



Title	嗅覚に基づく臭気評価のための実験手法に関する基礎的研究
Author(s)	竹村, 明久
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	VoR
URL	<a href="https://hdl.handle.net/11094/2596">https://hdl.handle.net/11094/2596</a>
rights	
Note	

*The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA*

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

# 嗅覚に基づく臭気評価のための実験手法に関する基礎的研究

2009 年 12 月

竹 村 明 久

# 目次

## 第1章 序論

1. 1 本研究の背景と目的	.....1
1. 2 本研究に関連する既往研究	.....7
1. 2. 1 溫湿度がにおい評価に及ぼす影響に関する研究	.....7
1. 2. 2 試料情報がにおい評価に及ぼす影響に関する研究	.....9
1. 2. 3 パネル数等の嗅覚測定法の精度に関する研究	.....11
1. 2. 4 心理評価に用いる尺度に関する研究	.....12
1. 2. 5 建築空間に存在するにおいの強さ・質に関する研究	.....14
1. 2. 6 その他においの実験手法に関する研究	.....14
1. 3 本研究の構成	.....18

## 第2章 パネル周辺温湿度が嗅覚閾値と主観評価に及ぼす影響

2. 1 はじめに	.....26
2. 2 温湿度条件が嗅覚閾値に及ぼす影響の把握	.....27
2. 2. 1 実験概要	.....27
2. 2. 2 実験結果	.....29
2. 3 温湿度条件が臭気評価に及ぼす影響の把握	.....32
2. 3. 1 実験概要	.....32
2. 3. 2 におい評価の温湿度条件間比較	.....33
2. 3. 3 濃度とにおい評価の関係の温湿度条件間比較	.....37
2. 4 温熱評価がにおい評価に及ぼす影響の把握	.....42
2. 4. 1 溫冷感と臭気強度との関係	.....43
2. 4. 2 乾湿感と臭気強度との関係	.....47
2. 4. 3 溫冷感と快・不快度との関係	.....49
2. 4. 4 乾湿感と快・不快度との関係	.....51
2. 4. 5 まとめ	.....55
2. 5 本章のまとめ	.....55

## 第3章 試料情報がにおい評価に及ぼす影響の把握

3. 1 はじめに	.....57
3. 2 実験方法	.....59
3. 3 臭気濃度の算定と代表値の選定	.....62
3. 4 試料名の告知の有無が評価に及ぼす影響の検討	.....63

3. 4. 1	臭気濃度と各評価との関係	.....63
3. 4. 2	まとめ	.....68
3. 5	非告知条件における試料認識の可否による評価の差異の検討	.....70
3. 5. 1	臭気濃度と各評価との関係	.....71
3. 5. 2	まとめ	.....73
3. 6	パネルの試料臭気に対する嗜好が評価に及ぼす影響の検討	.....74
3. 6. 1	臭気濃度と各評価との関係	.....75
3. 6. 2	まとめ	.....77
3. 7	関連する後続研究	.....78
3. 8	本章のまとめ	.....81

## 第4章 多数パネルと少数パネルとの評価傾向の差異の検討

4. 1	はじめに	.....85
4. 2	検臭手法の確認	.....86
4. 2. 1	実験手順	.....87
4. 2. 2	実験結果	.....87
4. 3	60名による1回の評価と6名による10回の評価との評価特性の比較	.....88
4. 3. 1	実験手順	.....88
4. 3. 2	評価値の選定	.....89
4. 3. 3	60名による1回評価と6名による10回評価の評価傾向の比較	.....90
4. 3. 4	選抜された6名の評価傾向の検証	.....90
4. 3. 5	嗅覚疲労による評価への影響の検討	.....93
4. 3. 6	選抜6名の評価傾向の特異性の検証	.....97
4. 3. 7	パネル数と評価のケーススタディ	.....98
4. 3. 8	10名以下の評価で多数パネル評価を代表する場合の妥当性の検討	.....100

## 第5章 言語評定尺度の表現用語間隔に関する検討

5. 1	はじめに	.....116
5. 2	言語の意味に基づく表現用語間隔認識に関する検討	.....119
5. 2. 1	実験概要	.....119
5. 2. 2	言語イメージに基づく表現用語間隔	.....122
5. 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	.....136
5. 3. 1	検臭手法の確認	.....136
5. 3. 2	実験概要	.....137

5. 3. 3	水中濃度と各評価との関係	.....139
5. 3. 4	系列範疇法に基づく表現用語間隔の把握	.....140
5. 3. 5	新表現用語間隔導出法（最大相関係数法）の提案	.....143
5. 3. 6	最大相関係数法の妥当性	.....148
5. 4	本章のまとめ	.....148
<b>第6章 建築材料のにおい評価構造の把握</b>		
6. 1	はじめに	.....151
6. 2	実験方法	.....153
6. 2. 1	建築材料の選定	.....153
6. 2. 2	試料臭気の採取	.....154
6. 2. 3	実験手順	.....154
6. 3	実験結果と考察	.....155
6. 3. 1	試料臭気の臭気濃度	.....155
6. 3. 2	臭気濃度と各評価項目との関係	.....155
6. 3. 3	各評価項目間の関係	.....159
6. 3. 4	評価構造に関する検討	.....164
6. 4	本章のまとめ	.....166
<b>第7章 総括</b>		
関連発表論文		.....169
謝辞		.....175

# 第1章 序論

## 1. 1 本研究の背景と目的

いにしへのならのみやこのやへさくら けふこのへにほひぬるかな

昔から、におい（にほひ）、かおり（かをり）、か（香）、かぐ（かぐわしい）などの言葉は、和歌などの中に多数見ることができる。冒頭の歌は、百人一首に選ばれた伊勢大輔のものであるが、実は歌中の「にほひ」は、現代のかおりの意ではなく、色が美しく映える様を表す。つまり、桜が色鮮やかに咲き誇る様を歌ったものである。「いろはにほへと」は「色は匂へど」であるが、これも同様の意味である。「におい」は広辞苑（第四版）では、第一義に「赤などのあざやかな色が美しく映えること」とされており、においの語源が「にほ（＝丹穂または丹秀、丹は赤土のこと）」と言われることに由来するとされている。この色を示す語句が、香を示す語句となつたいきさつは気になるところである。より古い時期、万葉集の頃の歌には、前述の色としての「におい」が用いられることが多いのに対し、古今集の頃には現代でよく使われる香りとしての「におい」が頻繁に使用される傾向にあることが知られている。山田憲太郎氏の「香料」<sup>1)</sup>では、一つの考察が述べられている。その理由は、万葉の頃は香は仏教に属するもので、一部の貴族や僧侶しか知らなかつたが、古今集の頃には香が仏教と切り離されて、香りを楽しむことがより一般の層にも広がつたため、歌に詠まれる機会が増えたのではないかというものである。歌を詠む人がそもそも上流階級であったから、一般庶民がどれほどにおい・かおる世界に情感をもつて接していたのかはわからないが、およそ九世紀頃には日本でもにおいやかおりに思いを抱き、言葉に表現する習慣が根付き始めていたと思われる。以降、においは様々な言葉で表現され、においと人、においと言葉との関係は深いものであった。

一方現代であるが、現代はにおいと言えば悪臭の問題との関わりの方が深い。悪臭を無くすこと、無臭であることへ向けての動きが中心となる。高度経済成長の陰で大気汚染、水質汚濁、土壤汚染、騒音、振動、地盤沈下と悪臭といった公害が問題となり、1967年にこれらの規制のために公害対策基本法が制定されたが、悪臭に関する規制基準は設けられなかつた。それは、悪臭公害が他の公害の様に環境被害や健康被害など深刻な被害というよりは、不快感という心理的な側面が強いと考えられていたこと、客観的に悪臭を測定することが技術的に難しかつたこと、原因物質の多様さから防脱臭技術の開発が遅れていたことが理由とされている<sup>2)</sup>。その後、悪臭に対する陳情苦情が増加する中、1971年に世論に押されて悪臭防止法が制定され、悪臭に対策を施すという流れが整う。人はにおいと戦う時代を過ごし、現在に至る。新しい統計で、環境省による悪臭防止法に関する悪臭苦情

に係る調査によれば、平成19年度の悪臭苦情件数は17,533件であり、4年連続の減少となつたが、依然平成10年頃以前の水準よりもかなり高い位置で推移している。野焼に対する悪臭苦情が現在も一番多いものの、個人住宅・寮・アパートも数年間は10%を保っている。本来、居住者のみの問題と思われてきた性質の建物における室内のにおいに対してもこれほどの苦情が訴えられるという現状は、屋外のにおい環境が向上する一方で、人々の悪臭に対する意識をより高めることとなり、今までにも増して薄い濃度のにおいに対しても苦情が発生しやすい土壌が作られてきたのではないかと思われる。

このような時勢の中、2005年には日本建築学会から室内の臭気に関する対策・維持管理規準・同解説が刊行された<sup>3)</sup>。敷地境界線を越える悪臭を放つことを防止することで悪臭公害の減少を図った悪臭防止法とは異なり、この規準は、人が長時間在室する建物内においに関して、屋外においを発さず悪臭公害の要因とならずとも、不快な室内におい環境を放置することは在室者に心理的・精神的なストレスを生み、不健全であるという考えに基づいている。そもそも空気環境の一角を担うにおいは、比較的閉ざされた空間である建築物の内部、特に今の世の中ではオフィスや店舗、住宅や病院、高齢者施設等、長時間生活することが多い、つまり曝露される時間が長い、居室で問題とされるべきであると考える。このような居室内のにおいを健全に保つべきであるという規準の制定は、時代に合わせて人とにおいが向き合う中では必須のものであったと思われる。同様に、現代人が非常に長い時間を過ごす建築物内部を含めた周辺のにおいに対しては、VOCやホルムアルデヒドを中心に、空気質としての研究が多数行われてきているが、健康影響のみならず心理的に不健全な環境の改善を目指した研究の展開が必要不可欠である。

また、規準値を設け、それを達成したか確認する上で欠かせないのはにおいを測ることである。悪臭防止法では、当初特定悪臭物質の物理的な濃度によって規定されてきたため、物質濃度の機器測定が主流であったが、平成七年に複合臭対策を目的として臭気指数による規制が導入された<sup>4)</sup>。先ほど挙げた日本建築学会の規準にも、人の嗅覚を用いた嗅覚測定法が主たる測定法として挙げられている。機器によるにおいの測定は現在も長足の進歩を続けており、近年では、におい質さえも分類できるようになってきた。しかし、40万種あるとも言われるにおい化合物が多様に複合されたものを、人間が感じる感覚と同じ視点で評価するということは現在も非常に難しいことには違いなく、結果として、最終的に環境評価の基準となる人の感じる強度や質を考慮した快・不快の測定が複合臭に対しても容易な、嗅覚測定法は現在最も一般的に用いられる手法である。

嗅覚測定法は、そのように便利で簡便な面がある一方で、問題点を抱えていることも認知されている。例えば、被験者ごとの評価のばらつきや、希釈作業上での器具の固有臭や希釈精度の問題などが挙げられる。表1.1に、嗅覚測定法で検討が必要と思われる点につ

表 1.1 嗅覚測定法の実験手法に関する検討が必要と考えられる事項と検討例  
(灰色の小項目は本研究で取り上げた項目を示す)

大項目		小項目		研究例		
				閾値に関する検討	主観評価に関する検討	
十 実験者側因 子	検臭の方法	手法間の比較	注射器法 /三点比較式臭袋法	岩崎 <sup>33)</sup>		
			におい袋/入室法	前田 <sup>56)</sup>		
		オルファクトメータ法 /三点比較式臭袋法	辰市 <sup>29)</sup>			
		保存	期間 状態		岩崎 <sup>33)</sup> 光田 <sup>57)</sup>	
	試料臭気	希釀精度	オペレータによる袋への空気注入量		岩崎 <sup>33)</sup>	
			袋内臭気の拡散性		岩崎 <sup>33)</sup>	
		器具の固有臭 無臭空気の無臭性	におい袋		前田 <sup>58)</sup>	
	試験室	試験室の環境	光	色	Dematte <sup>59)</sup>	
				写真	坂井 <sup>60)</sup> 今田 <sup>61)</sup>	
				音		
			空気 熱	気圧	Kuehn <sup>15)</sup>	
				温度	Stone <sup>7)</sup> Philpott <sup>8)</sup> 光田 <sup>12)</sup>	
					板田 <sup>9)</sup> 佐藤 <sup>10)</sup> 荒川 <sup>11)</sup>	
					深尾 <sup>12)</sup>	
					Fang <sup>14)</sup>	
				湿度	Kuehn <sup>15)</sup> 清水 <sup>16)</sup> 塩谷 <sup>17)</sup>	
	検臭時の情報制御	試料名称	告知の有無		Distel <sup>18)</sup>	
			良し悪し		坂井 <sup>19)</sup> 小林 <sup>20)</sup> Herz <sup>21)</sup> Dalton <sup>22)</sup>	
			真偽		Djordjevic <sup>23)</sup> 藤原 <sup>24)</sup>	
			検臭に対する注意力		合原 <sup>62)</sup>	
子 パネル側因 子	評価項目・尺度	評価項目	強さ	永田 <sup>63)</sup>		
				大迫 <sup>65)</sup>		
		尺度認識	質	永田 <sup>64)</sup>		
				大迫 <sup>65)</sup>		
				齊藤 <sup>66)</sup>		
		表現用語間隔		大迫 <sup>34)</sup>		
				杉浦 <sup>35)</sup>		
		評価方法		岩下 <sup>36)</sup>		
	パネルの属性	人種	生活環境に因る順応		Distel <sup>25)</sup>	
			嗜好			
		鼻の良さ		竹内 <sup>67)</sup>		
		鼻孔の左右			Youngentob <sup>74)</sup>	
		年齢		齊藤 <sup>68)</sup> 竹内 <sup>67)</sup>	Marphy <sup>70)</sup> Stevens <sup>71)</sup> Doty <sup>72)</sup>	
子 パネルの状態	性差	性差		竹内 <sup>67)</sup>	Doty <sup>72)</sup>	
		喫煙経験		竹内 <sup>67)</sup> 齊藤 <sup>69)</sup>	Cain <sup>73)</sup>	
		熟練度		岡安 <sup>68)</sup>		
	体調	体験・記憶			古芝 <sup>26)</sup>	
					綾部 <sup>27)</sup>	
	生理周期	検臭間隔		Ayabe <sup>75)</sup>	Watanabe <sup>76)</sup>	
		個人内日変動		Doty <sup>77)</sup>		
		平石 <sup>78)</sup>				
検臭技術	試料の嗅ぎ方					
その他	試料提示順					
	パネル人数		岩崎 <sup>33)</sup>			

いて列挙したものを示す。また、それぞれの項目について実施された研究について調査した範囲のものを併せて挙げたが、それぞれの内容に関しては次節に記す。表には、大きく分けて実験者が制御できる項目と、パネルに関する項目とがあると考えて二者を挙げた。実験者側因子では、とりわけ試験室の熱環境が閾値や評価に及ぼす影響に関する研究が多く見られ、これまでに最も影響が懸念されてきた項目の一つであることがわかる。また、日本建築学会規準で取り上げられたような臭気強度評価や快・不快度評価は、濃度測定に比べて手間が少なく評価を実施することが可能であるため、今後評価の機会が増すことが考えられる。その際に懸念されるのが、評価に系統的な影響を及ぼしやすいと心理学的な研究を中心に指摘されている、検臭時の試料名称に関する情報制御が評価に及ぼす影響である。また、臭気強度評価や快・不快度評価は、主に言語評定尺度を用いて行う場合がほとんどであり、その場合には評価項目や評価尺度の基礎的な性質や相互関係が明らかとされているべきでありながら、現在までの知見が十分であるとは言えない。パネル側の因子についても、パネル属性やパネルの状態が評価に及ぼす影響が懸念され、研究がこれまでに行われてきたが、それら多くのばらつき要因を平均値等の代表値で代表する場合のパネル人数に関しては、特に主観評価に関しては検討例がほとんど見られない。本論文では、これら嗅覚測定法に関わる様々な影響要因について、実験手法上押さえておくべきと思われる項目について数点取り上げ、それぞれの影響の程度や基礎的な性質を把握することを目的とする。尚、表中で項目として挙げながら、既往研究例が書かれていないものについても研究が実施されるべきだとは考えているが、本論文での主たるターゲットを主観評価に関する部分と定めたことから、論文内では触れていない。

実験時の温熱環境がにおい評価に影響を及ぼすかという点については、においを生じさせる原因が空気中の化学物質であろうと懸念される大きな理由の一つであると考えられる。光や音とは異なり、化学物質が嗅細胞の粘液に溶けてから感覚を生じる器官と接触するため、例えば物質の温湿度によって発生源からの揮発量のみならず、嗅細胞の粘膜への物質の溶け方等にも影響を及ぼす可能性が考えられ、結果的に、それら刺激によって生じる感覚が温湿度に左右されるかもしれないということであろう。また、感覚的ににおいが知覚された後にも、知覚刺激を大脳辺縁系などの期間を経てにおい評価として出力する場合に、周辺温熱環境によるにおい評価への影響がある可能性も予想される。実験手法の観点から見れば、におい評価を行う際の試験室の温熱環境について定めている記述は嗅覚測定法マニュアル<sup>5)</sup>や日本建築学会規準<sup>3)</sup>でも見られる。その中で、温熱環境の制御が十分でなければどの程度評価に影響するのか、また定められた温熱環境を満たしていれば十分であるのか、パネルの熱的な中立状態との関連性はないのかなど、実験者側からの疑問点は未だ残されている現状にある。

検臭時の試料名称に関する情報制御が評価に及ぼす影響については、主に心理学研究で取り上げられる事項である。においがパネルに知覚された次の段階に、その情報が記憶や情動を司る大脳辺縁系へ伝えられると考えられており<sup>6)</sup>、そこでパネルの体験や記憶に基づく評価が出力されると考えられる。その場合には、においに対する好意的な情報に基づく評価と、好意的でない情報に基づく評価であれば、両者に差異があるという可能性が高いことは理解できる。実験手法の観点では、評価しようとするにおいに対して情報操作を行うことによって評価に差異が生じることは、実験者が恣意的に評価を左右できるということであり、評価の信頼性を揺るがすことである。また、別の視点で見れば、評価するにおいに対して好意的な情報を持つパネルと好意的でない情報を持つパネルに偏りがあるパネル群を編成した場合には、評価にも偏りを生じる原因となるため、重要な問題である。

評価項目や評価尺度に関しては、どの項目について評価をし、どのような尺度を用いるのかなどの研究例もある。一方で、いくつかある評価項目の性質や相互関係、あるいはにおい評価に多く用いられる図1.1に挙げるような言語評定尺度の表現用語構成や尺度の使用方法などに関して行われた検討例は多くはない。におい評価を行う以上、実験者はどういった内容について評価させ、どのような物差しをどのように用いて評価をパネルに出力させるのかということを置き去りにして、適切におい評価は行えないと考える。そのために、においの種類や濃度と評価項目との関係、あるいは評価項目間の相互関係について基礎資料を整備することは有意義である。また、とりわけ評価尺度については、研究者や研究機関ごとに異なる言語構成の尺度が用いられてきた経緯があり、既往の評価を単純に比較できない問題や、これから実施する評価についてどのような言語構成にすべきかといった迷いを生む原因となる可能性につながる。表現用語を並べる際に、線分や数字を傍記する場合としない場合など、パネルへの尺度の提示方法にも検討例が見当たらないことから、言語評定尺度に関する基礎資料の整備も重要度の高い項目の一つである。

パネル側の因子については、パネル属性やパネルの状態の詳細な要素について研究例は見受けられる。視覚や聴覚と比べても個人の評価のばらつきが大きいとされてきた嗅覚分野では、特にそのようなパネル起因のばらつきの存在についてはよく認識されていたため、個々の要素に関しては十分とは言えないまでも、様々な検討が行われてきた。一方で、それぞれの要素が評価に及ぼす影響は複雑であるため、ある程度パネル属性や状態に考慮した上で、パネル間やパネルの個人内のはらつきを包括してより一般的な評価を得るために、

[1]においの強さについて  
お答え下さい

- 0：無臭
- 1：やっと感知できる
- 2：何のにおいであるかがわかる弱いにおい
- 3：楽に感知できるにおい
- 4：強いにおい
- 5：強烈なにおい

図1.1 言語評定尺度の例  
(悪臭防止法で採用されている尺度)

複数パネル（場合によっては複数回評価）による評価を得てその代表値を取ることを行ってきた。この場合に、どの程度のパネル数を用意すれば実験者が必要とする精度を持った代表値を得ることができるかについてはあまり突きつめられて研究されてきたとは言い難い。しかし、実験を行う者としては根拠を持って決定したい重要な要素の一つであり、必要パネル数に関する基礎資料の整備は大きな需要のある項目であると言える。

本研究では、におい評価に影響を及ぼすと思われる表1.1の要因のうち、全てを検証することは難しいため、特ににおいの主観評価に関する検討を中心に、上記に挙げた内容について取り上げて検討を行った。評価への影響要因については、その影響の傾向や程度を把握し、評価項目や評価尺度、必要パネル数については基礎資料の整備を行うことで、精度を有しながら、より利用しやすい評価手法の開発と提案を行うことを目的とする。におい評価の精度向上と簡易化の確立は、におい評価の機会を広げ、におい関連の研究・開発の発展に貢献できると考えられ、将来的に建築内外のにおい環境の向上に大きく寄与できるものと考える。

具体的には、本研究は本節で挙げた要素のうち、下記についてまとめたものである。

(1) パネル評価に及ぼす影響のうち、測定者が設定する条件として、測定時に用意したパネル群に系統的な影響を与えかねない二点、すなわち、試験室の温湿度環境が評価に及ぼす影響と提示試料の内容に関するパネルへの教示の有無が評価に及ぼす影響について、前者については異なる温湿度条件下での嗅覚閾値測定及び主観評価実験を実施し、後者については試料名称を試料提示時に告知する場合としない場合について主観評価実験を実施し、それらの影響の程度を明らかにする。

