気強度尺度の表現用語、縦軸はカテゴリ値を示し、点線は既報で得られたにおい提示を伴わない場合の表現用語間隔を本実験結果と比較するために調整して重ねた^(注8)ものである。図中括弧内の数値は、各カテゴリを選択したパネルの評価値の個数を示す。「傍記なし尺度」同士(図中◇プロット)で各尺度を比較すると、(1)環境省尺度では「やっと感知できる」と「何のにおいであるかがわかる弱い」

とが非常に近く、「強い」のカテゴリ値がかなり低い。(2)阪大尺度では低強度に表現用語が多く偏って見られる。(3)Yaglou尺度では既報で得られた結果と同様に「明確」と「普通」に逆転がみられ、(6)南野尺度では「強く臭う」が「臭う」「かなり臭う」よりも低強度と算出された。これは、「強く臭う」と評価したパネル度数が少なく、その中でも比較的低濃度の臭気に対して「強く臭う」と評価したパネルがいたために低いカテゴリ値と算出されたものと考えられる。(5)植崎尺度と(7)大迫尺度は比較的等間隔性が高く、既報の言語イメージのみの場合の評価(図中◆プロット)とも近い。

図12は上記手法により算出された快・不快度尺度における表現用語とカテゴリ値との関係を示す。ここでは、本手法の前提条件である両者の関係の線形性が不快側のみに限定すれば成立すると考え、快側評価を除いての算出を試みた。点線は、既報の言語イメージのみの場合の表現用語間隔^(注8)である。図中括弧内の数値は、各カテゴリを選択したパネルの評価値の個数を示す。「傍記なし尺度」の尺度間を比較すると、(2)植崎尺度と(3)阪大尺度は非常に等間隔性が高い。(1)環境省尺度では「非常に不快」でカテゴリ値が非常に低く、「極端に不快」はカテゴリ値が高く、「やや不快」と「不快」の間にある。この理由は、「極端に不快」と評価したパネルが2名のみとごく少数であり、そのうち1名が低濃度で「極端に不快」と評価したためと考えられる。

3.4 尺度提示方法が評価に及ぼす影響の検討

本節では図11の(1)環境省尺度、(2)阪大尺度及び(3)Yaglou尺度について実施した臭気強度尺度の3種の提示手法(カード尺度(図中□プロット)、傍記なし尺度(図中◇プロット)及び数字傍記尺度(図中△プロット))の比較を行う。図11の臭気強度尺度の場

図11 最大相関係数法に基づくカテゴリ値(臭気強度尺度)

図 12 最大相関係数法に基づくカテゴリ値（快・不快度尺度）

合について見ると、(1) 環境省尺度では、低強度と高強度とに表現用語の偏りが見られるが、「傍記なし尺度」や「数字傍記尺度」では「強い」が大きく下がり、それらの間隔が等間隔に近づくことがわかる。(2) 阪大尺度は、「カード尺度」では比較的等間隔性が高い傾向が見られるが、「傍記なし尺度」では「強い」がかなり高く算出され、「数字傍記尺度」では「らくに感知できる」と「若干強い」に逆転が見られた。(3) Yaglou 尺度では、「カード尺度」では既報と同様に「明確」と「普通」に逆転が見られる他、「猛烈」と「耐ええず」にも逆転が見られる。「傍記なし尺度」では上記の傾向が緩やかであり、「数字傍記尺度」では「明確」と「普通」の逆転はそのままであった。

同様に快・不快度に関して図 12 の (1) 環境省尺度について提示方法間の傾向について見ると、「カード尺度」では「極端に不快」付近で表現用語間隔が狭くなる傾向が見られるが、「数字傍記尺度」では「極端に不快」に至るまで等間隔が高い傾向にあり、尺度表現用語に数字を傍記することで尺度の端部まで等間隔性が高くなっていることが推察される。

3 種の尺度提示方法の中では、数字傍記尺度が多くの尺度で他の提示方法による評価の場合よりも等間隔性が高くなる傾向のあることが明らかになった。これより、言語評定尺度を用いたパネルによる評価を行う際には、尺度表現用語に傍記する情報についても注意する必要があると考えられる。