(2) 個人差の存在を把握しながらも、一般的な代表評価を得るために複数用意されたパネル群が、どの程度の数であれば多数パネル評価に近い、信頼のある代表評価とできることができるかについて、多数パネルと少数パネルに実施した主観評価実験から考察を行う。

(3) 提示されたにおいに対してパネルが下した評価を表現するための言語評定尺度について、これまでの建築関連の臭気研究で採用されてきた言語評定尺度を取り上げて、各表現用語の間隔に対する被験者の認識や年齢層による認識の違い、尺度を提示する際に表現用語間隔に影響を及ぼす可能性のある要因について把握する。

(4) 建築内で長時間曝露されることから、建築材料のにおいを対象として、におい評価の側面として挙げられているにおいの強さ、印象、快適性、嗜好性、容認性の五者について取り上げ、それぞれの基礎的性質を臭気濃度をパラメータに把握を試み、さらに各側面間の関係について明らかとした上で、それらを基に建築材料のにおいの心理評価構造を推定する。

## 1. 2 本研究に関する既往研究

### 1. 2. 1 溫湿度がにおい評価に及ぼす影響に関する研究

温湿度が嗅覚やにおい評価に影響を及ぼす可能性については、古くから指摘されており、研究も古くからあるが、大きく分けて「検臭試料自体の温湿度」と「パネルの検臭環境の温湿度」との二点に分類できる。つまり、単純に鼻孔に入る臭気の温湿度の評価への影響のみを見るのか、パネルがその温湿度に曝露されることによる嗅覚や評価への影響を見るのかということである。

前者の「検臭試料自体の温湿度」については、生理学心理学的見地からの研究例がほとんどである。Stone<sup>7)</sup>は、臭気の温度を12.5、15°C、20°C、25°C、35°Cの各段階に調整し、酢酸を用いて閾値測定を行った例がある。その結果、各温度間の閾値に有意差は見られなかつたとしており、差が見られなかつた理由には、現地の気候の影響などを挙げているが、詳細は不明としている。

Philpottら<sup>8)</sup>はフェニルエチルアルコール（バラ臭）を用いて、検臭する臭気の温湿度を温度18.1～25.8°C、相対湿度22.5～53.8%の間で調節して嗅覚閾値の差異を検討しているが、温湿度の嗅覚閾値への影響は見られなかつたと報告している。これらの研究は純粹に生理学的なにおいに対する嗅覚器官の反応を捉えるという意味で非常に重要であるが、建築空間でにおいのみが異なる温湿度で曝露される状況はあまり考えられない。

後者の「パネルの検臭環境の温湿度」については、空間を扱う建築分野を含めて様々な分野で研究が行われている。板田ら<sup>9)</sup>は、体臭の評価について20°C（相対湿度40～65%）と30°C（50～70%）、20°C（80%）とについて比較している。その結果、高温・高湿状態では臭気強度申告値は増加するとしているが、体臭の発生量も増加が見込まれており、純粹な嗅覚の温湿度影響とはされていない。また、不快度については無視できる程度の差であったとしている。

佐藤ら<sup>10)</sup>は、20°C、23°C、26°C（相対湿度50～60%）で、同様に体臭の評価を行って温湿度条件間で比較しているが、臭気強度評価に有意な差は見られなかつた。理由として、比較的温熱的に快適な温湿度範囲では、板田らの場合の様には体臭の発生量はあまり増加しなかつたとしており、この範囲内では臭気源発生量と嗅覚への影響を総合的に考えると、臭気評価として有意な影響は受けていないとしている。佐藤らは同様の温湿度条件でタバコ臭についても検討しており、臭気強度評価には有意な影響は見られなかつたが、不快度には温度が高いほど不快度が高いという影響が見られ、許容度では温度が高いほど許容できない側に評価される傾向にあり、有意差が得られたとしている。体臭では見られなかつた差異がタバコ臭で見られた理由として、鼻の粘膜刺激が温度の影響を受けたのではないかとしている。

より広い臭気を対象として、荒川ら<sup>11)</sup>は、アンモニア、トリメチルアミン、メチルメルカプタン、酢酸、アセトン、酪酸エチル、アセトアルデヒド、エタノール、 $\alpha$ -ピネン、トルエンの10種の臭気成分を取り上げて、20°Cと30°C(相対湿度50%)で比較をしている。その結果、トルエン以外では高温の方が臭気強度と不快度が低く評価される傾向にあったとしている。

光田ら<sup>12)</sup>は、20°C、25°C、30°Cの条件下で、 $\alpha$ -ピネン、トルエン、メチルメルカプタンについて閾値測定を行い、 $\alpha$ -ピネン、トルエンでは25°Cで閾値が最も低くなり、メチルメルカプタンでは差異は見られなかったとしている。 $\alpha$ -ピネンに関しては、深尾ら<sup>13)</sup>も認知閾値と臭気強度について検討を行っており、温湿度が高くなるほど認知閾値は増加し、においは検知しにくくなる傾向にあったとしている。理由として、被験者の体臭や建築材料からのにおいの増加が挙げられている。臭気強度評価は温度条件に対しては20°C付近で最大となり、湿度条件に対しては高くなるほど臭気強度が低下する傾向にあったとしている。

臭気成分ではなく実際の複合臭の検討例としては、Fangら<sup>14)</sup>が、温度18°C、23°C、28°C、相対湿度30%、50%、70%の各組合せに温湿度条件を設定して、PVC床タイル、ベンキ、床用ニス、カーペット、シーラント材のにおいについて調べているが、いずれも臭気強度評価にほとんど差異は見られなかったとしている。ただ、許容度は高温高湿の条件で低くなる傾向にあった。検臭方法がオルファクトメータを使用している点で、国内で得られた結果と単純に比較できるか疑問である点と、日本でよく用いられる木材や畳等の建築材料のデータがない点はあるが、詳細に検討された研究例である。

特に湿度に着目した研究もあり、Kuehnら<sup>15)</sup>は、ブタノールの嗅覚閾値測定を相対湿度30%と80%下で実施している。その結果、湿度が高いほど嗅覚閾値は高くなる傾向を見出しているが、湿度に対する検討は30%と80%の2条件のみで、日本で多い環境である中間の50～60%の条件については触れられておらず、本当に線形関係なのかが不明である。

閾値よりも濃度の高い域での臭気評価に対する湿度の影響に関する検討としては、清水ら<sup>16)</sup>が、相対湿度を調整(40%、60%、80%)して、タバコの燃焼臭、ジメチルアミン、トルエン、硫化水素を取り上げて、「少し臭う」から「強く臭う」程度の範囲の臭気強度について調べている。その結果、全物質とも湿度が高くなるほど臭気強度が高くなるという影響が見られたとしている。詳細な検討がなされているが、実験方法が温湿度を調整した2室を被験者が移動してそれぞれの室で入室直後ににおい評価を行うもので、においのみならず温熱的にも外来者評価を想定したものであり、熱的に順応した被験者による結果ではなく、におい評価実験よりも実際のオフィス室での評価等を想定した研究である。また、2室の湿度差と臭気強度評価の差を両軸にとって比べた場合には、上記の傾向が見られるという

非常に微妙な影響であるともいえる。

塩谷ら<sup>17)</sup>は調理臭(2,4デカジエナール)を対象として、相対湿度を30%、50%、70%の3段階(温度24～25°C)に設定して、湿度が臭気強度評価に及ぼす影響を検討しており、低湿度環境下では全濃度域で臭気強度が低く評価される傾向にある一方で、高湿度環境下では低濃度域では臭気強度を高く、高濃度域では低く評価する傾向が見られたとしている。この研究では具体的な濃度－評価関係に関する傾向が提示されているが、被験者が4名と少なく、さらなる検討が必要と思われる。

比較的多くの研究がおこなわれてきた中で、このように傾向がそれぞれ一致しないことが多い分野であるが、大きな理由はにおいを嗅ぐ方法とにおいの種類とにあると考えられる。臭気のみ温湿度を調整する場合は、純粋な嗅覚が温湿度より受ける影響を浮き彫りにするだろうし、温湿度を調整した室内で臭気評価を行えば、人体全体としての温熱感覚とにおい感覚の相互影響を明らかにできると思われる。建築内におけるにおい評価を想定すれば、後者の様な検討がもっと必要であろう。また、温湿度がにおい評価に及ぼす影響があるとされている研究報告の中でも、においの種類によってその影響度合いは異なるとされている場合が多いことから、よりよくパネル周辺の温湿度がにおい評価に及ぼす影響を把握するためには、臭気成分ごとに示す傾向は異なることが予想されるため、建築材料等の複合臭の検討の前段階として、それらの主成分を用いた検討を行うことが望ましいのではないかと考えられる。

### 1. 2. 2 試料情報がにおい評価に及ぼす影響に関する研究

試料情報に関する情報の統制をパネルに対してどのように行うのかについては、心理学分野での研究例がほとんどである。Distelら<sup>18)</sup>は、バニラやパルメザンチーズなど24種の食品中心の臭気に対して、臭気名を告知するか否かという条件によって評価される臭気強度に差異があるかを調べており、バニラやパイプ煙草の臭気などで有意に差が生じることが報告されており、快不快の評価のみならず強度評価にも臭気名告知の影響がある可能性を示している。

さらに一步踏み込んで、パネルに与える情報を両極端な条件設定とした研究例もあり、坂井ら<sup>19)</sup>は、アネトールのにおいを嗅がせる際に、アネトールの持つポジティブな情報とネガティブな危険情報とを教示した上でにおいの快・不快評価を行わせる検討を行い、ネガティブな教示を受けたパネル群の評価よりも、ポジティブな教示を受けたパネル群の評価の方が快側に評価する傾向が得られている。アネトールという日本人に認知度の低いにおいでの検討であり、よく知る臭気対象の場合に比べると教示の影響が大きく出ている可能性はあるが、より純粋な影響が出ている可能性が高いとも言え、におい評価が試料提示時の情報によって左右されることを示している。また、順応に対する教示の影響について

も調べており、ネガティブな教示を受けたパネルは、ポジティブな教示を受けたパネルよりも有意差は見られないが、臭気強度を高く評価する傾向にあり、また順応しにくい傾向が示唆されている。一方で、小林ら<sup>20)</sup>はアнетールを用いて断続的な臭気提示をポジティブ教示とネガティブ教示との条件を設けて実施したが、臭気強度評価に差異は確認されなかつたと報告している。

快・不快評価に対する教示の影響の例には他に、Herz ら<sup>21)</sup>が、イソ吉草酸と酪酸の混合物、松油やメントールなどのにおいについて、ポジティブラベルをつけた場合とネガティブラベルをつけた場合で、ネガティブラベルをつけた場合の方が快不快評価は低くなるという知見を得ている。

臭気強度評価に対しては、Dalton ら<sup>22)</sup>もアセトンとフェニルエチルアルコールを用いて、ポジティブ・ネガティブ・ニュートラルの3種の教示について臭気強度評価の比較を行つたが、明確な差異は見られなかつたとしている。また、20分の連續臭気曝露を行つた場合に、アセトンではネガティブ、ニュートラル、ポジティブの順に評価される臭気強度が低くなる傾向にあり、フェニルエチルアルコールではその影響は見られず、ネガティブな教示によって体に害があるかもしれないという情報に注意が向けられることで順応が起つにくかつた可能性や、教示の影響はにおいの質によって異なる可能性が示唆された。この傾向は、坂井ら<sup>19)</sup>がアнетールに対して行つた結果とも一致する。

臭気源の情報に関して、強制的にポジティブ・ネガティブを統制されずに試料名称のみ告げられる場合には、その試料に対する人々の認識がポジティブかネガティブかによってかかるバイアスは異なると考えられる。Djordjevic ら<sup>23)</sup>は、食品やその他生活関連のにおいを取り上げて、臭気提示時にポジティブと考えられる物の名前を告知する場合と、ネガティブと考えられる物の名前を告知した場合、及びニュートラルなランダムの番号を告知した場合の評価差異について検討しており、快適性評価では、ネガティブよりニュートラル、ニュートラルよりポジティブとして設定した名前を告知された方が、快側の評価となる傾向が見られたとしている。これより、試料に対する具体的な情報を与えなくとも、パネルは対象試料名から連想される試料関連の情報の良し悪しによって、におい評価時にバイアスをかけていると考えられる。藤原ら<sup>24)</sup>は、本論文の第3章の内容の後続研究として、建築材料のにおいについて、真の名称と偽の名称を告知した場合の評価の差異について検討しており、特に印象や快適性の評価に差異が見られることを見出している。この研究は、本論文の内容に密接に関わる内容であるので、詳細な内容を本論文の第3章の末尾に参考として記載した。

臭気対象に対する認識は、パネルの文化的背景に左右される可能性は高い。Distel ら<sup>25)</sup>は異なる人種（日本人、ドイツ人、メキシコ人）のにおい評価の傾向の違いを、日本のも

ののにおい（醤油、納豆など）、国際的に共通のにおい（コーヒー、ビールなど）、ヨーロッパのものにおい（アニス、教会の香など）を嗅がせて調べている。その結果、統計処理上の有意差は得られなかつたが、それぞれの人種の評価の平均値の比較から、人種間すなわち文化の違いがにおい評価に影響を及ぼす可能性が示唆されたとしている。

文化的背景に基づく経験は、記憶となって現在のにおい評価にバイアスを生じる一因と考えられる。古芝ら<sup>26)</sup>は、若年者から高齢者に対して、日常嗅いでいる、または嗅いできた過去のにおいの記憶に関するアンケート調査を行い、においを嗅いだ当時のにおい評価が、現在のそのにおいに対する嗜好に関連があることを明らかとしている。これより、文化や生活習慣の違いがにおいの嗜好に影響を及ぼす可能性が示唆され、人種や居住地域の違いが多種多様なにおい嗜好となる一因であると考える根拠になる。また、古芝らは併せて思い出の評価に当時のにおい評価が関連することにも言及しており、におい知覚が記憶を司る大脳辺縁系と密接に関わっていることを示すと共に、においが思い出を想起させる可能性の高さも示している。一方で、調査方法がアンケートである為、実際ににおいを嗅いだ際に果たして過去の記憶がその通りに取り出されて提示試料の判断に用いられるのかは明らかでない。綾部ら<sup>27)</sup>は、日本人の接する機会の少ないアニスのにおいを、パネルに毎日1日1杯のアニス茶の形で摂取させ、アニス臭体験前と摂取2週間後、4週間後、摂取中止後4週間でのアニス臭の臭気強度評価と快不快度評価を調べており、臭気強度評価は体験による影響はなかつたが、快不快度は、体験前は快でも不快でもない評価であったものが、体験するほど快側に評価したとしている。

このように、試料名称の告知の有無が評価に影響を及ぼす可能性は示唆されているが、食品等のにおいに関するものが多い。建築環境分野で扱うにおいには、一般的には悪臭が多いものの、快とも不快とも言えない、あるいは人によっては快または不快となるようなにおいを扱うことも多い。このようなにおい評価を行う際に、試料名称をパネルが知ることによってどのような評価への影響が見込まれるのかは知る必要があり、それらを対象とした研究例は見当たらない。また、そこで影響が見られる場合には、その理由の心当たりとして、パネルの文化的背景・経験・記憶といったものが考えられる。これらも含めての検討が必要である。

### 1. 2. 3 パネル数等の嗅覚測定法の精度に関する研究

人を中心とした環境制御が求められる建築環境工学分野の中で、被験者を用いた検討を行うことは温熱、光、音、空気環境などで頻繁に行われてきた。その中で、個人差の評価への影響は指摘されてきた。被験者数が多ければ母集団をよく表せる可能性が高くなることは認識した上で、手間や費用が多くかかることから最小限の被験者数としたいということは、被験者を扱う研究者の一般的なジレンマとなっているが、実際に何名を用意すれば

よいかという根拠は周辺研究を見渡してもほとんど見当たらない。

においての測定という分野では、悪臭防止法への臭気指標規制の採用という流れもあって、嗅覚測定法によって濃度を測定する手法の主流である三点比較式臭袋法に関しては、北村ら<sup>28)</sup>による精度の検討や、辰市ら東京都環境科学研究所における欧洲規格法と三点比較式臭袋法の比較による精度検証<sup>29)～32)</sup>、岩崎ら<sup>33)</sup>による注射器法と三点比較式臭袋法の比較による精度検証など、比較的多くの精度検証実験が試みられている。中でも、岩崎ら<sup>33)</sup>によるパネル数と精度に関する検討では、T&T オルファクトメータによって嗅覚異常者は除かれるとされているが、わずかな確率ではあるがテストに合格する嗅覚異常者も含まれるほか、嗅覚正常者であっても当日体調を崩す者もいることから、パネルの評価結果から上下カットを実施して異常者の影響を排除する手法を前提に、パネル 6 名で三点比較式臭袋法を実施することで、上下カットの 4 名の評価で ± 10% の誤差範囲内に 91% の信頼度で結果を得ることができるとしている。また、上下カットを行わなければ 4 名では 87%、5 名では 91%、6 名では 94% の信頼度で結果を得ることにも触れており、人数が多いほど信頼度が高くなる傾向と具体的な数値を示している。

日本建築学会より刊行された室内の臭気に関する対策・維持管理規準<sup>3)</sup>では、臭気強度、快・不快度評価には 6 名で 3 回の評価が、非容認率の測定には 60 名の評価が必要とされているが、根拠は見当たらない。今後、において限らずこのような心理評価を規準化していく動きが継続されている中で、パネル数と評価の関係に関する研究は必須であると考えられる。

#### 1. 2. 4 心理評価に用いる尺度に関する研究

において評価のための尺度を対象として、パネルが認識する表現用語間隔について検査を伴った検討を実施した例は少ないが、例えば大迫らによる研究<sup>34)</sup>がある。大迫らは、6 段階、8 段階の臭気強度尺度や 9 段階快・不快度尺度などについて、臭気強度では両端に、快・不快度では両端と中央に予め表現用語を配置し、残りの段階に等分の印と整数を記載した線分上で、「やっと感知できるにおいて」「強烈なにおいて」などの程度を示す表現用語を臭気強度では 12 語、快・不快度では 20 語用意して、言葉の意味のみを考えて配置させる実験を行った。その結果、表現用語によって示す臭気強度、快・不快度の程度は中央値や平均値の代表値で様々であり、さらに標準偏差の幅もそれぞれに異なることが明らかとなった。その中で、悪臭防止法にも採用されている環境省の臭気強度尺度が間隔尺度としては見なし難い点などが指摘されている。また、大迫によって表現用語が選定された 8 段階の臭気強度尺度については、4 種の臭気物質の検査を伴う系列範疇法を用いた表現用語間隔の把握が実施されており、尺度中央付近の表現用語間隔が狭く、外ほど広く、臭気物質によって若干間隔が異なるという傾向が報告されている。この研究では、様々な表現用語を取り

上げてその示す程度値を調べた貴重な検討であるが、一般的によく用いられる環境省尺度を中心に論じられている。間隔尺度とは限らない尺度から得られた評価を、単純に各尺度段階に等間隔に数値を与えて平均する等の処理は、環境省尺度以外にも問題はあるとは認識されながらも行われてきた経緯がある。これまでに用いられてきた様々な尺度を取り上げて、このような表現用語間隔を把握しておくことは、尺度それぞれの持つ性質を明らかとすることになり、異なる尺度で得られた評価を比較する際にも有意義であろう。

杉浦ら<sup>35)</sup>は、タバコ臭に対して、過去に用いられてきた南野ら、Yaglou、Fanger、環境省による臭気強度尺度それぞれを用いて評価をさせ、尺度間の関係を検討している。その結果として、Yaglou 尺度の 3 段階目付近が南野尺度では 3 ~ 5 段階目に広く分布していることや、Fanger 尺度と Yaglou 尺度の相関が非常に高いことが指摘されており、数少ない既往の尺度を比較した研究である。ただ、同時に全尺度について回答を行わせる実験手法としていた可能性が高く、表現用語を比較しながらの回答であった可能性がある。

岩下ら<sup>36)</sup>も、Yaglou スケール（本研究では Fanger・岩下尺度と呼称）について、表現用語の意味のみを捉えて、両端を固定してその他の表現用語を線分上に自由に配置させる検討を行っており、結果的に 3 段階目と 4 段階目の表現用語間隔が広い傾向が得られたとしている。この様な検討は、これまで用いられてきた各尺度について実施されるべきである。

他の分野では、音の分野で山下ら<sup>37)</sup>が騒音調査の標準化を目的として、うるささ評価に関する標準尺度の構成を試みている。音を聞かせずに程度を示す形容詞句を配置させる検討と、それより得られた幾つかの段階数の尺度を用いて実際に音を聞かせた場合に対して系列範疇法による間隔尺度値の検討を行っており、等間隔性の高い尺度構成用語を提案している。調査結果の比較が困難な点など、うるささ評価と臭気強度評価には共通点があり、山下らが提案したような標準尺度の作成は、臭気強度でも行われるべきだと思われる。

尺度の等間隔性に関しては、Levine<sup>38)</sup>が標準うるささ尺度の形容詞を選択する際には、尺度を構成する形容詞の基準として、おおよそ等間隔である表現用語であるべきとしており、その他にも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条件として挙げている。

織田<sup>39)</sup>は、分割された枠のうち塗りつぶされた枠の多寡について、5 段階の尺度を表現用語の組合せを変えてそれぞれの尺度の表現用語間隔を調べている。その結果から、刺激の程度を表現することに対する影響は、表現用語の意味よりも尺度内での位置が大きいと述べている。また、示す度合の近い表現用語を同一尺度に用いるべきではないこと、示す度合の順序が逆転する表現用語の配列を避けるべきとしている。

複数の被験者から得られた評価の代表値として平均値や標準偏差を用いたり、パラメト

リックな手法による統計処理を行ったりする場合には、尺度の等間隔性が必要である。等間隔性を誘導するためか、表現用語に数字を傍記して評価させる場合もしばしば見られるが、表現用語の意味によっては数字が等間隔に捉えられない可能性があり、間隔尺度として扱うことが不適切となる場合もあると考えられる。また、表現用語の組合せが、パネルに認識される表現用語間隔に影響する可能性も示唆されており、これまで十分な検討なく用途に合わせて乱立してきた尺度について、整理する必要がある。

### 1. 2. 5 建築空間に存在するにおいの強さ・質に関する研究

建築内に存在するにおいには、悪臭もあれば悪臭とは言えない程度のものもある。それゆえ、どの程度の濃度でどの程度の強さに感じるか、または不快であるかがにおい種毎に大きく異なっていることは経験的にわかつており、それぞれのにおいについて調査した研究は多数ある。例えば、密閉空間に多数の人が存在する場合に生じやすい体臭の研究については、古くから Yaglou ら<sup>40)</sup>、Fanger ら<sup>41)</sup>、樋崎ら<sup>42)</sup>、南野・清水ら<sup>43), 44)</sup>、浅野<sup>45)</sup>、木村・岩下ら<sup>46)</sup>などによって検討されてきた。また、建築空間でのタバコ臭に関する研究についても Yaglou<sup>47)</sup>、木村ら<sup>35)</sup>、樋崎ら<sup>48)</sup>、南野ら<sup>49)</sup>をはじめ、多く取り組まれてきた。他にも、生活に関するにおいとして、平石ら<sup>50)</sup>による屎尿臭についての研究、光田ら<sup>51)</sup>による生ごみ臭に対する研究、松井ら<sup>52)</sup>、光田ら<sup>53)</sup>による厨房の臭気に関する研究などが挙げられる。

そのような中、比較的限られた条件下で曝される上記のにおいとは異なり、建物内にいれば程度は少なくとも常に曝されることになるにおいが建築材料から発生するにおいである。建築材料関連ではホルムアルデヒドや VOC に関する建築基準法が改正されたこともあったが、筆者は日本建築学会規準<sup>3)</sup>と同じく健康被害がなくとも不快と感じる心身にストレスを生む空気環境は不健全であるので改善すべきとのスタンスに立っており、長時間ほぼ無条件に曝露されることになる建築材料のにおいに関する研究は必須であると考える。

建築材料のにおいに関しては、先に挙げた Fang ら<sup>14)</sup>による異なる温湿度条件下での建築材料のにおい評価に関する研究の他、Knudsen ら<sup>54)</sup>により床材や壁紙材、シール材等について濃度と容認性の関係が調査されている。平間ら<sup>55)</sup>も木質建材とビニル壁紙について臭気強度と快・不快度の関係を検討している。

### 1. 2. 6 その他においの実験手法に関する研究

表 1.1 に挙げた検討例のうち、前項までに挙げていないものについて以下に挙げる。

#### ◇実験者側因子

検臭方法が評価に及ぼす影響については、主観評価について前田ら<sup>56)</sup>が入室法とにおい袋法との差異について検討を行っており、対象とした臭気である  $\alpha$  - ピネンでは、入室法

の方がにおい袋法よりも臭気強度が高く、不快側に、非容認率は高く評価される傾向にあるとしている。

試料臭気の状態に関しては、サンプリングバッグに採取した試料の保存期間とサンプリングバッグ内の臭気の濃度の関係について、工場排気臭に関して岩崎ら<sup>33)</sup>が検討しており、採取後7日間程度であれば濃度の低下は問題がない範囲であるとしている。その保存と臭気の濃度の関係には保存状態も大きくかかわる要素であると考えられ、光田ら<sup>57)</sup>によって、サンプリングバッグに臭気を採取してから50°Cの遮光下で一日間保存した後の臭気濃度について、採取直後との間で比較しており、焼肉、餃子、ポテトの調理臭では臭気濃度の低下が見られたとしている。

試料臭気に関しては、サンプリングバッグからにおい袋への希釈過程における濃度への影響が懸念されるが、容量3Lのにおい袋に無臭空気を充填する際の、オペレータごとの無臭空気封入量のばらつきについて岩崎ら<sup>33)</sup>が調査しており、10名のオペレータで各調製者の平均値の標準偏差は66mLであったと報告している。また、におい袋への希釈は、無臭空気を封入したにおい袋のラベル面から注射器を用いて原臭を注入するが、三点比較式臭袋法では臭気注入後直ちにパネルへの提示が行われる。その間に注入された臭気が十分に拡散しているのかについて、岩崎ら<sup>33)</sup>が検討している。通常と同じ方法で臭気を注入したにおい袋の隅から、注射器で臭気を抜き取ってガスクロマトグラフで定量を行い、1分以内にほぼ均一な濃度となることを明らかにした。

器具の固有臭としては、サンプリングバッグやにおい袋の固有臭、また、それら器具に加えて希釈時に用いる注射器などへの臭気の吸着による臭気の濃度低下が要注意事項として挙げられてきた。前田<sup>58)</sup>は、におい袋を製造する3社 (JAOE 推奨: 当時) のにおい袋に、それぞれ無臭空気とα-ピネン (濃度5段階) を封入して主観評価実験を行って評価の差異を検討したが、大きな差異は見られなかったとしている。ただ、いずれも無臭空気で「強い」など臭気強度が高く評価される傾向が見られ、固有臭の影響の疑いがあるとしている。しかし、これは同時に、無臭空気供給装置を通した場合の無臭空気の無臭性の問題も含まれているのではないかと予想する。

試験室の状態のうち環境の要素として、光、音、空気、熱環境が挙げられるが、光(視)環境とにおい評価との関係についてはいくつか研究例が見られる。比較的原始的なアプローチとして、色の提示とにおい評価の関係について Dematte ら<sup>59)</sup>が行った検討がある。スペアミントと苺のにおいを用い、においの提示と併せてスクリーンにターコイズとピンクの色を表示させて、指定されたにおいに対応するキーボードをタイプし、その正誤率と反応時間を調べている。苺のにおいとピンク色の提示、スペアミントのにおいとターコイズ色の提示という視覚と嗅覚とが本来の組合せに近い場合の方が、色を入れ替えて提示した

場合よりも正誤率が高くなり、反応時間が速くなるとしている。この研究は、色がにおい評価に及ぼす影響を調べた研究ではないが、パネルがにおいを感じて認知する際に、視覚情報が影響を及ぼすことを示唆する結果である。坂井ら<sup>60)</sup>と今田ら<sup>61)</sup>は、予備実験で提示するにおいと最も合致する画像と合致しない画像とをにおい評価時に提示し、においの強さと快適性に及ぼす影響を検討した。その結果、合致する画像が提示される方が、合致しない画像提示時よりも臭気強度が高く評価されるが、快適性の評価には影響が見られなかったとしている。坂井らは、視覚と嗅覚とに相互作用があれば、画像と提示臭気が合致しない場合に干渉を起こし、強さ評価が低くなるのではないかと考えており、それが実証できたと述べている。

実験室の気圧とにおい評価との関係について、飛行機内の環境を想定して Kuehn ら<sup>15)</sup>が検討している。低圧下と高圧下とでブタノールの閾値を測定し、低圧下よりも高圧下の方が感覚が上昇するとしている。

検臭時の情報制御に関しては、検臭に対する注意力が評価に及ぼす影響について、合原ら<sup>62)</sup>が検討している。温熱や音、明るさと併せて空気質の評価を行わせる場合と、空気質の評価のみを行わせる場合の評価の差異を検討しており、空気質のみを評価させたの方がにおいの強さを高く評価する傾向にあったとしている。空気質評価に対する評価という作業が、空気への注意喚起を引き起こし、能動的に嗅覚を働かせることになり、におい知覚が鋭敏になるのではないかと推察している。

においの評価項目の性質に関する検討としては、永田ら<sup>63)</sup>はにおいの強さと濃度との関係について、硫化水素やスチレン等、48種の臭気物質について、閾上濃度の臭気強度評価について、濃度をパラメータとして濃度の対数－臭気強度評価関係の線形回帰を行い、臭気物質によってこの傾きが異なることを明らかにしている。永田ら<sup>64)</sup>は、同様に濃度をパラメータとして、快適性評価についても同様の検討を実施しており、その傾向を明らかにしたほか、においの強さと快適性の関係についても考察を実施している。大迫ら<sup>65)</sup>は、においの強さ評価に不快性や嫌悪性が影響すると考え、におい刺激により生じる生理的な強度と、最終的にパネルに認識される感覚的な強度とを区別して考え、感覚的強度にはにおいの質や快不快が影響すると考え、様々な成分臭の臭気評価実験から、におい物質の不快性が増すほどにおいの強さの感覚はより強く感じる傾向にあるとしており、におい評価項目間の相互関係について指摘している。強さや快適性のみならず、においの質の表現には多様な言語及び表現が古くから用いられてきているが、齊藤ら<sup>66)</sup>は、特ににおいの質を表現する言葉を取り上げ、41の成分臭と複合臭について121語を用意して、提示臭気を示す言葉を選択させる実験を実施した。パネルは、提示語以外にも適切だと考えた言葉について自由記述で追加したことと、83語が追加され、それぞれの臭気に対する選択された表現

語を整理した資料を提示している。

#### ◇実験者側因子

パネル属性に関する検討としては、三点比較式臭袋法に関する日本環境センターにおける検討が挙げられる。竹内ら<sup>67)</sup>は、パネルの鼻の良さ（嗅力の鋭敏さ）が全てのにおい物質に対して共通するものであるかをT&T オルファクトメータの5基準臭とフェノールについて検討しており、全パネルの80%は臭気間の嗅力の差異は認められない一方で、臭気物質によって感度が異なるパネルが20%おり、パネルは必ずしもにおい物質共通の感度を持つわけではないことが明らかになったとしている。竹内ら<sup>67)</sup>は他にも、多くの要素について検討を試みており、年齢による閾値への影響では37歳以上で閾値が高くなる傾向が見られるとしている。性差については、メチルシクロペンテノロン、イソ吉草酸、γ-ウンデカラクトンの3つの臭気で男性よりも女性の方が閾値が低い傾向にあったと報告している。また、パネルの喫煙習慣については、明瞭な関係は見られなかったとしている。また、岡安ら<sup>68)</sup>はパネルに繰返し閾値測定を行い、実験への熟練度が閾値に及ぼす影響を調べている。T&T オルファクトメータの5基準臭とフェノールについて、におい紙を用いた5の2法で測定未経験者に繰返し閾値測定を行い、全体の1/3～1/2のパネルは1回目より2回目の閾値が低くなる傾向が見られたとしている。これを「練習効果」と呼び、未経験者は練習を行う必要があるとしている一方で、さらに繰返し測定を行うことで、測定される閾値は「訓練効果」により低くなるかについても検討しているが、「訓練効果」は見られなかったとしている。

年齢や性差に関する検討は、比較的多い。斎藤ら<sup>69)</sup>は、におい紙を用いた5の2法を用いてT&T オルファクトメータの5基準臭について20～81歳のパネル群に対して閾値測定を行い、60歳以上のパネルでは閾値が徐々に上昇する傾向が見られたとしている。また、斎藤らは喫煙者と非喫煙者についても比較を行っており、非喫煙者の方が有意に低い閾値であったとしており、前述の竹内らと異なる知見である。Murphy<sup>70)</sup>は、20歳前後のパネルと60～90代のパネルとに、濃度を数段階調整したメントールのにおいを用いて臭気強度評価を行わせ、濃度－強度関係の線形回帰線の傾きが、年齢層で有意に異なったとしている。Stevens<sup>71)</sup>らは、イソアミルブチレートなど6種の臭気を20歳前後の若年齢群と70～80歳代高年齢群のパネルに嗅がせて評価させ、若年齢群の方が感度が高かったとしている。Dotyら<sup>72)</sup>は、5～99歳のパネルに対して40種のにおいの識別に基づく嗅覚検査手法であるUPSIT(University of Pennsylvania Smell Identification Test)を用いて、UPSITのスコアで年齢による比較を行っている。5～9歳や60歳以上でスコアが低くなる傾向が見られ、併せて検討された男女差では、全年齢で女性の方がスコアが高い結果であつ

たとしている。Cain<sup>73)</sup> は、80 種の生活空間のにおいを用いて、男女のパネルに「一般人」を想定させた上で、「一般人」がそのにおいを嗅いでにおいの名前を特定できるかについて評価させて、男女間の比較をしている。その結果、におい種によって男女で識別可能とした度合が異なっており、女性が男性よりも想定させた「一般人」の嗅力を過信する傾向にあること、また、評価に用いた形容詞を男性とは異なる認識で解釈していることを理由として挙げている。

Youngentob ら<sup>74)</sup> は、ブタノールを用いて目を閉じて片側の鼻孔に付臭・無臭の空気を送り込む導管とノーズピースを用いて実験を行い、付臭ノーズピースを同定できるかという形で左右の鼻孔の感度差を調べている。その結果、左右のどちらかが優れている被験者が多くおり、精査すると左利き被験者は左の鼻孔の閾値が低く、右利きの被験者は右の鼻孔の閾値が低い傾向が顕著であったとしている。

パネルは、実験日の状態、実験時の状態によっても体調の差異などがあることは当然考えられ、パネルの状態による評価への影響も懸念される。特に女性は、生理周期によって嗅覚への鋭敏性が異なるということは古くから言われてきており、Ayabe ら<sup>75)</sup> は、ペンタライドとアンドロステノール（合成じや香様臭）の閾値を週 3 回の測定により継続的に実施して、ペンタライドの閾値は卵胞期よりも黄体期の方が低く、アンドロステノールは卵胞期よりも排卵期の方が低く、黄体期は顕著に卵胞期よりも低かったとしている。Watanabe ら<sup>76)</sup> は、シクロペンタデカノリドの閾上濃度について、継続的な臭気強度評価を 1 生理周期にわたって行い、濃度の対数－強度評価関係の回帰線の傾きが、月経開始 4 日前をピークに急勾配となり、その後勾配が緩やかになったとしている。

においの評価実験は、閾値測定の場合も含めて。複数の試料をパネルが続けて評価する場合が非常に多い。Doty ら<sup>77)</sup> は、フェニルエチルアルコールを用いて、2 つの提示試料のうち強いと感じる方を選択する手法について、試料提示間隔を 8 秒、16 秒、32 秒、64 秒として測定される閾値の差異について比較検討した。しかし、検臭間隔による閾値への影響は見られなかったとしている。

様々な要因によってパネル評価は同一パネルであっても日変動をする可能性があるが、平石ら<sup>78)</sup> は、タバコ臭を 28 日にわたって閾値測定した結果を報告しており、変動の程度を示している。

### 1. 3 本研究の構成

本論文は図 1.2 の様な 7 章構成となっている。

第 1 章では、においと人とのこれまでの結びつきから現代における建築周辺のにおい環境向上の必要性と、そのためににおい評価手法の高精度化、簡易化が必要であること、そ

して、におい評価を行う上で評価に影響を及ぼす要因について述べ、本研究を行う意義を明確にした。

第2章では、におい評価に影響を及ぼす要因の一つとして温湿度環境を取り上げ、異なる温湿度条件に設定した室で検臭を実施した結果について述べた。とりわけ温湿度のにおい評価への影響では、嗅覚閾値に及ぼす影響の可能性も指摘されていることから、嗅覚閾値と主観評価双方について検討を行いその影響の程度について把握を試みた。

第3章では、におい評価に影響を及ぼす要因の一つとして、検臭時に提示試料の名称をパネルに告知する場合と告知しない場合とでにおい評価に及ぼす影響について把握を試みた。試料名称の告知は、パネルににおい評価に対するバイアスを生じさせるという仮説に基づく検討であるが、その理由として、脳内で告知された名称の試料臭気に対する嗜好情報をパネルが過去の記憶から引き出して、におい評価にバイアスをかけるものと考えたため、検臭したパネルから別途調査した試料臭気に対する嗜好が評価に及ぼす影響についても検討を行った。

第4章では、におい評価を行うパネル数と評価の関係について検討した。多数パネルの単数回評価を少数パネルの複数回評価で代替できるかということを足掛かりに、ケーススタディとして60名の1回評価と6名の10回繰返し評価を比較し、評価傾向の違いについて考察した。また、少数パネルの評価傾向について、60名から得たデータを基に統計的な検討を実施し、少数パネルで母集団の評価と代替する可能性について検討を行った。

第5章では、におい評価を行う際の言語評定尺度を取り上げて、言語の意味のみで捉えられた尺度の表現用語間隔について把握した。言語評定尺度の表現用語間隔の認識は、文化的な背景の異なる被験者の年齢層に影響されている可能性があったため、近年の研究で採用例の多い学生等を対象とした若年齢層と、パネル採用の可能性のある中年齢層被験者、及び既往研究が実施された時期に被験者であったと推測される高年齢層被験者が認識する表現用語間隔それぞれについて検討し、取り上げた尺度の基本的な性質と年齢層による表現用語間隔の認識の差異について明らかにした。この結果から、現在採用例の多い環境省の臭気強度、快・不快度それぞれの尺度に、他の既往文献などで評価された結果を読替えるための表を作成した。また、実際にそれら尺度を評価に用いる場合に、表現用語間隔がその通りに認識されて使用されるのかについて、検臭を伴う各尺度の表現用語間隔について検討した。併せて、パネルに尺度を提示する場合に表現用語の順序や間隔を規定する要素が各尺度の表現用語間隔に及ぼす影響についても確認した。

第6章では、においの評価の基本となると思われるにおいの種類とにおいの濃度、それに加えてにおいを評価する際の5つの側面、においの強さ、印象、快適性、嗜好性、容認性の関係を明らかにすることで、においの種類とにおいの濃度から最終的に制御せねばな

## 第1章 序論

研究目的、既往研究と本研究の関係、論文構成

### 実験室の環境が評価に及ぼす影響の把握

#### 第2章 パネル周辺温湿度が嗅覚閾値と主観評価に及ぼす影響

嗅覚閾値への影響  
(低濃度臭気)

におい評価への影響  
(高濃度臭気)

### 実験時の情報統制が評価に及ぼす影響の把握

#### 第3章 試料情報がにおい評価に及ぼす影響の把握

試料情報の有無による影響  
試料名認識の可否

試料臭気への嗜好が評価に及ぼす影響

### パネル数の少数化の可能性に関する検討

#### 第4章 多数パネルと少数パネルとの評価傾向の差異の検討

60名1回と6名10回の評価傾向の比較

嗅覚疲労の影響の検証

選抜6名の評価傾向の特異性の検証

人数をパラメータとした評価のばらつきの検討

### 評価ツールの妥当性に関する検討

#### 第5章 言語評定尺度の表現用語間隔に関する検討

言語イメージに基づく表現用語間隔の把握

表現用語間隔に対する認識の年齢層比較

環境省尺度への読み替え資料の作成

検臭を伴う場合の表現用語間隔に対する認識

尺度提示手法が表現用語間隔に及ぼす影響の把握

### 評価項目の性質と相互関係に関する検討

#### 第6章 建築材料のにおい評価構造の把握

臭気濃度と各評価項目の関係の把握

各評価項目間の関係の把握

主観評価構造の推定

## 第7章 総括

図1.2 本論文の構成

らない室内のにおい環境評価を予測することを目的に、建築材料から発生するにおいを取り上げて主観評価実験を行い、得られた評価から、それら5側面の基本的な性質として濃度をパラメータとしてそれぞれの性質を明らかとしたほか、各評価側面同士の相互関係について明らかとした。また、測定に関わる作業量の多い三点比較式臭袋法による臭気濃度の測定を行わずとも、環境の最終的な評価が予測できる回帰式の作成を行い、におい測定の簡易化を図った。そしてそれらの結果を踏まえて、建築材料のにおいの主観評価構造について推定を行った。

第7章では、以上の結果をまとめ、本研究の成果を明らかとした。

### 参考文献

- 1) 山田憲太郎：ものと人間の文化史 27 香料 日本のにおい，法政大学出版局，1978
- 2) 石黒辰吉：臭気の測定と対策技術，オーム社，2002
- 3) 室内の臭気に関する対策・維持管理規準，日本建築学会環境基準 AIJES-A003-2005, 2005
- 4) 平成七年環境庁告示第六十三号：臭気指数及び臭気排出強度の算定の方法，1995
- 5) 嗅覚測定法マニュアル 第五版：(社)におい・かおり環境協会，2005
- 6) 山内昭雄，鮎川武二：感覚の地図帳，講談社，2001
- 7) H. Stone: Influence of temperature on olfactory sensitivity, Journal of Applied Physiology 18, pp. 746-751, 1963
- 8) C. Philpott, P. Goodenough, C. Passant, A. Robertson, G. Murty: The effect of temperature, humidity and peak inspiratory nasal flow on olfactory thresholds, Clinical Otolaryngology & Allied Sciences Vol. 29 No. 1, pp. 24-31, 2004
- 9) 楢崎正也, 板田昌彦：体臭に基づく必要換気量算定のための基礎的研究 その7. 高温状態における臭気強度と臭気不快度, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D, pp. 315-316, 1985
- 10) 木村建一, 岩下剛, 土井晋, 佐藤友昭, 大瀧友敬：空気温度の臭気感覚へ及ぼす影響に関する研究, 空気調和・衛生工学会学術講演論文集, pp. 1197-1200, 1990
- 11) 荒川武志, 光田恵：臭気感覚評価に影響を及ぼす環境要因に関する研究 その1. 被験者室内の温度が臭気評価に及ぼす影響, 日本建築学会東海支部研究報告集 第38号, pp. 453-456, 2000
- 12) 光田恵, 渡邊慎一, 山中俊夫：室内における気温とにおいの複合効果に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1, pp. 933-934, 2004
- 13) 深尾仁, 梅主洋一郎, 佐川祐一郎, 平野功, 島上和則：室内空気環境の評価研究 - その1 溫湿度変化による香り認知特性実験 -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D, pp. 673-674, 1990
- 14) L. Fang G. Clausen, 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
- 15) M. Kuehn, H. Welsch, T. Zahnert: Changes of pressure and humidity affect olfactory function, European Archives of Oto-Rhino-Laryngology vol. 265 No. 3, pp. 299-302, 2008
- 16) 清水則夫, 南野脩, 小峯裕己, 安藤圭吾, 杖先寿里：湿度と臭いの関係について, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp. 153-156, 1993