4. 結論

本報では、既往研究に使用されてきた各臭気強度尺度及び快・不快度尺度について、まず言語イメージのみに基づく表現用語間隔を中年年齢層被験者に対して把握し、若年齢層被験者の認識との違いを検証した。その結果、多くの尺度では、両年齢層間で認識される表現用語間隔に大きな差異は見られなかったが、南野尺度では若年齢層で順序の逆転の見られた表現用語に、中年年齢層では逆転は見られ

ないという違いがあった。

次に、臭気提示を伴う場合の各尺度の特性について、新たな表現用語間隔の導出手法として最大相関係数法を提案した上で明らかにし、提案法が簡便で、かつ示す程度が逆転する表現用語にも適用できることが確認された。また一方で、求めようとする各カテゴリ値に対して、評価の度数が十分でなければ、精度の高い表現用語間隔の導出を行えない可能性が示唆された。

また、三種の尺度提示方法による評価結果の比較を行い、表現用語の順序と間隔が提示されない「カード尺度」よりも、表現用語を元の順序で表記した評価用紙を用いる「傍記なし尺度」の方が等間隔性が高く、また、「傍記なし尺度」よりも各表現用語に数字を傍記して尺度の等間隔性を想起しやすくした「数字傍記尺度」の方が尺度の等間隔性が高く認識される可能性のあることがわかった。

本論文で得られた知見と可能性を基に、今後は非言語尺度との対応関係についても検討を行っていく必要があると考えている。

謝辞

本研究の実験には当時大阪大学学生 服部亜矢氏（現（株）岡村製作所）をはじめ、多くの方に実験者及び被験者としてご協力頂きました。ここに記して深く感謝の意を表します。

注

- 注 1) 心理評価の分野では多様な尺度が用いられてきた。知覚空気質の評価等で、無段階のアナログスケールが用いられることもあるが、臭気評価に関しては、悪臭防止法をはじめとしてほとんどの機関・研究者によって言語評定尺度が用いられてきたことから、本報の検討対象は言語評定尺度に注目することとした。
- 注 2) 下記の 2 種の臭気強度尺度の原著の表現用語（英語）は下記の通り。
 - Fanger 尺度（6 段階）
No odor/Slight odor/Moderate odor/Strong odor/Very strong odor/Overpowering odor
 - Yaglou 尺度（7 段階）
None/Threshold/Definite/Moderate/Strong/Very strong/Overpowering
- 注 3) 実験室の温湿度に大きな幅があり、またそれに伴う試料臭気の温湿度も同様であるが、パネル周辺温湿度に関しては竹村ら¹⁹⁾、臭気の温湿度に関しては Fang ら²⁰⁾ が検討しており、温湿度の評価への影響は大きくはないとされている。今回の実験結果への温湿度の影響は大きくなかったものとする。
- 注 4) パネルの男女比に偏りがあるが、実験結果より男女の評価差異について確認しており、マン・ホイットニーの U 検定から男女の各評価に対する有意差は 70 項目中 4 項目（いずれも $p < 5\%$ ）のみであり、男女差があるとは言えない結果であったことから、本結果が一般性を有する結果と判断した。
- 注 5) パネル属性に関するデータは、評価の異常値があった場合の理由の推定のために得たが、実際には異常は見られなかったため、本考察では使用していない。
- 注 6) ラウールの法則とは、混合溶液の蒸気圧の比降下は溶質のモル分率に等しいというもの。ある温度の溶液の蒸気圧 P は、純溶媒の蒸気圧 P_0 で次のように表わされる。
 $P = P_0 \times x$ (x : 溶媒のモル分率)
- 注 7) 提示試料の濃度と総曝露時間は、最大の場合でも時間加重平均値 (TWA) 0.0008ppm (8 時間 / 日の曝露で計算) であり、米国産業衛生専門家会議 (ACGIH) の許容濃度 (TLV) の時間加重平均値 (TWA) 20ppm を大幅に下回っている。それを踏まえて、パネルには今回の臭気が健康上問題のない範囲のものである旨をインストラクションで伝えた。
- 注 8) 図 11 で得られた各算定値と元の順序尺度との関係について、各尺度の第一カテゴリ語の算定値と最大カテゴリ語の算定値とを、既報²⁾のそれぞれ第一カテゴリの値及び最大値と合うように既報の図の縦軸を調整して重ねた。図 12 も同様に中庸のカテゴリ語の算定値と最も不快側カテゴリ語の算定値を、既報²⁾の対応する語の示した値と合うように縦軸を調整して重ねた。