- 17) 塩谷奈緒子, 五十嵐由利子, 萬羽郁子: 湿度環境の臭気主観評価への影響, 日本家政学会大会研究発表要旨集 第59回, p. 130, 2007
- 18) H. Distel, R. Hudson: Judgement of odor intensity is influenced by subjects' knowledge of the odor source, *Chemical Senses* 26, pp. 247-251, 2001
- 19) 坂井信之, 小早川達, 斎藤幸子: 認知的要因がにおいの知覚と順応過程に及ぼす影響, におい・かおり環境学会誌, 35巻1号, pp. 22-25, 2004
- 20) 小林剛史, 小早川達, 秋山幸代, 戸田英樹, 斎藤幸子: 断続提示されるにおい刺激に対する感覚強度変化: 認知的要因と学習効果, におい・かおり環境学会誌, 36巻1号, pp. 23-30, 2005
- 21) R. S. Herz, J. von Clef: The influence of verbal labeling on the perception of odors; Evidence for olfactory illusions?, *Perception*, Vol30, pp. 381-391, 2001
- 22) P. Dalton, C. J. Wysocki, M. J. Brody, H. J. Lawley: The influence of cognitive bias on the perceived odor, irritation and health symptoms from chemical exposure, *International Archives of Occupational and Environmental Health* 69, pp. 407-417, 1997
- 23) J. Djordjevic, J. N. Lundstrom, F. Clement, J. A. Boyle, S. Pouliot, M. Jones-Gotman: A Rose by Any Other Name: Would it Smell as Sweet?, *Jounal of Neurophysiology* 99, pp. 386-393, 2008
- 24) 藤原美紗子, 相良和伸, 山中俊夫, 甲谷寿史: 試料名告知の真偽がにおいの主観評価に及ぼす影響, 空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集, pp. 37-40, 2005
- 25) H. Distel, S. Ayabe-Kanamura, M. Martinez-Gomez, I. Schicker, T. Kobayakawa, S. Saito, R. Hudson: Perception of Everyday Odors - Correlation between Intensity, Familiarity and Strength of Hedonic Judgement, *Chemical Senses* 24, pp. 191-199, 1999
- 26) 古芝由希子, 相良和伸, 山中俊夫, 甲谷寿史: においを伴う体験とにおいの主観評価との関連性に関する研究, 日本建築学会近畿支部研究報告集 第47号 環境系, pp. 45-48, 2007. 6
- 27) 綾部早穂, 斎藤幸子, 菊池正: ニオイの知覚に及ぼす経験の影響, 筑波大学心理学研究 24, pp. 1-5, 2002
- 28) 北村清明, 岩崎好陽: コンピューターシミュレーションによる三点比較式臭袋法の精度の検討, 大気環境学会誌 36(2), pp. 88-98, 2001
- 29) 辰市祐久, 岩崎好陽: 三点比較式臭袋法とオルファクトメーター法の比較, 東京都環境科学研究所年報, pp. 201-205, 2001
- 30) 辰市祐久, 樋口雅人, 上野広行, 岩崎好陽: 嗅覚測定における欧州規格法と告示法の比較, 東京都環境科学研究所年報, pp. 80-84, 2004
- 31) 樋口雅人, 上野広行: 嗅覚測定における欧州規格法と告示法の比較 (その2), 東京都環境科学研究所年報, pp. 115-121, 2005
- 32) 天野冴子, 上野広行: 嗅覚測定における欧州規格法と告示法の比較 (その3), 東京都環境科学研究所年報, pp. 50-56, 2006
- 33) 岩崎好陽, 福島悠, 中浦久雄, 矢島恒広, 石黒辰吉: 三点比較式臭袋による臭気の測定 (I) 発生源における測定, 大気汚染学会誌 13, pp. 246-251, 1978
- 34) 大迫政浩, 西田耕之助, 宮田健一, 光田恵: 程度表現語の数値的検討に基づく臭気の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
- 35) 木村建一, 田辺新一, 小峯裕己, 杉浦正二, 岩田利枝, 土井晋: 喫煙空間の空気環境

に関する実験研究（その 2. 人間の臭気強度・不満足率に基づく必要換気量の試算），空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp. 669-672, 1988

36) 木村建一, 吉沢晋, 池田耕一, 田辺新一, 岩下剛, 土井晋, 佐藤友昭: パネルの不快者率に基づく必要換気量・知覚空気汚染の予測と臭気強度スケールの検討, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp. 669-672, 1988

37) 山下俊雄, 矢野隆, 小林朝人: 騒音のうるささの尺度構成に関する実験研究, 日本音響学会誌, 50巻, 3号, pp. 215-216, 1994

38) N. Levine: The development of an annoyance scale for community noise assessment, Journal of Sound and Vibration, Vol. 74(2), pp. 265-279, 1981

39) 織田揮準: 評定尺度構成に関する研究 (II), 名古屋大學教育学部紀要 教育心理学科, pp. 89-104, 1969

40) C. P. Yaglou, E. C. Riley and D. I. Coggins: Ventilation Requirements, ASHVE Transaction, 42, pp. 133-162, 1936

41) B. Berg-Munch, G. Clausen, P. O. Fanger: Ventilation requirements for the control of body odor in spaces occupied by women, Environment International, Vol. 12, pp. 195-199, 1986

42) 楠崎正也, 佐藤隆二: 体臭に基づく必要換気量算定のための基礎的研究 その 4. 実験室調査における臭気強度と臭気不快度, 日本建築学会大会学術講演梗概集 計画系, pp. 361-362, 1983.9

43) 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

44) 南野脩, 清水則夫, 藤井正一: 建築物における必要換気量に関する研究 (第 2 報) 体臭を対象とした実験的研究—その 2 実験結果, 日本建築学会大会学術講演梗概集 計画系, pp. 347-348, 1981

45) 浅野賢二: 人体による空気汚染と感覚等の関係, 日本建築学会大会学術講演梗概集 計画系, pp. 349-350, 1981

46) 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. 9-19, 1990

47) C. P. Yaglou: Ventilation Requirements for Cigarette Smoke, ASHAE Transaction, 61, pp. 25-32, 1955

48) 楠崎正也: 喫煙と室内空気汚染, 空気清浄, 第 14巻, 第 4号, pp. 12-22, 1976

49) 南野脩, 藤井正一, 清水則夫: 建築物における必要換気量に関する研究 (第 3 報) タバコ臭を対象とした実験的研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 計画系, pp. 269-270, 1982

50) 平石年弘, 楠崎正也, 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 2) 小便臭の濃度と嗅覚反応の関係, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D, pp. 667-668, 1993

51) 光田恵, 磯田憲生, 梁瀬度子, 久保博子: 生ごみ臭の制御に関する研究 - 第 1 報 臭気発生量と必要換気量の検討 -, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D, pp. 665-666, 1993

52) 楠崎正也, 山中俊夫, 松井静子: 廚房の必要換気量に関する研究 その 1 官能試験法による調理臭の評価, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D, pp. 351-352, 1986

53) 光田恵: 廚房排気の臭気特性に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2, pp. 947-948, 2002

54) H. N. Knudsen, O. Valbjorn, P. A. Nielsen: Determination of Exposure-Response Relationships for Emissions from Building Products, *Indoor Air* 1998 vol. 8, pp. 264-275, 1998

55) 平間昭光, 澤田哲則, 朝倉靖弘, 佐藤義明, 佐藤司, 長谷川優, 佐藤晃壽: 木質建材の臭気評価, *林産試験場報* 第19卷第2号, 2005

56) 前田洋子, 相良和伸, 山中俊夫, 甲谷寿史: においの主観評価実験における入室法と臭袋法との比較検討, *日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2*, pp.839-840, 2006

57) 光田恵, 一ノ瀬秀仁, 小野口和義: 廚房排気の臭気測定における問題点の抽出, 第17回におい・かおり環境学会講演要旨集, pp. 71-72, 2004

58) 前田洋子: 入室法と臭袋法を用いたにおいの主観評価手法に関する研究, 大阪大学修士論文, 2007

59) M. L. Dematte, D. Sanabria, C. Spence: Cross-Modal Associations Between Odors and Colors, *Chemical Senses* 31, pp. 531-538, 2006

60) 坂井信之, 今田純雄, 斎藤幸子, 小早川達, 高島靖弘: ニオイと視覚刺激の一致/不一致がニオイの強度評定に及ぼす効果, *日本味と匂学会誌* Vol. 10, pp. 483-486, 2003

61) 今田純雄, 坂井信之, 斎藤幸子, 小早川達, 高島靖弘: ニオイと視覚刺激の一致/不一致がニオイの快不快評定に及ぼす効果, *日本味と匂学会誌* Vol. 10, pp. 811-814, 2003

62) 合原妙美, 岩下剛: 空気質評価への注意喚起が臭気強度及び許容度の申告値に及ぼす影響, *日本建築学会環境系論文集* 第567号, pp. 87-91, 2003

63) 永田好男, 竹内教文, 石黒智彦, 長谷川隆, 古川修, 仲山伸次, 重田芳廣: 悪臭物質の濃度と臭気強度との関係, *日本環境センター所報* No. 7, pp. 75-86, 1980

64) 永田好男, 石黒智彦, 長谷川隆, 竹内教文, 古川修, 仲山伸次, 重田芳廣: 悪臭物質の濃度と不快度の関係に関する検討, *日本環境センター所報* No. 8, pp. 76-82, 1981

65) 大迫政浩, 西田耕之助, 宮田健一: 臭気の感覚的強度に対する不快性の影響-生理的強度と感覚的強度-, *日本衛生学雑誌* 第44卷 第5号, pp. 1002-1008, 1989

66) 斎藤幸子, 飯田健夫, 坂口豊: 臭気物質に対する嗅感覚特性, *製品科学研究所研究報告* No. 102, pp. 13-23, 1985

67) 竹内教文, 岡安信二, 永田好男, 重田芳廣, 青木通佳: 基準臭を用いた嗅覚閾値測定 第1報 嗅覚閾値の分布と閾値に及ぼす諸要因, *日本環境センター所報* No. 5, pp. 99-105, 1978

68) 岡安信二, 永田好男, 竹内教文, 重田芳廣, 青木通佳: 基準臭を用いた嗅覚閾値測定 第2報 繰り返し測定による閾値の変動, *日本環境センター所報* No. 5, pp. 106-110, 1978

69) 斎藤幸子, 増田有香, 小早川達, 後藤なおみ, 溝口千恵, 高島靖弘: T&T オルファクトメータによる閾値と日本版スティック型検査法による同定能力の関係-20才から81才の108人の日本人を対象として-, *日本味と匂学会誌* Vol. 8 No. 2, pp. 143-149, 2001

70) C. Murphy: Age-related Effects on the Threshold, Psychophysical Function, and Pleasantness of Menthol, *Journal of Gerontology* Vol. 38 No. 2, pp. 217-222, 1983

71) J. C. Stevens, W. S. Cain: Age-related deficiency in the perceived strength of six odorants, *Chemical Senses* Vol. 10 No. 4, pp. 517-529, 1985

72) R. L. Doty, P. Shaman, S. L. Applebaum, R. Giberson, L. Siksorski, L. Rosenberg: Smell identification ability: changes with age, *Science*, Vol. 226, Issue 4681, 1441-1443, 1984

73) W. S. Cain: Odor identification by males and females: predictions vs

performance, Chemical Senses Vol. 7 No. 2, pp. 129-142, 1982

74) S. L. Youngentob, D. B. Kurtz, D. A. Leopold, M. M. Mozell, D. E. Hornung : Olfactory sensitivity: Is there laterality?, Chemical Senses Vol. 7, pp. 11-21, 1982

75) S. Ayabe-Kanamura, Y. Takashima, S. Saito: Changes in Detection Thresholds of Androstenol and Pentalide During the Menstrual Cycle, Proceeding of the 11th ISOT, pp. 334-335, 1993

76) K. Watanabe, K. Umezawa, T. Kurahashi: Human Olfactory Contrast Changes during the Menstrual Cycle, Japanese Journal of Physiology 52, pp. 353-359, 2002

77) R. L. Doty, T. P. Gregor, R. G. Settle: Influence of intertrial interval and sniff-bottle volume on phenyl ethyl alcohol odor detection thresholds, Chemical Senses Vol. 11 No. 2, pp. 259-264, 1986

78) 平石年弘, 楠崎正也, 佐藤隆二, 山中俊夫:ニオイの特性を求める実験におけるパネラーの申告差について, 日本建築学会近畿支部研究報告集, pp. 253-256, 1994

## 第2章 パネル周辺温湿度が嗅覚閾値と主観評価に及ぼす影響

### 2.1 はじめに

夏には、木々のにおいや雨のにおいが広がり、室内ではカビ臭かったり台所の生ゴミが臭かったりと、低温低湿な日本の冬と比べて多くのにおいを感じる機会がある。温度の上昇は、におい発生源からのにおいの発生を多くする要因の一つであろうし、湿度の上昇は反対に、発生源からのにおいの拡散を抑えると予想される。

だがここで、このような夏においを感じやすいのは、発生源に関わる問題のみなのであろうか、という疑問に当たる。高温や高湿下で嗅覚が感じやすく、あるいは感じにくくなることも可能性としては考えられる。その様な現象があるのであれば、におい評価を行う際には大きな影響要因となる可能性であるとも言え、嗅覚測定法を行う上で見過ごせない要素である。

嗅覚は、化学物質が鼻粘膜に触れて嗅神経や三叉神経の興奮を引き起こして、その興奮が脳に伝わり生じるとされている。化学物質の量が変化すれば、嗅覚も併せて変化することが想像できるが、化学物質量が同じで人間周辺の温湿度が異なる場合に嗅覚は異なるのであろうか。または、感覚としては変化がなくとも、脳での情報処理時に暑さや寒さ評価と関連して、におい評価が影響を受けることも考えられる。

こういった問題に対しては、比較的古くから検証の取組が行われている。Stone<sup>1)</sup>は、臭気の温度を調整(12.5, 15°C, 20°C, 25°C, 35°C)し、各温度での酢酸の閾値を測定している。結果、各温度間の閾値に有意差は見られなかった。差が見られなかった理由には、現地の気候の影響などを挙げているが、詳細は不明の様であり、パネルごとのばらつきなどを含めて閾値測定の難しさを感じさせる。同様の近年の研究では、Philpottら<sup>2)</sup>はフェニルエチルアルコール(バラ臭)を用いて、検臭する臭気の温湿度を調節して嗅覚閾値の差異を検討しているが、温度18.1～25.8°C、相対湿度22.5～53.8%の間で調整した検臭結果からは、温湿度の影響はなかったとしている。

臭気自身ではなく、パネル周辺環境の温湿度の臭気評価への影響という観点では、Kuehnら<sup>3)</sup>は、相対湿度30%と80%下での嗅覚閾値測定についてブタノールを用いて実施している。結果、湿度が高いほど嗅覚閾値は高くなる傾向を見出しているが、湿度に対する検討は30%と80%の2条件のみで、日本で多い環境である50～60%の条件については触れられておらず、果たして湿度-閾値関係が線形であるのかは不明である。閾値よりも濃度の高い域での臭気評価に関する検討としては、清水ら<sup>4)</sup>が、相対湿度を調整(40%, 60%, 80%)して、タバコの燃焼臭、ジメチルアミン、トルエン、硫化水素を取り上げて、「少し臭う」から「強

く臭う」程度の範囲の臭気強度について調べている。結果、全物質とも湿度が高くなるほど臭気強度が高くなるという影響が見られたとしている。これは湿度の詳細な影響まで検討されている研究であるが、温湿度を調整した2室を被験者が移動してそれぞれの室で入室直後ににおい評価を行うもので、いわば温熱的にも外来者評価を想定したものであり、熱的に順応した被験者による結果ではない。また、2室の湿度差と臭気強度評価の差を両軸にとって比べた場合には、上記の傾向が見られるという非常に微妙な影響であるともいえる。塩谷ら<sup>5)</sup>は調理臭(2,4デカジエナール)を取り上げて、温度を24～25°Cで固定し、相対湿度を30%、50%、70%の3段階を設定して湿度が臭気強度評価に及ぼす影響を検討しており、低湿度環境下では全濃度域で臭気強度が低く評価される傾向にある一方で、高湿度環境下では低濃度域では臭気強度を高く、高濃度域では低く評価する傾向が見られたとしている。この研究では具体的な傾向が提示され、臭気評価への湿度の影響が示唆されているが、被験者が4名と少なく、さらなる検討が必要と思われる。Fangら<sup>6)</sup>は、温湿度を変化させて(温度18°C、23°C、28°C、相対湿度30%、50%、70%)、PVC床タイル、ベンキ、床用ニス、カーペット、シーラント材のにおいについて調べているが、いずれも臭気強度評価にほとんど差異は見られなかったとしている。ただ、許容度は高温高湿の条件で低くなる傾向にあった。

このように温湿度と臭気評価との関係には、差異が見られたり見られなかつたりと様々な検討結果が挙げられており、パネル周辺温湿度が嗅覚閾値及び臭気評価に及ぼす影響の把握は、必要と認識されながらも明らかとされていないのが現状である。臭気評価実験は、日本建築学会規準<sup>7)</sup>では、温度が20～25°C、相対湿度が50%程度にできるだけ制御する様記されている他、嗅覚測定法マニュアル<sup>8)</sup>で夏期25°C以下、冬期17°C以上に保ち、相対湿度は40～70%の範囲が望ましいとされているが、一般的には厳密な温湿度調整が可能な試験室での評価が必ずしも行われているわけではなく、逆に臭気評価時の温湿度を測定しておいて、実験後に評価を温湿度影響分だけ補正できるような資料を作ることができれば、より現実的であると考える。そこで本章では、そのような資料作りのための基礎検討として、室内に存在する臭気を取り上げ、パネル周辺温湿度が嗅覚閾値及び臭気評価に及ぼす影響について明らかとすることを目的に検討した結果について述べる。

## 2. 2 温湿度条件が嗅覚閾値に及ぼす影響の把握

### 2. 2. 1 実験概要

実験に用いた臭気物質は、生活空間に存在するにおいを想定した上で、複合臭よりも温湿度の影響を純粹に見るため、 $\alpha$ -ピネン(木材臭)、トルエン(塗料臭)、メチルメルカプタン(腐敗臭)の3種類の臭気物質を選定した。尚、トルエン、メチルメルカプタンは、

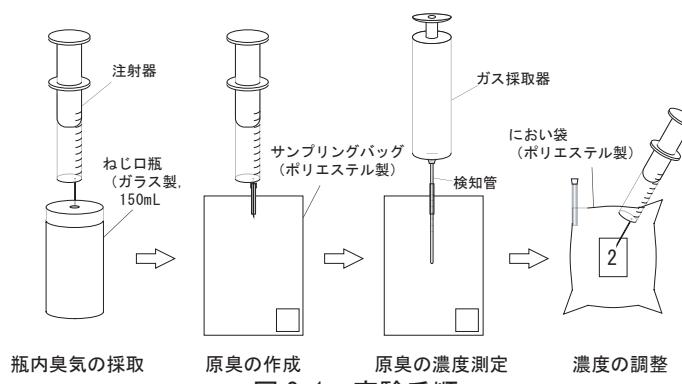


図 2.1 実験手順

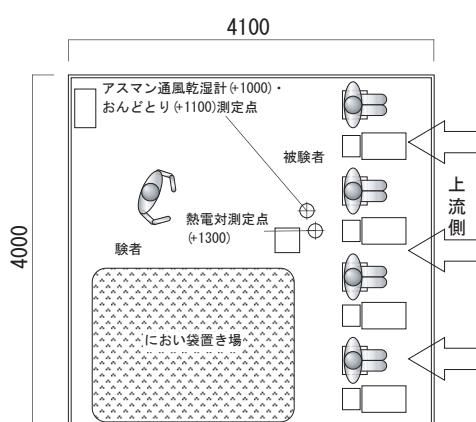


図 2.2 実験室平面

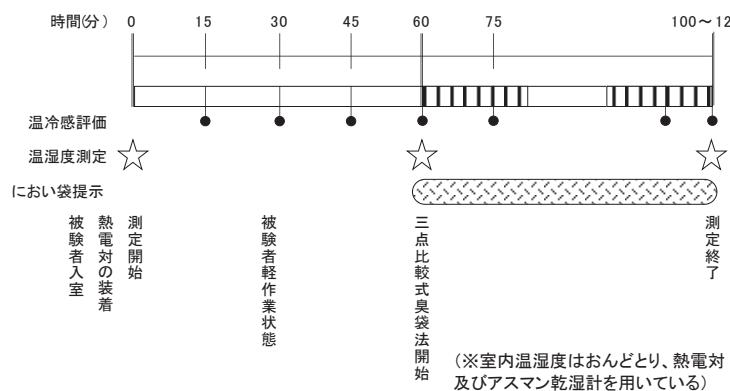


図 2.3 実験スケジュール

表 2.1 設定温湿度条件

温度 [°C]	相対湿度 [%]		
	25	50	75
20			○
25	○	○	○
30		○	

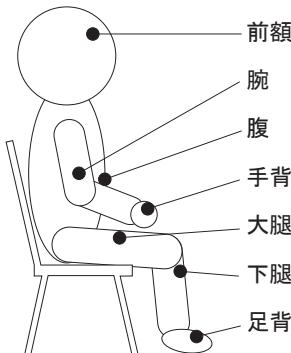


図 2.4 皮膚温湿度測定箇所 (7 点)

悪臭防止法指定物質である。

実験は図 2.1 のような手順で行った。3種類の各臭気物質をそれぞれガラス瓶（容量 150ml）に適量入れ、瓶内が十分臭気で満たされた後、注射器を用いて瓶内ヘッドスペースの臭気を取りだし、サンプリングバッグに注入した。検知管を用いてサンプリングバッグ内臭気の濃度を特定した後、無臭空気供給装置を用いて無臭空気を捕集したにおい袋に注射器を用いて臭気を注入し、所定の倍数に希釈し提示試料とした。

設定した温湿度条件は表 2.1 に示す通りの 5 条件 (20°C 50%, 25°C 50%, 30°C 50%, 25°C 25%, 25°C 75%) で、設定条件に調整した人工気候室でパネルに試料を提示した。パネルは

暑い	極端に快
暖かい	かなり快
やや暖かい	快
どちらでもない	やや快
やや涼しい	快でも不快でもない
涼しい	やや不快
寒い	不快
	かなり不快
	極端に不快

(1)温冷感

非常に湿った	(3)熱的快不快
湿った	
やや湿った	
どちらでもない	
やや乾いた	
乾いた	
非常に乾いた	

(2)乾湿感

図 2.5 温冷感評価項目

T&T オルファクトメータに合格した 22～24 歳の男子学生 8 名であり、以下の両実験とも 1 つの温湿度条件につき各 3 回の実験を行った。また、実験時のパネルは、着衣が T シャツと長ズボン等で約 0.5clo、代謝量は椅子座軽作業を想定して 1.2met とした。

実験は、2002 年 6 月 1 日～11 月 1 日に三点比較式臭袋法を用いて実施した。検臭には鼻あて（ポリエチレンテレフタレート製）を用いて、袋内臭気を押し出して吸引する方法とした。尚、三点比較式臭袋法とは、臭気の濃度測定法の一つである。具体的には、三個のにおい袋のうちの一つを付臭袋とし、残りの二個の無臭袋と合わせて三個のにおい袋についてパネルに検臭を行わせ、付臭袋を回答させる方法であり、回答が正解であれば付臭袋に封入する臭気の濃度を 3 倍に希釈して再度三個のにおい袋から付臭袋を回答する試行を繰返す、下降法と呼ばれる手法が現在国内で一般的に用いられる。平成 7 年 4 月の悪臭防止法改正によって同法に採用された手法である。本実験では、三点比較式臭袋法は 3 倍系列にて希釈を行い、下降法によって、選定した 3 種の臭気について行った。パネルは人工気候室内では図 2.2 の様な配置につき、図 2.3 に示すスケジュールに沿って 1 時間椅子座軽作業状態（読書・簡単な書き取り等）を保持して待機し、各温湿度条件に順応した後に実験を行った。その間、Hardy&DuBois の 7 点法<sup>9)</sup>（図 2.4）に基づいて皮膚に装着した T 型熱電対で皮膚温を測定し、皮膚温が定常状態になることを確認した。また、実験中は 15 分おきにパネルに図 2.5 に示す項目に関して温冷感申告を実施させた。

## 2. 2. 2 実験結果

### 1) 平均皮膚温変動と温冷感評価

図 2.6 にパネルの平均皮膚温の時系列変動を示す。多くの温湿度条件で、入室後 30 分でほぼ一定の平均皮膚温となる傾向が見られる。しかし、20°C 50% の条件では、入室 1 時間後までは一定の平均皮膚温であるが、以降下がる傾向が見られた。本実験は入室後 60 分後から臭気評価を行ったが、極端に温湿度の低い条件下での長時間の曝露には注意が必要であると思われる。今回は 20°C 50% 条件も平均皮膚温の低下は 1°C 程度であったので、大きな影響はないと判断して考察を行うこととする。

図 2.7 と図 2.8 に各温湿度条件での温冷感評価を示す。円の面積で度数を示し、プロットは中央値を示す。20°C 50% 条件では「涼しい」付近の評価、25°C 50% 条件では「どちらでもない」付近の評価、30°C 50% 条件では「暑い」付近の評価となり、各温熱環境の条件設定は妥当であったと言える。

図 2.9 と図 2.10 に各温湿度条件での乾湿感評価を示す。設定湿度が高くなるほど乾湿感が高くなる傾向にあるが、25°C 25% 条件では、25°C 50% 条件と評価があまり変わらないことがうかがえる。また、20°C 50%、25°C 50%、30°C 50% の各条件でも、温度が高くなるほど乾湿感が高く評価される傾向にあることがわかった。

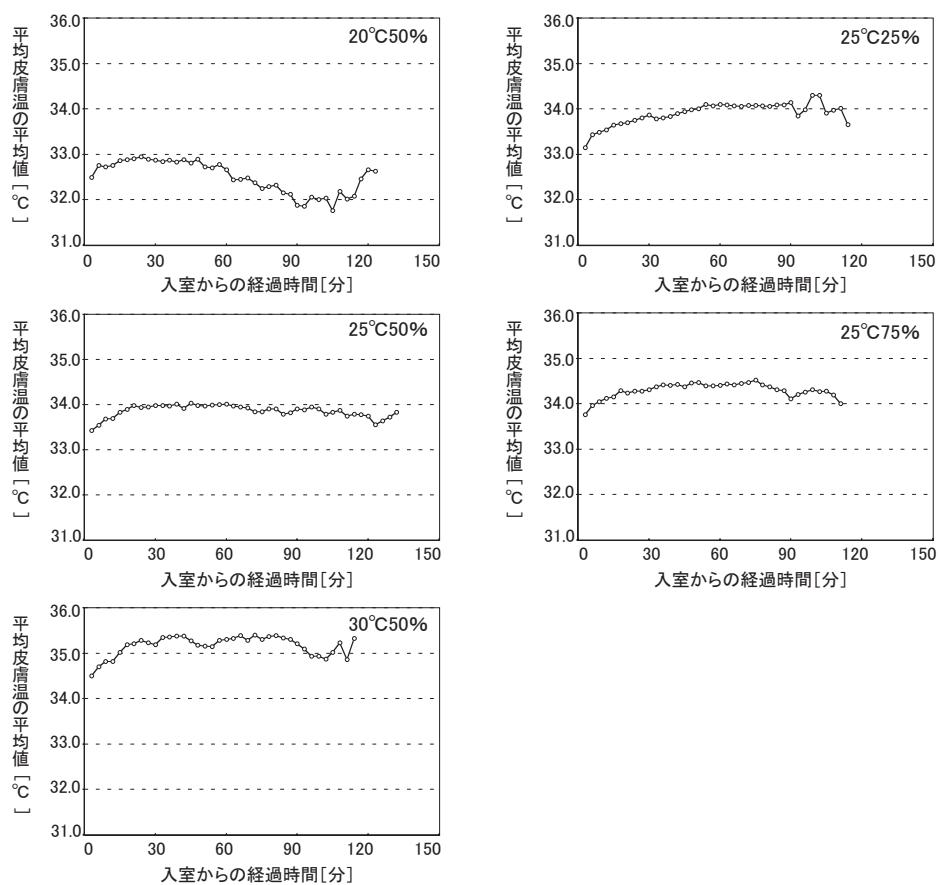


図 2.6 平均皮膚温の時系列変動

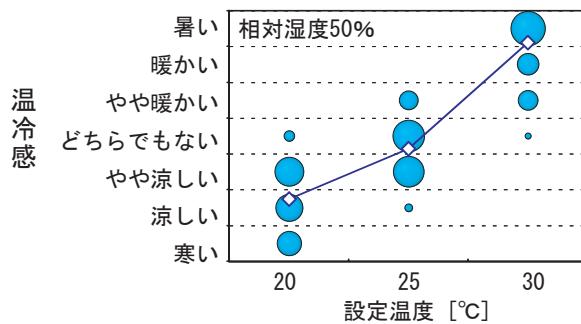


図 2.7 温冷感評価 (20°C, 25°C, 30°C)

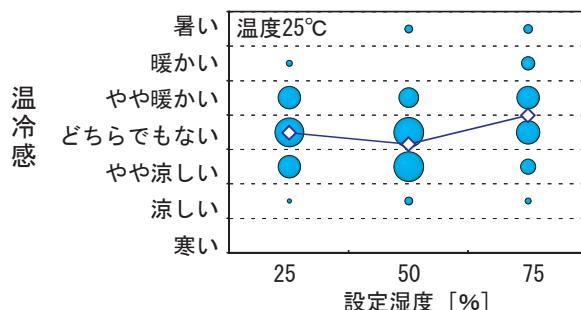


図 2.8 温冷感評価 (25%, 50%, 75%)

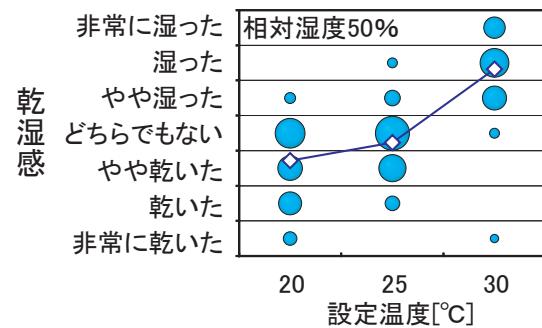


図 2.9 乾湿感評価 (20°C, 25°C, 30°C)

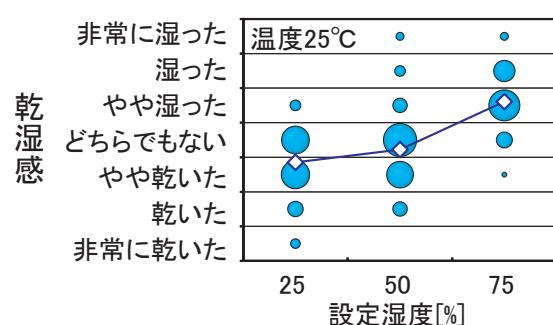


図 2.10 乾湿感評価 (25%, 50%, 75%)

## 2) 嗅覚閾値の比較

得られた結果より、各温湿度条件について個人内の閾値のばらつきと個人間の閾値のばらつきに概ね差異が見られなかった。これより各温湿度条件につき 8 名のパネルより得られた 3 回分の計 24 個のデータについて上下 6 個ずつのカットを行い、12 個のデータの平均値を各温湿度条件の代表閾値として図 2.11 に示した（光田らによる実験結果<sup>10)</sup>を併記）。また、温度条件間及び湿度条件間の嗅覚閾値について母平均の差の検定を行った結果を併せて示す（図中 \*\*、\*印）。温度条件間では、 $\alpha$ -ピネンでは 25°C で最も閾値が高くなり、20°C が最も低い閾値であった。トルエン及びメチルメルカプタンでは、温度が高くなるほど閾値が高くなる傾向が見られた。湿度条件間では、 $\alpha$ -ピネンでは、わずかではあるが 25°C で最も高く、20°C が最も低い濃度であった。トルエンでは、湿度が高くなるほど閾値が高くなる傾向が見られた。メチルメルカプタンでは、ほぼ湿度に関係なく一定の濃度であった。平均値の差の検定を行った結果は、温度条件間では、 $\alpha$ -ピネンの 25°C 条件が、他の温度条件と有意差が見られ、トルエンとメチルメルカプタンでは 30°C で他の温度条件との間に有意差が検出された。湿度条件間では、トルエンの 75% で他の湿度条件との間に有意差が見られた。これらの結果と参考の光田らの検討結果をまとめて考察すると、パネル周辺温度に関しては、概ね温度が高くなるほど閾値は高くなる傾向にあると考えられる。

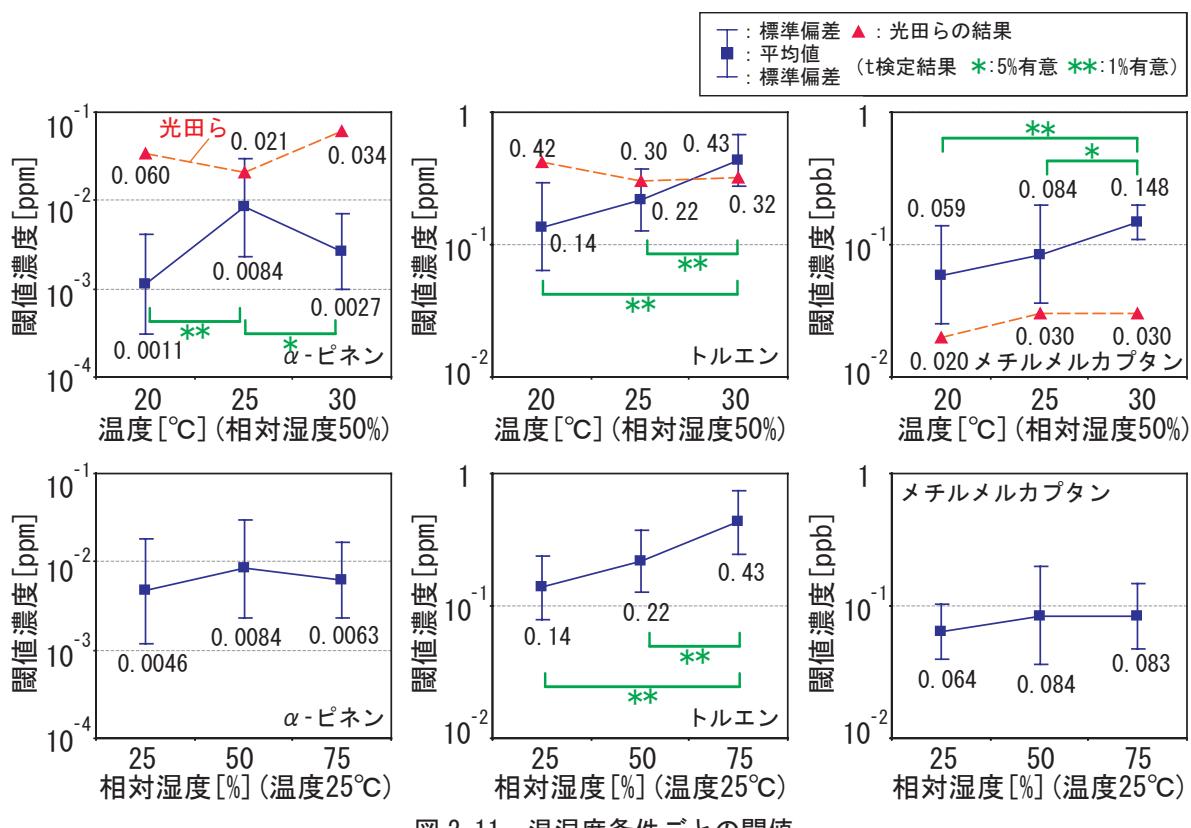


図 2.11 温湿度条件ごとの閾値

パネル周辺湿度に関しては、トルエンでは湿度が高いほど閾値が高い傾向にあったが、 $\alpha$ -ピネンとメチルメルカプタンでは温度と比較すれば、湿度の影響は小さいと言える。

## 2.3 溫湿度条件が臭気評価に及ぼす影響の把握

### 2.3.1 実験概要

実験は、2002年11月11日～1月20日に行った。用いた臭気物質、パネル、温湿度条件は前節と同様とし、臭気の提示はにおい袋(3L、ポリエチレン製)に臭気を封入して提示する方法を用いた。検臭時には鼻あてを用い、袋内臭気を押し出し吸引する手法とした。選定した3種の臭気について、表2.2に示すそれぞれ5段階の濃度に希釈を行い、図2.12に示す様に3分間隔で順不同にパネルに提示を行った。においの主観評価についての評価項目は、図2.13の通りである。においの強さ、快適性については大迫<sup>11)</sup>の研究より等間隔性が高いと考えられる表現用語を抽出して作成した、6段階の臭気強度及び9段階の快・不快度を用いた。印象については既往の研究<sup>12)</sup>により抽

表2.2 濃度条件

	物質濃度[ppm]					
	$\alpha$ -ピネン	0.01	0.03	0.1	0.3	1
トルエン	0.4	1.2	4	12	40	
メチルメルカプタン	0.0001	0.0003	0.001	0.003	0.01	

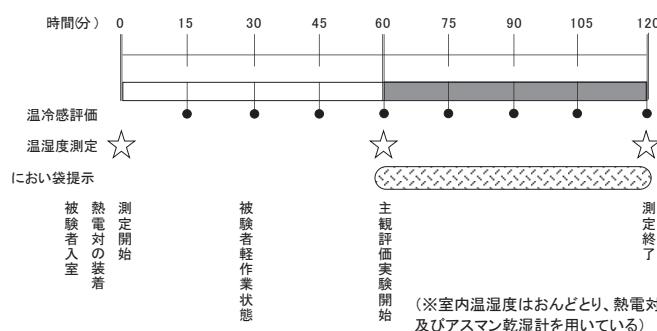
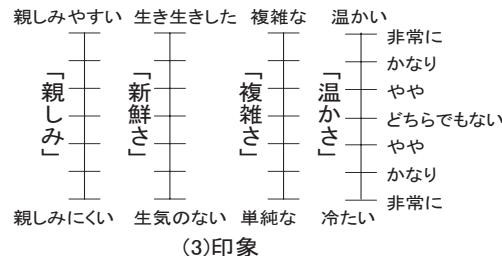
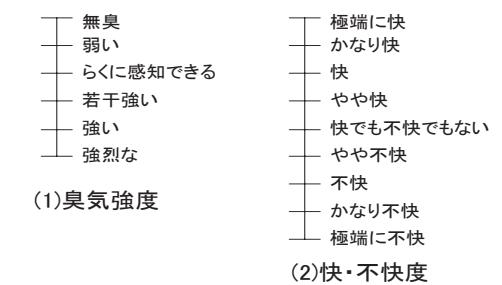


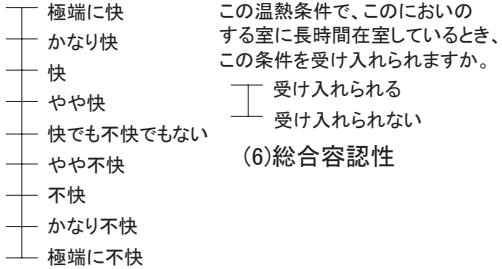
図2.12 タイムスケジュール



このにおいがする室内に長時間在室しているとき、このにおいを受け入れられますか。

受け入れられる  
受け入れられない

### (4) 容認性



受け入れられる  
受け入れられない

### (6) 総合容認性

### (5) 総合快不快

図2.13 臭気評価項目

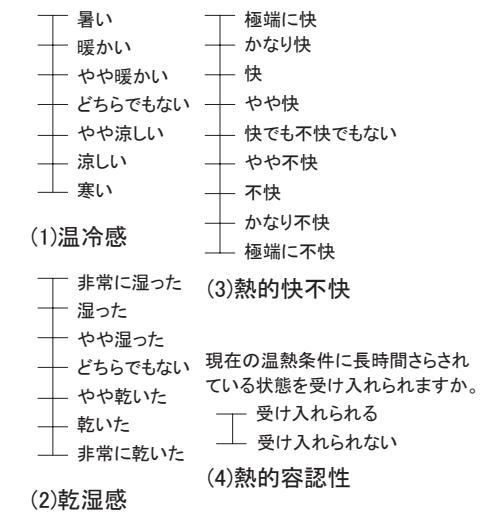


図2.14 温熱評価項目

出された4つの因子、「親しみ」、「新鮮さ」、「複雑さ」、「温かさ」について各7段階評価とした。容認性については、長時間その室にいる状態を想定させた上での許容の可否を評価させた。パネルは、三点比較式臭袋法の際と同様にT型熱電対を用いて皮膚温を測定した状態で1時間の待機時間を設けて、各温湿度条件にパネルが順応した後に実験を行った。また、15分おきに温熱環境の評価を行わせており、温冷感、乾湿感、熱的快不快、熱的容認性について図2.14の尺度を用いて評価を行わせた。複合環境評価の検討のため、臭気提示時にはにおいの各評価と併せて、においと温熱を総合した評価として、図2.13に示す総合快適性と総合容認性の総合評価も行わせたが、本論文ではこれについては扱わない。

## 2.3.2 におい評価の温湿度条件間比較

### (1) 臭気強度評価に及ぼす影響

図2.15に臭気の濃度毎に記した温度条件及び湿度条件と臭気強度との関係を示す。図は上段が温度条件間の比較、下段が湿度条件間の比較を表しており、横軸が温湿度条件、縦軸が臭気強度評価を示す。図中のプロットは8名に各3回ずつ行った評価を合計した24個の評価の中央値を表現しており、縦の線分で上端が第3四分位点、下端が第1四分位点を示す。 $\alpha$ -ピネンでは、温度条件間では30°C、湿度条件間では25%の条件下で、比較した温湿度条件よりも臭気強度がやや低く評価される傾向にある。トルエンでは、臭気の濃度によって若干傾向が異なるが、概ね温湿度の影響は受けていない。メチルメルカプタンでは、湿度条件間比較の25%条件下で、低濃度の臭気が低い臭気強度評価となった。