参考文献

- 1) 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
- 2) 竹村明久，相良和伸，山中俊夫，甲谷寿史：においの強さ・快適性に関する各種の言語評定尺度における表現用語間隔の比較，日本建築学会環境系論文集，第 74 巻，第 638 号，pp. 495-500，2009. 4
- 3) 井上正樹，矢野隆，川井敬二：騒音のうるささの程度表現語の世代間比較 騒音のうるささの国際標準尺度の構成に関する研究（2），日本建築学会大会学術講演梗概集，D-1，pp. 113-114，1999
- 4) 長町章夫，岩田三千子，神農悠聖：色差評価からみたカテゴリー尺度における程度表現語の年代比較，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-1，pp. 349-350，2001
- 5) 松尾真臣，山中俊夫，甲谷寿史，富田武志：建築材料から発生するにおいの主観評価（その 3）臭気濃度がにおいの強さ、快適性、嗜好性、容認性に与える影響，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-2，pp. 957-958，2001
- 6) 悪臭法令研究会：ハンドブック 悪臭防止法 四訂版，p. 430，2001
- 7) 田中良久：心理学的測定法 第 2 版，東京大学出版会，1977
- 8) N. Levine：The development of an annoyance scale for community noise assessment，Journal of Sound and Vibration，Vol. 74(2)，pp. 265-279，1981
- 9) B. Berg-Munch, G. Clausen and P. O. Fanger：Ventilation requirements for the control of body odor in spaces occupied by women，Environment International，Vol. 12，pp. 195-199，1986
- 10) 岩下剛，木村建一，田辺新一，吉沢晋，池田耕一：人間の嗅覚に基づく室内空気質の評価に関する基礎的研究，日本建築学会計画系論文報告集，第 410 号，pp. 9-18，1990. 4
- 11) 楢崎正也：喫煙に基づく必要換気量算定のための基礎的研究 その 1. タバコ煙濃度とその臭気の主観評価の関係，日本建築学会大会学術講演梗概集，D，pp. 347-348，1986
- 12) C. P. Yaglou, E. C. Riley and D. I. Coggins：Ventilation Requirements，ASHVE Tansaction，42，pp. 133-162，1936
- 13) 楢崎正也：喫煙と室内空気汚染，空気清浄，第 14 巻，第 4 号，pp. 12-22，1976
- 14) 清水則夫，藤井正一，南野脩：建築物における必要換気量に関する研究（第 1 報）体臭を対象とした実験的研究—その 1 研究目的および概要，日本建築学会大会学術講演梗概集，計画系，pp. 345-346，1981
- 15) 大迫政浩，西田耕之助，穴田健一，光田恵：程度表現語の数値的検討に基づく臭気感覚尺度構成について，日本衛生学雑誌，第 45 巻，第 3 号，pp. 762-772，1990
- 16) 平石年弘，楢崎正也，佐藤隆二，山中俊夫：嗅覚反応に基づく空気質評価に関する研究（その 3）タバコ（副流煙）と香水の臭気濃度と嗅覚反応との関係，日本建築学会大会学術講演梗概集，D，pp. 225-226，1994
- 17) 山中俊夫，相良和伸，甲谷寿史，桃井良尚，竹村明久：臭気強度尺度における表現用語間の心理的距離（その 2）表現用語間隔に対する認識の世代間比較，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-2，pp. 583-584，2009
- 18) 竹村明久，山中俊夫，相良和伸，甲谷寿史，桃井良尚：においの主観評価実験に基づく臭気強度尺度表現用語間隔の導出，D-2，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-2，pp. 581-582，2009
- 19) 竹村明久，山中俊夫，甲谷寿史，光田恵：温湿度条件がにおいの閾値及び主観評価に及ぼす影響（その 2） α -ピネン、トルエン、メチルメルカプタンに関する検討，日本建築学会大会学術講演梗概集，D-1，pp. 791-792，2003
- 20) L. Fang, G. Clausen and P. O. Fanger：Impact of Temperature and Humidity on the Perception of Indoor Air Quality，Indoor Air Vol. 8 Iss. 2，pp. 80-90，1998

（2009年5月9日原稿受理，2009年11月6日採用決定）