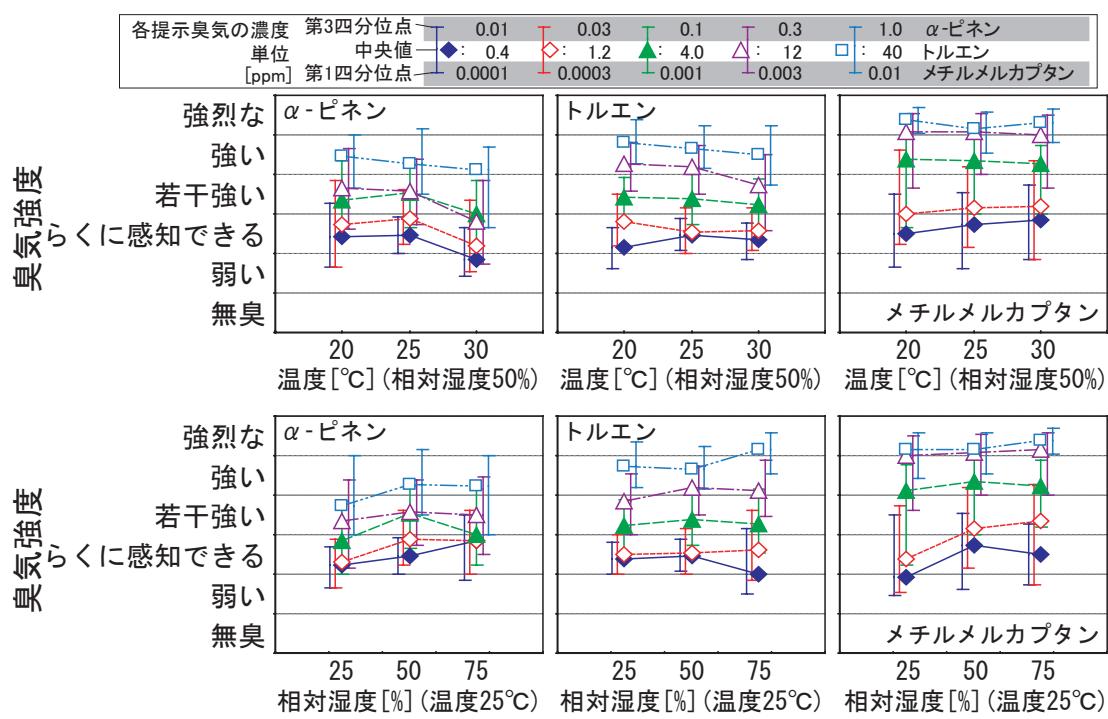


図2.15 温湿度条件と臭気強度との関係（上段：温度比較、下段：湿度条件比較）

## (2) においの印象に及ぼす影響

図2.16に臭気の濃度毎に記した温度条件と臭気強度との関係を示す。図2.17には、同様に湿度条件と臭気強度との関係を示す。図は横軸が温湿度条件、縦軸が印象の4因子(「親しみ」、「新鮮さ」、「複雑さ」、「温かさ」)の評価を示す。 $\alpha$ -ピネンでは、温度比較条件の30°C条件下で「親しみ」がやや高く評価される傾向にあった。湿度条件下では、「親しみ」の50%条件下でわずかに評価が低い傾向が見られた。トルエンでは、「温かさ」で温度が高いほど評価がわずかに高くなる傾向が見られた。メチルメルカプタンでは、温湿度条件に対する評価の差異は認められなかった。

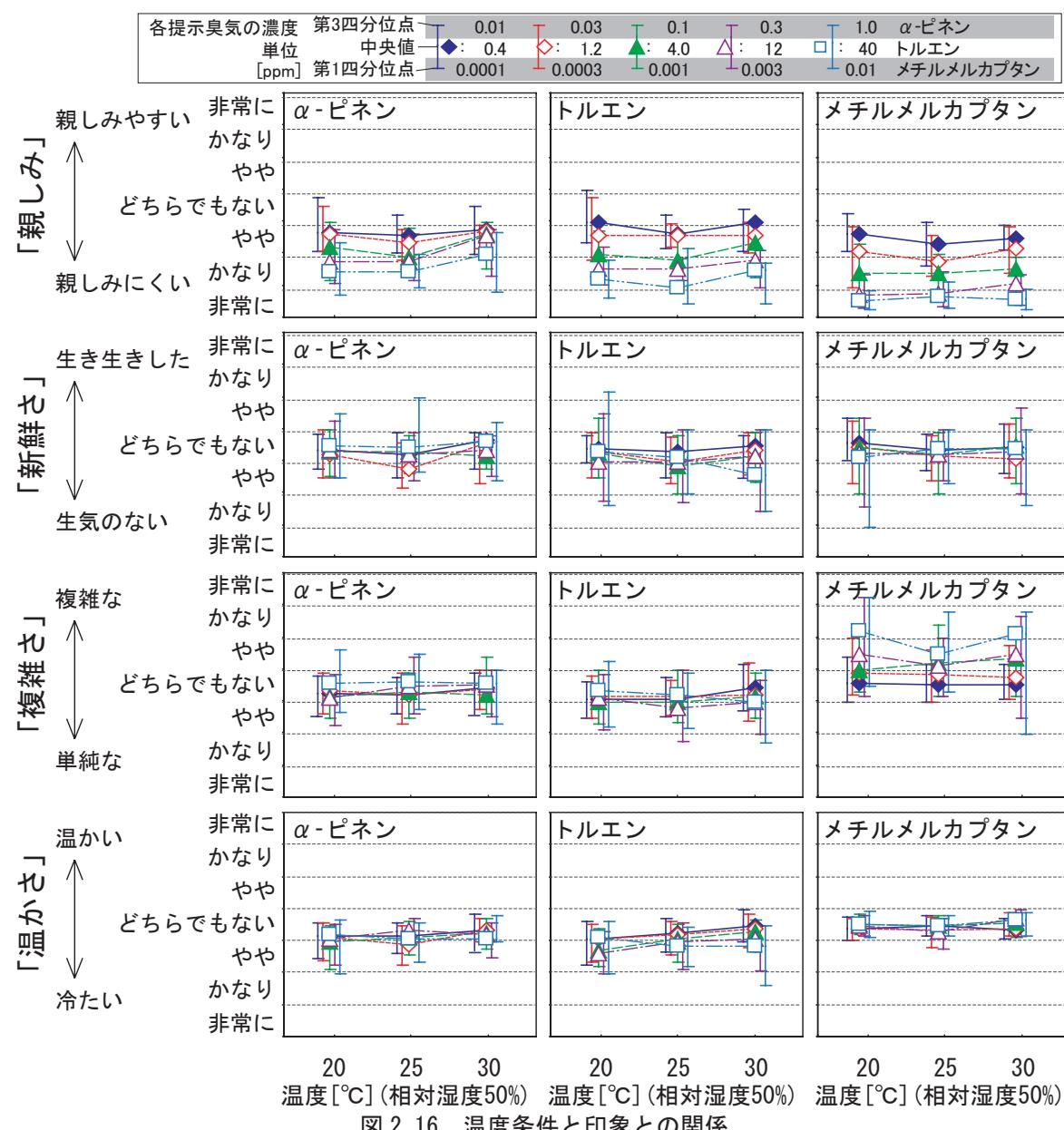


図2.16 温度条件と印象との関係

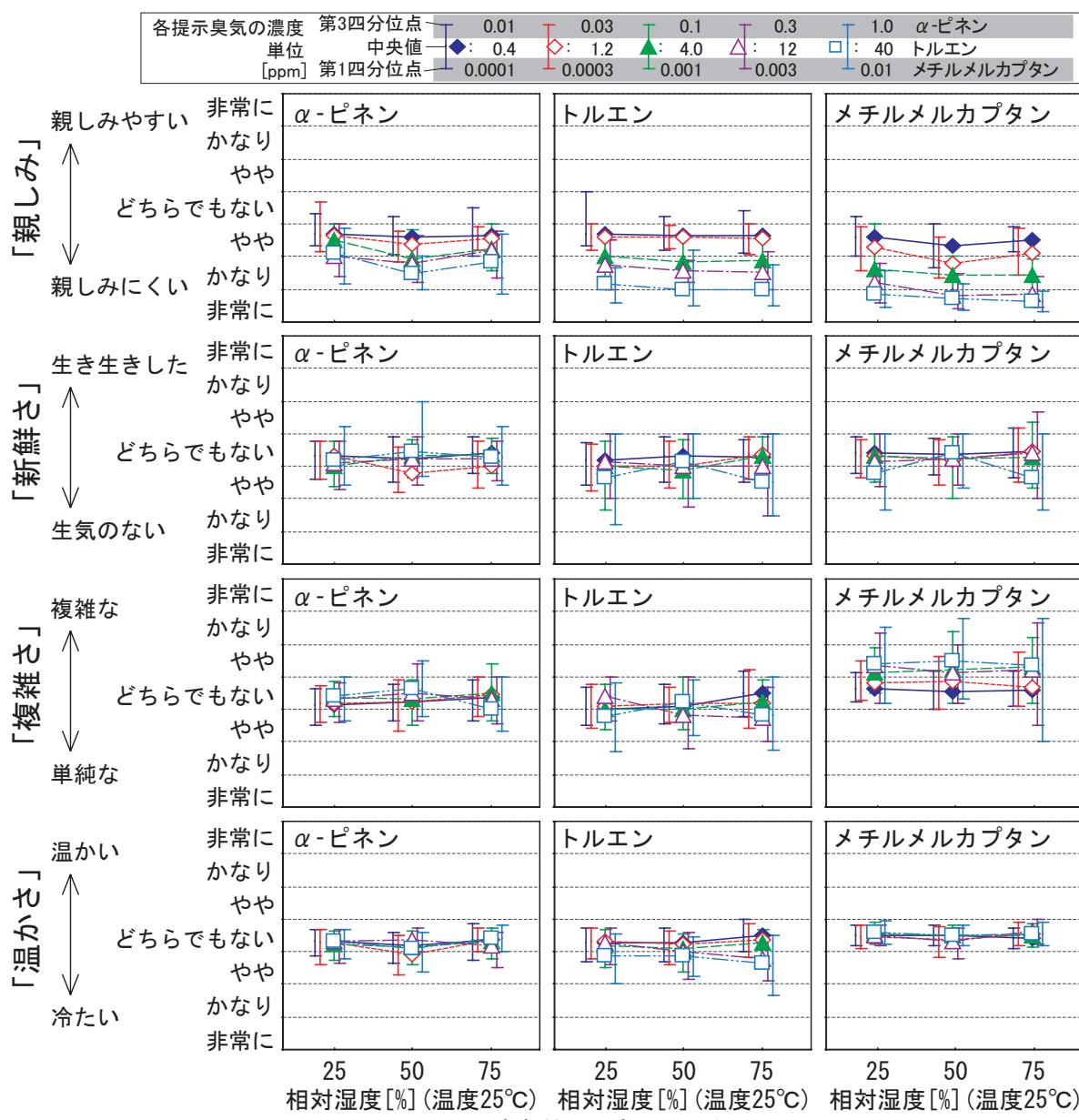


図 2.17 濡度条件と印象との関係

### (3) 快・不快度に及ぼす影響

図 2.18 に臭気の濃度毎に記した温度条件及び湿度条件と臭気強度との関係を示す。図は上段が温度条件間の比較、下段が湿度条件間の比較を表しており、横軸が温湿度条件、縦軸が快・不快度評価を示す。 $\alpha$ -ピネンに関しては、温度条件間ではわずかであるが温度が高いほど快・不快度評価が高くなる傾向が見られ、湿度条件間でもわずかであるが温度が高いほど快・不快度評価が低い傾向が見られる。トルエンでは、ほぼ温湿度による評価への影響は見られなかった。メチルメルカプタンでは、湿度条件間比較の 25% 条件下では快・不快度がやや高く評価される傾向にあった。

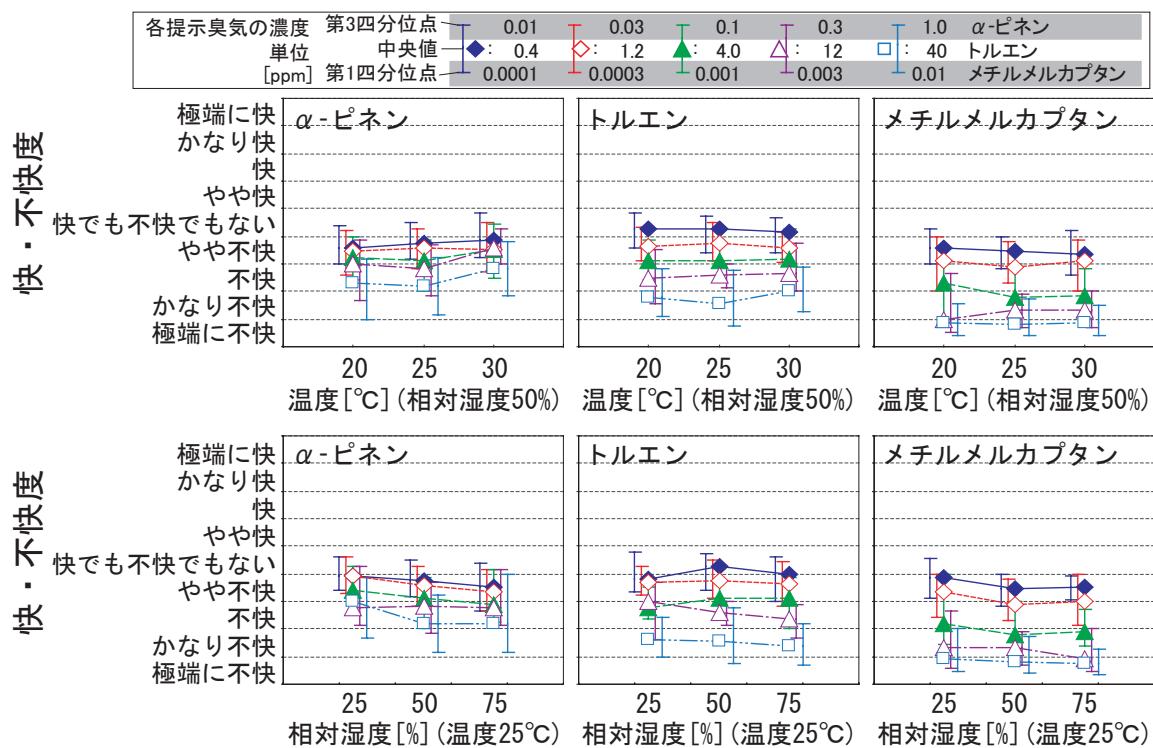


図 2.18 溫湿度条件と快・不快度との関係（上段：温度比較、下段：湿度条件比較）

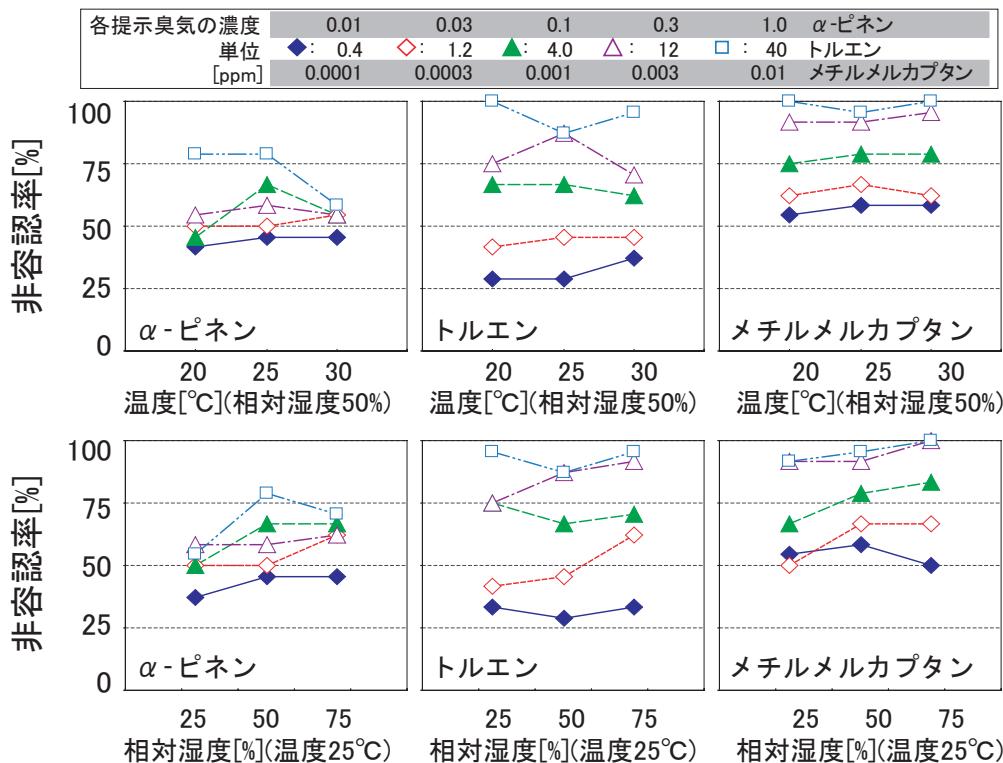


図 2.19 溫湿度条件と非容認率との関係（上段：温度比較、下段：湿度条件比較）

#### (4) 非容認率に及ぼす影響

図2.19に臭気の濃度毎に記した温度条件及び湿度条件と、許容の可否の評価について許容できないと回答したパネルの割合である非容認率との関係を示す。図は上段が温度条件間の比較、下段が湿度条件間の比較を表しており、横軸が温湿度条件、縦軸が非容認率を示す。 $\alpha$ -ピネンに関しては、温度条件間では、1.0ppmの最も高い濃度の臭気評価を除けば、温度が高いほどわずかに非容認率が高くなる傾向がうかがえる。湿度条件間でも湿度が高いほどわずかに非容認率が高くなる傾向がうかがえる。トルエンでは、臭気の濃度ごとに異なる傾向を示した。メチルメルカプタンでは、概して温度、湿度とも高くなるほどわずかに非容認率が高い。

### 2.3.3 濃度とにおい評価の関係の温湿度条件間比較

前項では、温度条件及び湿度条件間を取り上げて、温湿度が評価に及ぼす影響を検討したが、より詳細に温湿度とにおい評価の関係を見るためには、濃度に対する評価傾向が温湿度により影響を受けているかについての検討も必要であると考えられる。そこで、本項では、においの強さや質の評価について臭気濃度をパラメータとして、濃度-評価関係に及ぼす温湿度の影響を検討する。

#### (1) 濃度と臭気強度との関係

図2.20及び図2.21に臭気の濃度と臭気強度との関係を示す。図は横軸には各臭気の濃度、縦軸には臭気強度とし、図中のプロットは8名に各3回ずつ行った評価を合計した24個の評価の中央値を示しており、縦の線分で上端が第3四分位点、下端が第1四分位点を示す。また、図2.20は同一相対湿度条件下での温度条件（以下「温度比較条件」）ごとの濃度と臭気強度との関係を、図2.21は同一温度条件下での湿度条件（以下「湿度比較条件」）ごとの濃度と臭気強度との関係を示す。濃度と臭気強度との関係では、3種全ての臭気物質で、濃度が高くなるほど臭気強度が高くなる傾向が見られる。「温度比較条件」（図2.20）では、 $\alpha$ -ピネンの30°C条件で全体的ににおいを弱く評価していることがわかる。トルエンとメチルメルカプタンでは、ほとんど評価は一致している。「湿度比較条件」（図2.21）では、 $\alpha$ -ピネンの25%条件では全体的に弱く感じられており、メチルメルカプタンの25%条件では低濃度闘のみにおいが弱く感じられている傾向が見られる。トルエンでは、ほぼ一致している。

周辺温湿度による臭気強度評価への影響としては、中央値で1段階以内の影響にとどまつており、大きな差異とは言えない。また、特に悪臭防止法の指定物質でもある悪臭成分、トルエンとメチルメルカプタンに関しては、温湿度による影響は木材様臭である $\alpha$ -ピネンより小さい傾向が見られる。

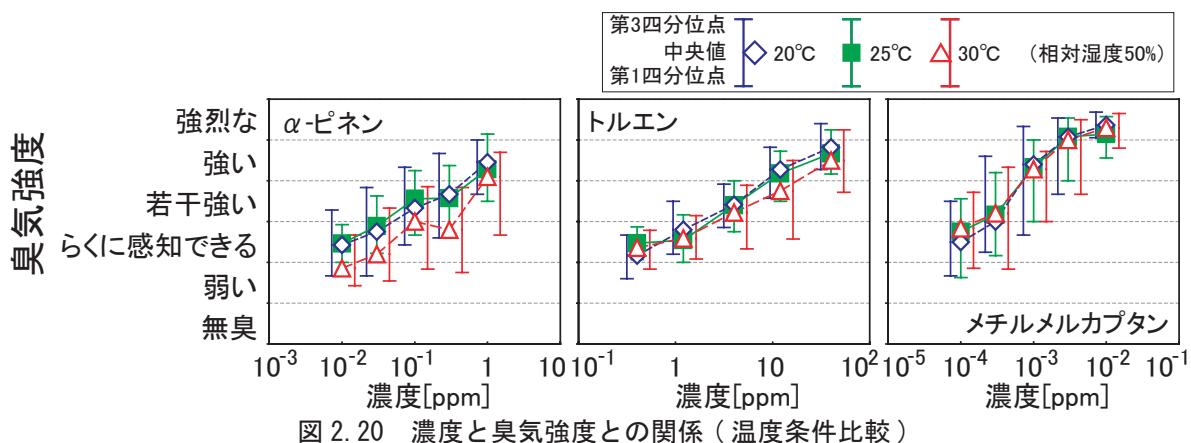


図 2.20 濃度と臭気強度との関係（温度条件比較）

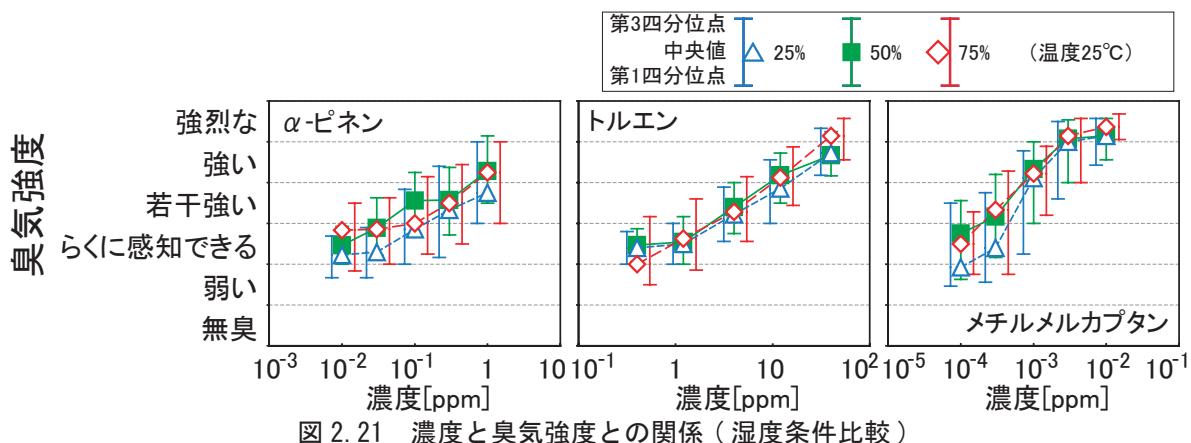


図 2.21 濃度と臭気強度との関係（湿度条件比較）

## ( 2 ) 濃度とにおいの印象との関係

図 2.22 及び図 2.23 に臭気の濃度と印象の各因子との関係を示す。「親しみ」との関係では、全ての物質で濃度が高くなるほど親しみにくくなる傾向がうかがえる。 $\alpha$ -ピネンは高濃度で他の物質よりやや高い評価を得ており、メチルメルカプタンは高濃度でかなり低い評価を得ている。「温度比較条件」(図 2.22) では、 $\alpha$ -ピネンの 30°C 条件でやや高い評価を得ている。「湿度比較条件」(図 2.23) では、大きな差異は見られない。「新鮮さ」との関係では、全物質で濃度に関わらず「どちらでもない」付近の評価を得た。「温度比較条件」(図 2.22)、「湿度比較条件」(図 2.23) ともに差異は特に見られなかった。「複雑さ」では、メチルメルカプタンで、濃度が高くなるほど「複雑さ」が高い傾向が見られる。他の物質では濃度に関わらず「どちらでもない」付近の評価を得た。「温度比較条件」(図 2.22) では、メチルメルカプタンの 25°C 条件の高濃度域で他の条件より低い評価が見られた。「温かさ」との関係では、全物質で濃度に関わらず「どちらでもない」付近の評価を得た。「温度比較条件」(図 2.22)、「湿度比較条件」(図 2.23) ともに差異は特に見られなかった。

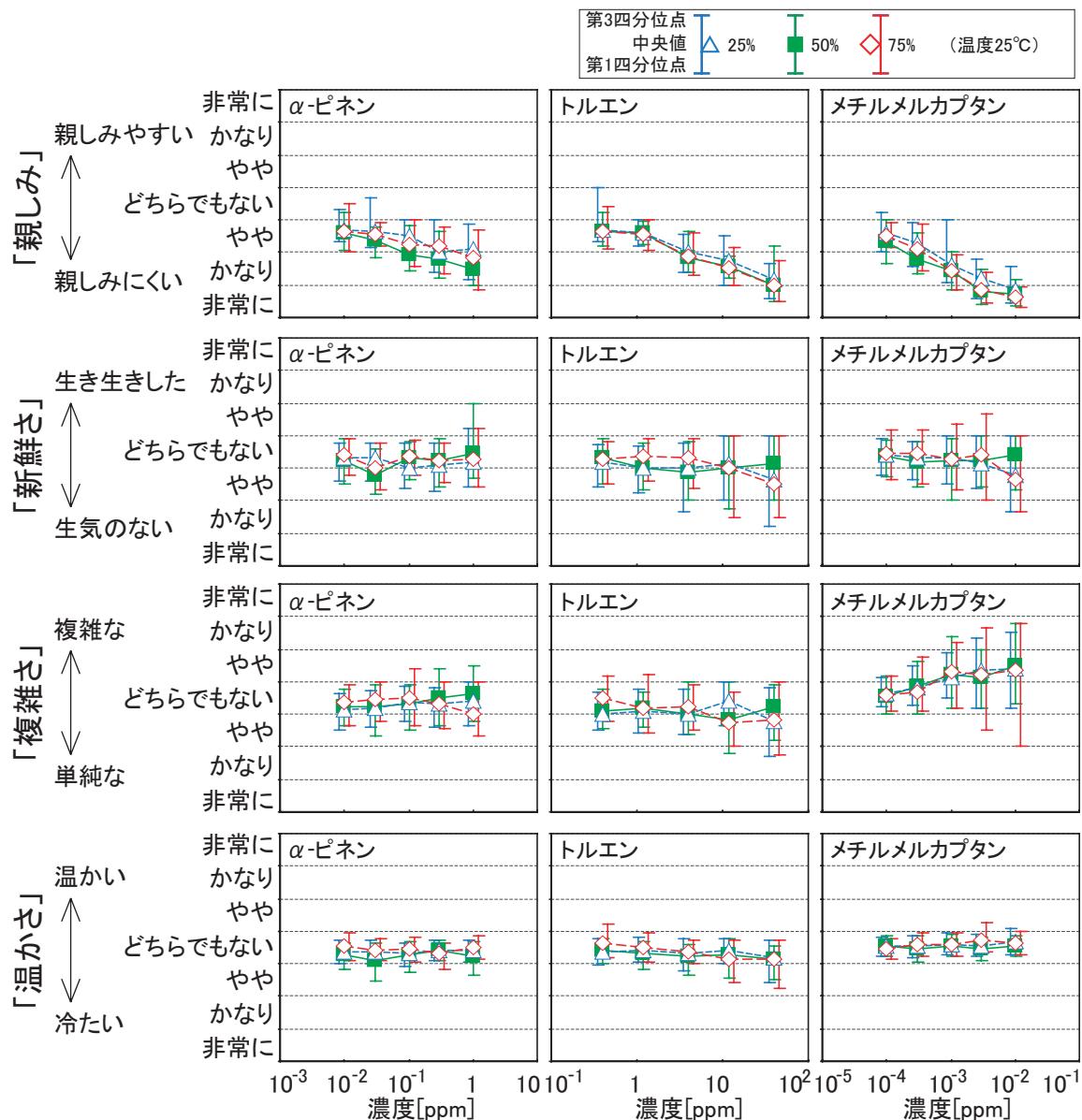


図 2.22 濃度と印象との関係（温度条件比較）

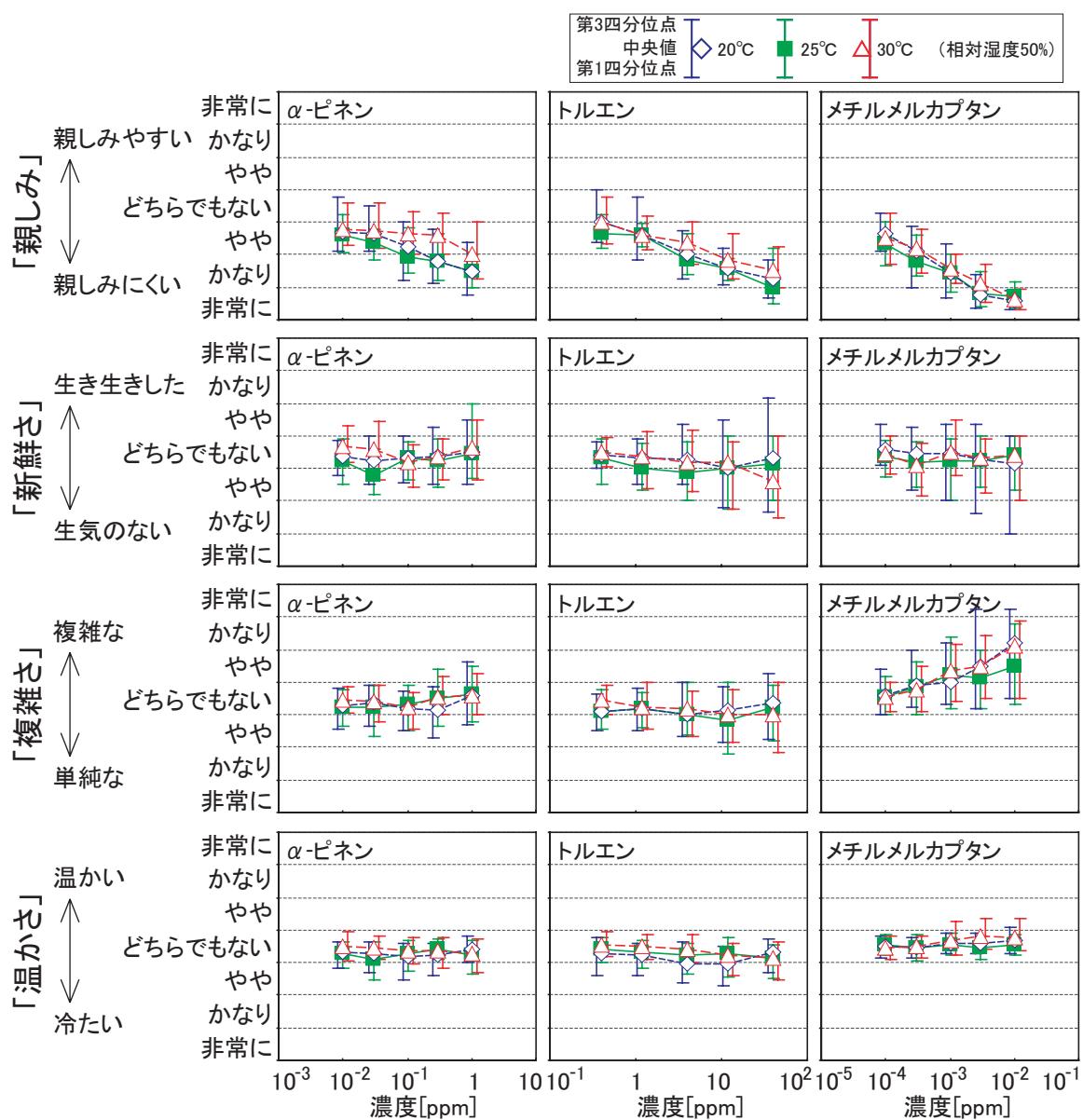


図 2.23 濃度と印象との関係 (湿度条件比較)

### (3) 濃度とおいの快・不快度との関係

図2.24及び図2.25に臭気の濃度と快・不快度との関係を示す。快・不快度との関係では、全ての物質で濃度が高くなるほど快・不快度が低くなる傾向が見られる。 $\alpha$ -ピネンでは高濃度でも「不快」域の評価に留まっているが、メチルメルカプタンでは濃度が高くなると「非常に不快」という評価を得ている。「温度比較条件」(図2.24)では、 $\alpha$ -ピネンの30°C条件で「やや不快」が緩和される傾向が見られる。「湿度比較条件」(図2.25)では特に差異はない。

### (4) 濃度とおいの容認性との関係

図2.26及び図2.27に臭気の濃度とおいの非容認率との関係を示す。容認性との関係では、全ての物質で濃度が高くなるほど非容認率が高くなる傾向が見られる。 $\alpha$ -ピネンでは濃度による非容認率の増加は比較的小さく、トルエンは低濃度では非容認率は低いが、高濃度ではほぼ全員が「受け入れられない」と評価していることがわかる。「温度比較条件」(図2.26)では、 $\alpha$ -ピネンの30°C条件で高濃度でも非容認率が高くならない傾向が見られ、濃度の影響がかなり小さくなっている。「湿度比較条件」(図2.27)では、 $\alpha$ -ピネンの25%条件で全体的に非容認率が低い傾向が見られた。

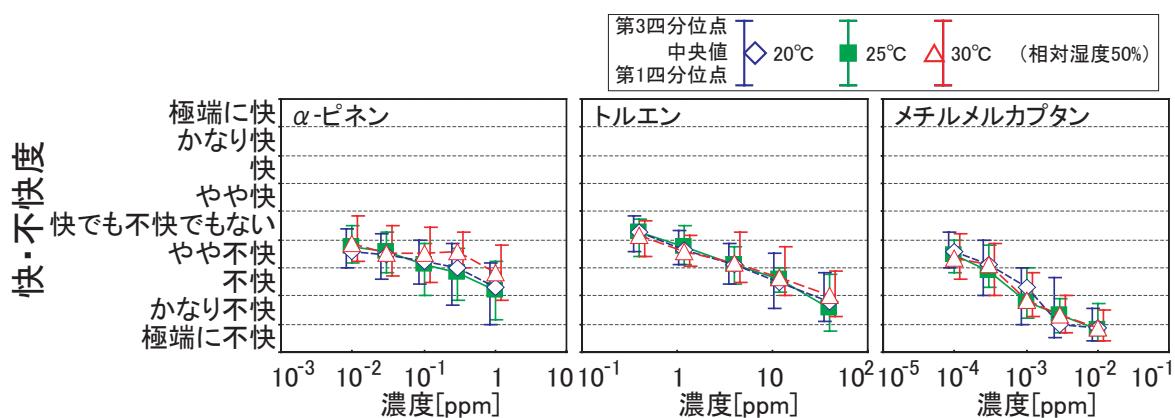


図2.24 濃度と快・不快度との関係（温度条件比較）

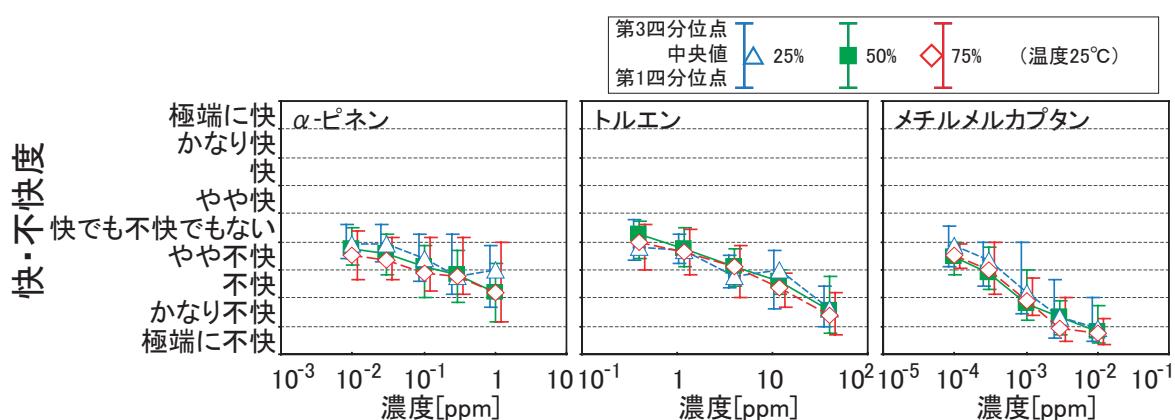


図2.25 濃度と快・不快度との関係（湿度条件比較）

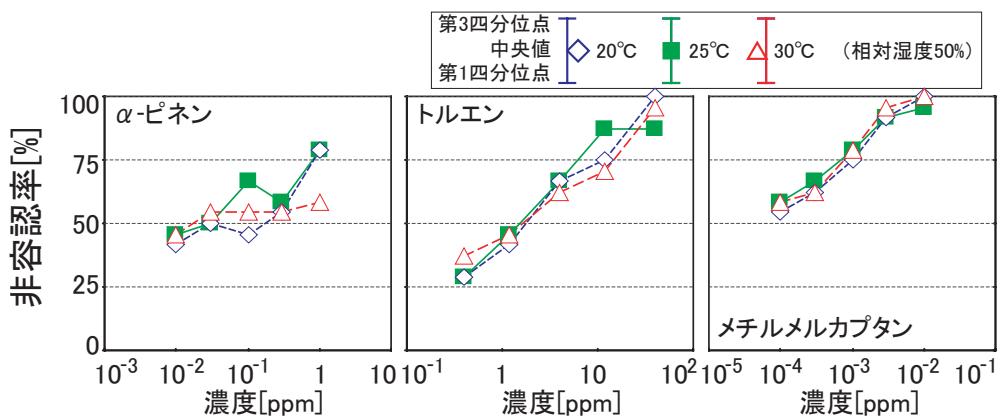


図 2.26 濃度と非容認率との関係（温度条件比較）

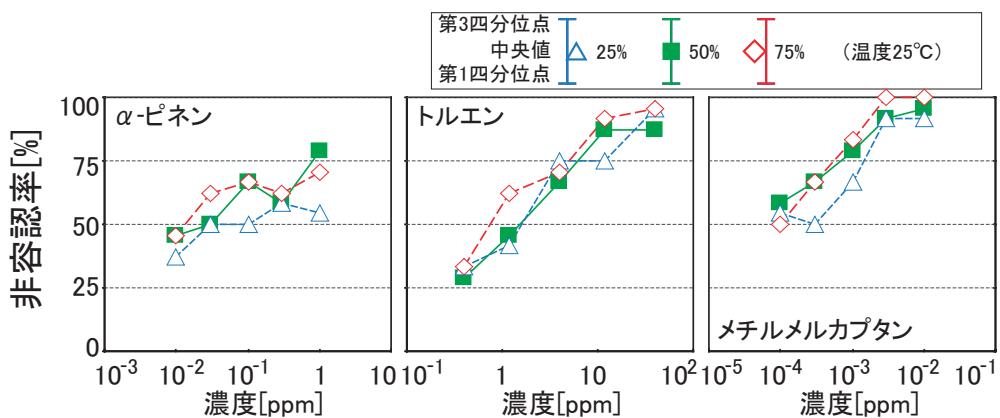


図 2.27 濃度と非容認率との関係（湿度条件比較）

## 2.4 溫熱評価がにおい評価に及ぼす影響の把握

前節の検討結果から、実験室の温湿度条件が高濃度域のにおい評価に対しては、それほど大きなインパクトを持った影響要因とは考えられない。しかし、実験室の温湿度が直接におい評価に影響を及ぼすのではなく、においを評価する人体に影響する、つまりパネルの温冷感や乾湿感の状態がにおい評価に影響を及ぼす可能性も考えられる。実験室の温湿度制御のみならず、パネルの着衣や代謝量を含めて熱的に中立か否かという点が評価に影響するのではないかという懸念もある。

本節では、前節の実験結果より得られた温熱評価のうち、温冷感や乾湿感がにおい評価に及ぼす影響について検討を行った。まず全体的な傾向を見るために、全温湿度条件を取りまとめて各温熱評価とにおい評価との関係を、臭気種ごとに見たところ、両者の関連性は見えなかつた<sup>13)</sup>。

そこで、もう少し詳細に見るべく、設定温湿度条件（全5条件）を「温度比較条件」（20°C 50%、25°C 50%、30°C 50%）と「湿度比較条件」（25°C 25%、25°C 50%、25°C 75%）とに分けて、さらに各試料臭気の濃度ごとに温熱評価とにおい評価との評価の分布図を作成して検討す

ることとした。本節では、そのうち温冷感、乾湿感と臭気強度及び快・不快度との関係を中心に考察する。

## 2. 4. 1 温冷感と臭気強度との関係

図 2.28～30 は、温冷感と臭気強度の関係について、「温度比較条件」の評価を基に各臭気試料別かつ試料の濃度ごとに表したものである。横軸は温冷感、縦軸は臭気強度を示

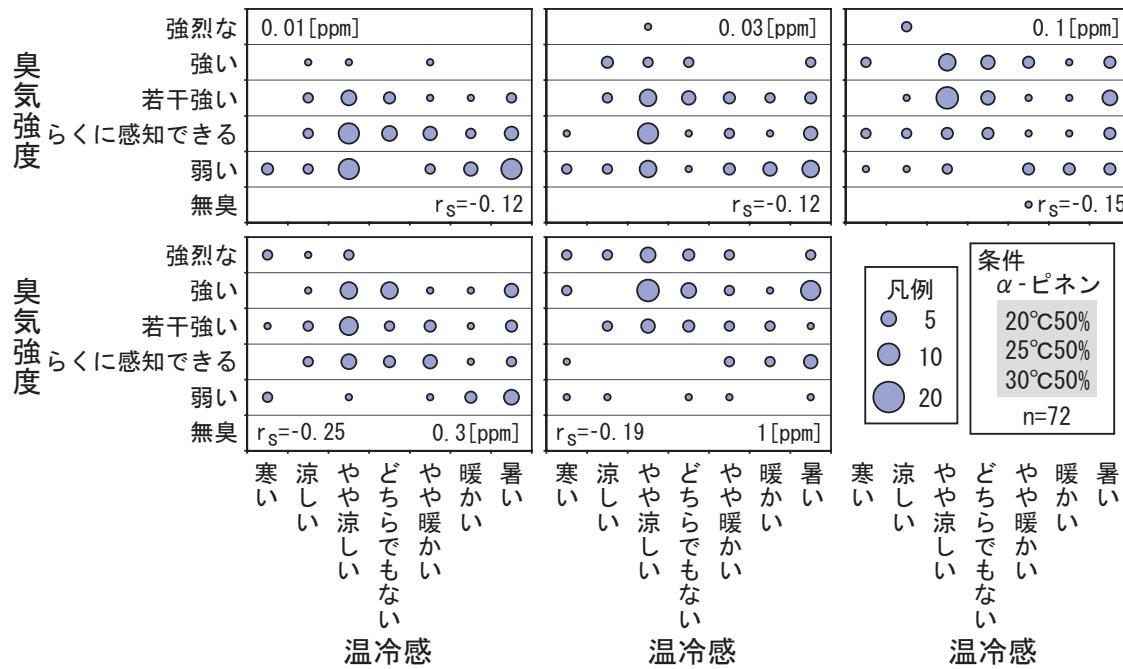


図 2.28 濃度別の温冷感と臭気強度との関係（「温度比較条件」： $\alpha$ -ピネン）

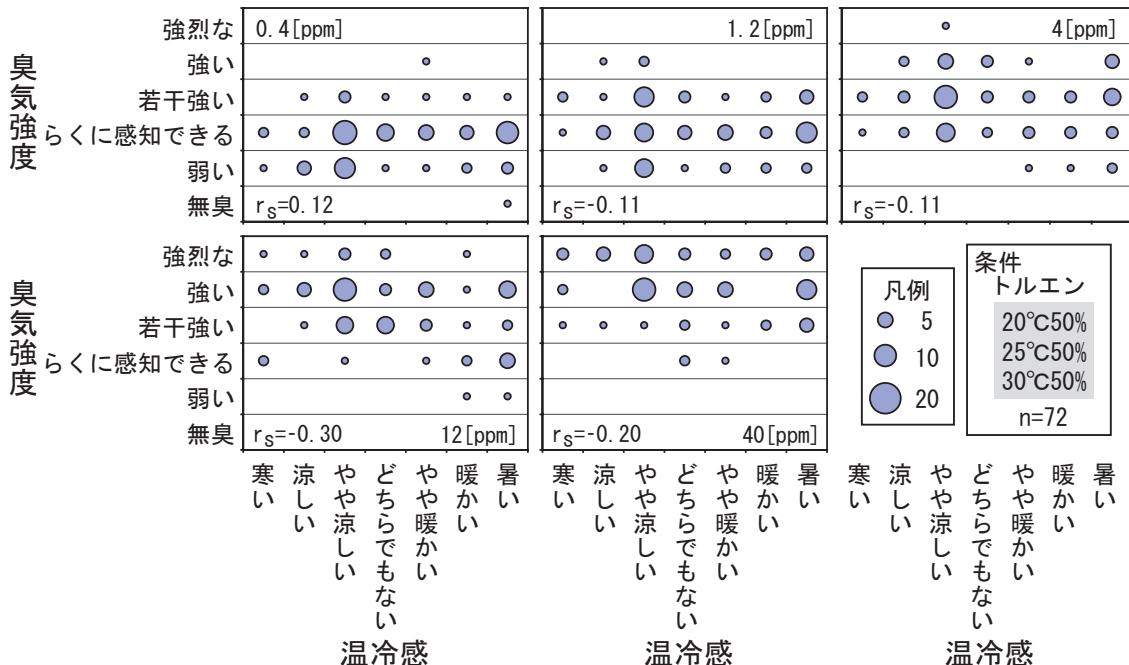


図 2.29 濃度別の温冷感と臭気強度との関係（「温度比較条件」：トルエン）

し、円の面積で度数を、図中  $r_s$  値でスピアマンの相関係数を示す。表記した評価値の個数は、24名分を3温湿度条件分について合計した72個である。図2.31～33は、「湿度比較条件」の評価を基に同様の関係について示したものである。

温冷感と臭気強度との関係では、総じて相関は低い。このことから、概ね温熱評価がにおい評価に及ぼす影響は大きくないものと言える。「温度比較条件」に関しては、 $\alpha$ -ビ

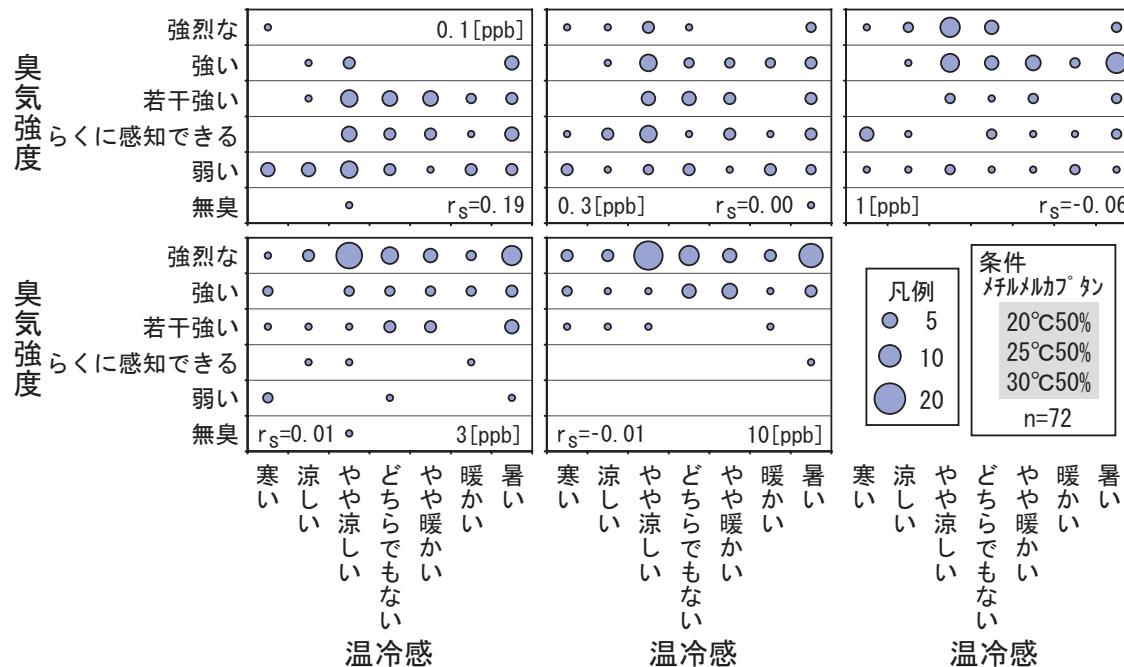


図2.30 濃度別の温冷感と臭気強度との関係（「温度比較条件」：メチルメルカプタン）

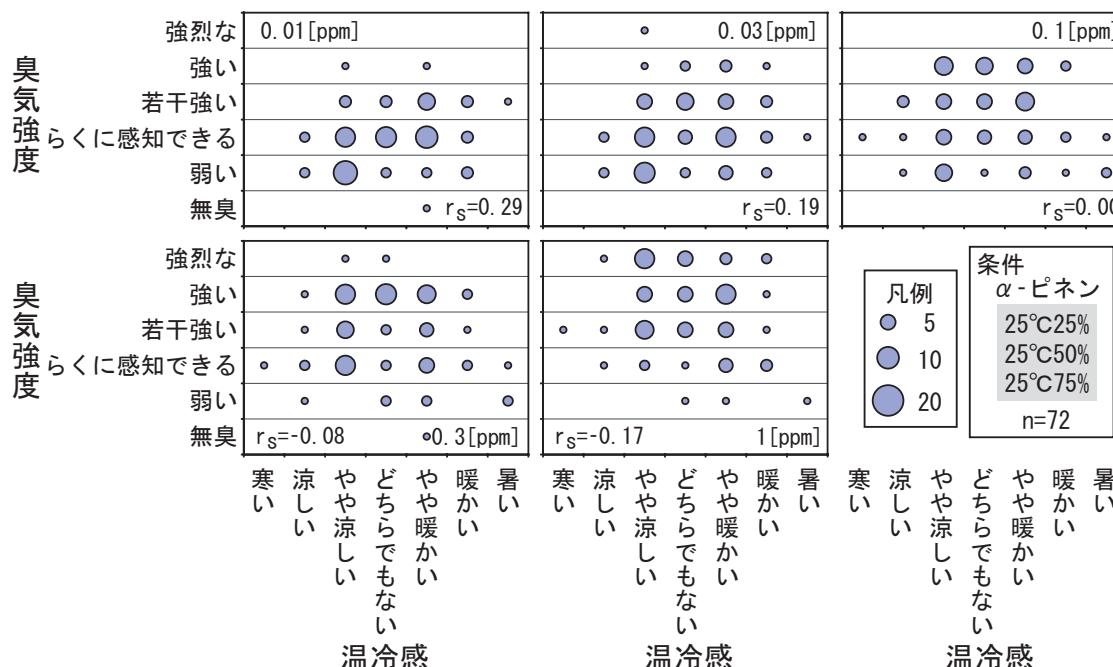


図2.31 濃度別の温冷感と臭気強度との関係（「温度比較条件」： $\alpha$ -ピネン）

ネンとトルエンでは、ほとんどの濃度でわずかではあるが負の相関となっており、「寒い」側に感じるほど比較的臭気強度を高く、「暑い」側に感じるほど臭気強度を低く評価する傾向にあるものと考えられるが、いずれも影響は小さい。対してメチルメルカプタンでは、総じて相関係数はゼロに近い値を示し、強烈な悪臭については、とりわけ温熱評価に左右されない、また個人差が小さい傾向に臭気評価が行われるのではないかと推察される。ま

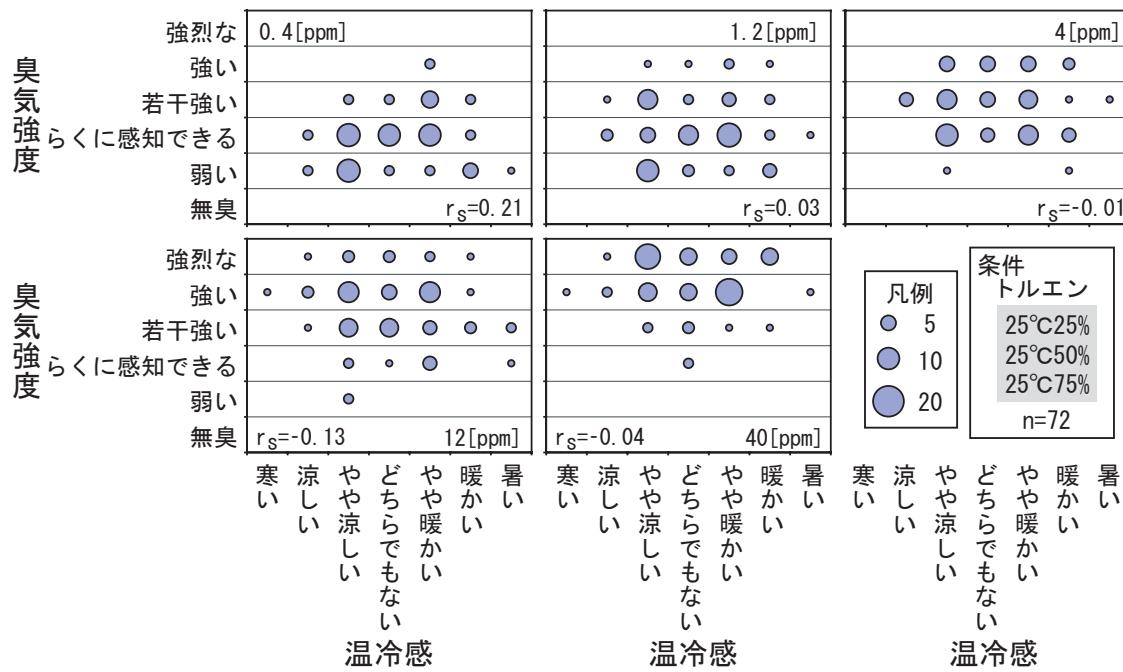


図 2.32 濃度別の温冷感と臭気強度との関係（「湿度比較条件」：トルエン）

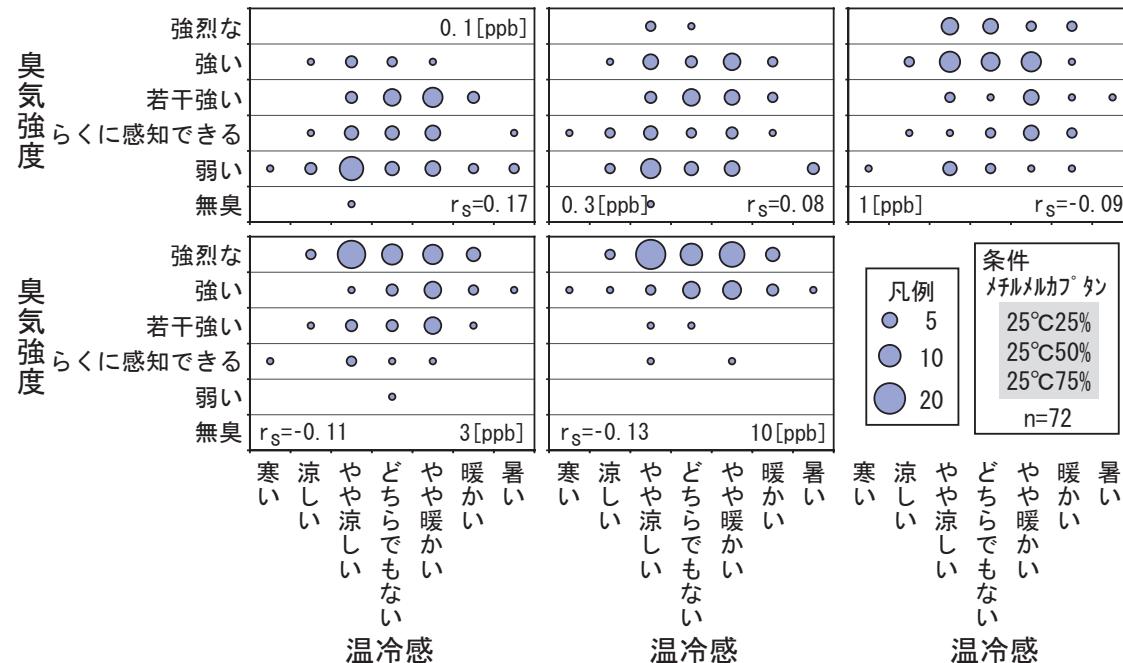


図 2.33 濃度別の温冷感と臭気強度との関係（「湿度比較条件」：メチルメルカプタン）

た、特筆すべき事項としては、図 2.28～29 のそれぞれ一番薄い濃度の臭気評価の傾向が挙げられる。最も薄い濃度の臭気評価と温冷感の関係について相関係数が高い傾向が見られており、総合的には温熱評価が臭気評価に及ぼす影響が小さくとも、薄い濃度の評価に關しては温熱評価が臭気評価に及ぼす影響も若干は存在するのではないかと推測できる。これは、本章の被験者周辺温湿度条件が嗅覚閾値に及ぼす影響の検討の中で、温度が嗅覚

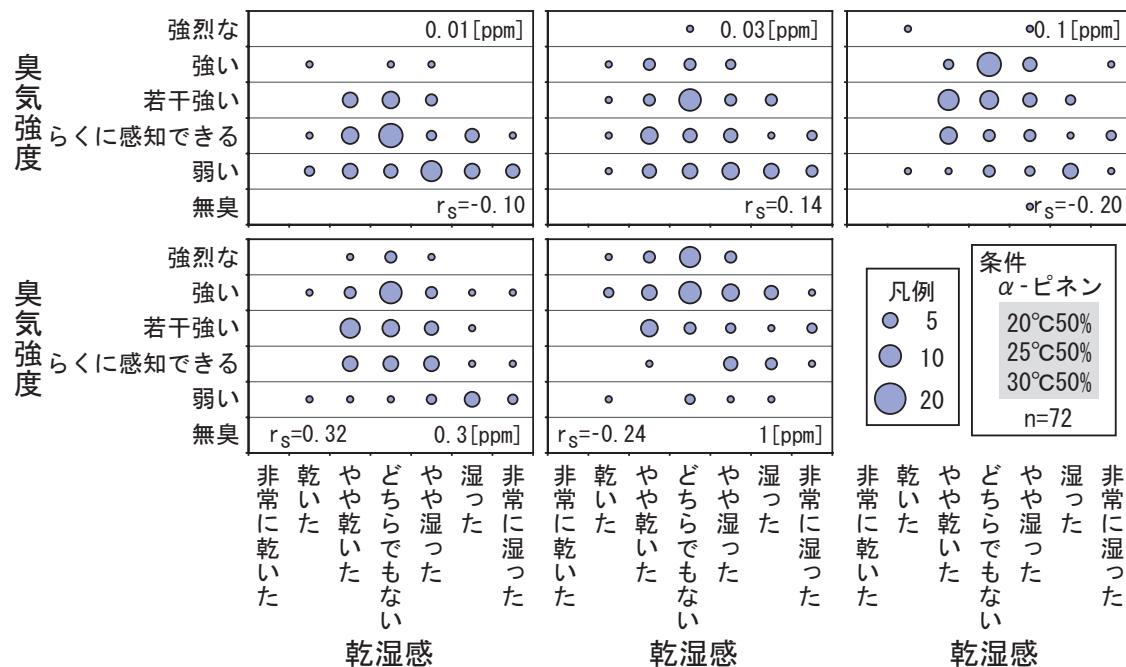


図 2.34 濃度別の乾湿感と臭気強度との関係（「温度比較条件」:  $\alpha$ -ピネン）

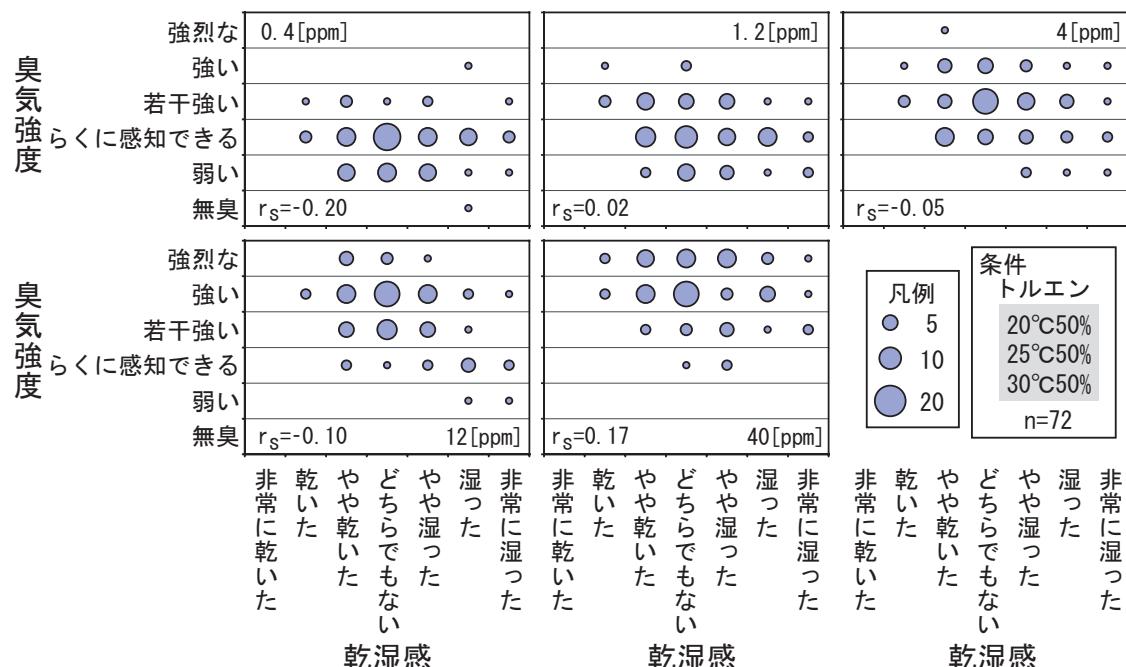


図 2.35 濃度別の乾湿感と臭気強度との関係（「温度比較条件」: トルエン）

閾値に影響を及ぼす可能性について述べたことと合致する。尚、「湿度比較条件」については、評価された温冷感の範囲が狭いため、両軸の関係は把握できない。

## 2.4.2 乾湿感と臭気強度との関係

図2.34～36は、乾湿感と臭気強度の関係について、「温度比較条件」の評価を基に各臭気試料別かつ試料の濃度ごとに表したもの、図2.37～39は、同関係について、「湿度

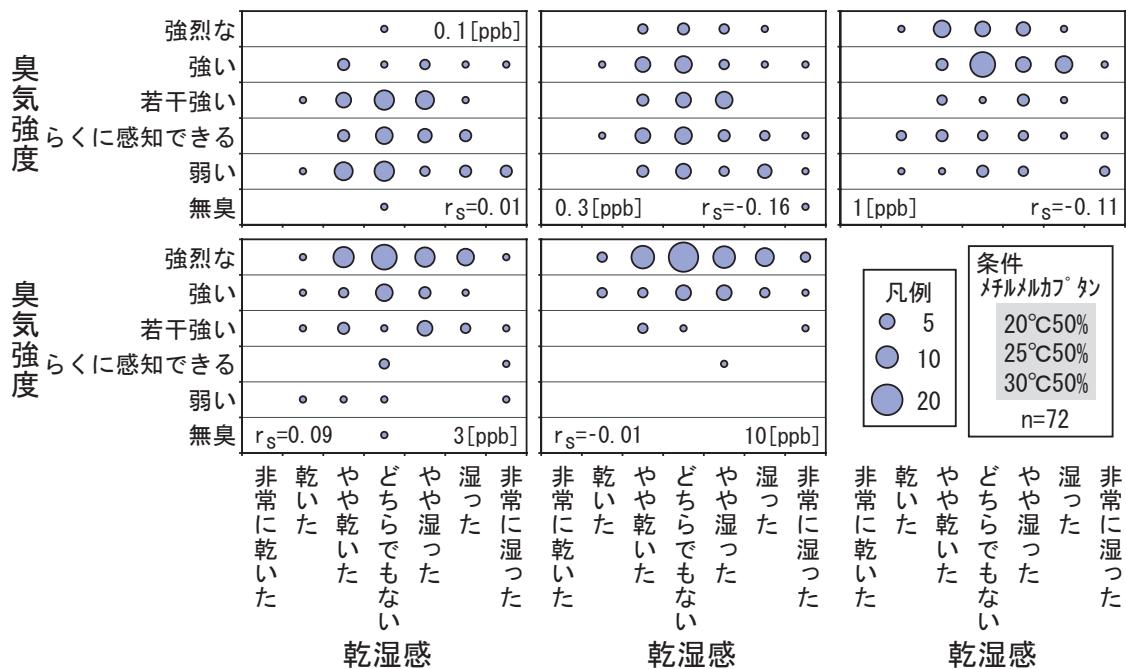


図2.36 濃度別の乾湿感と臭気強度との関係（「温度比較条件」：メチルメルカプタン）

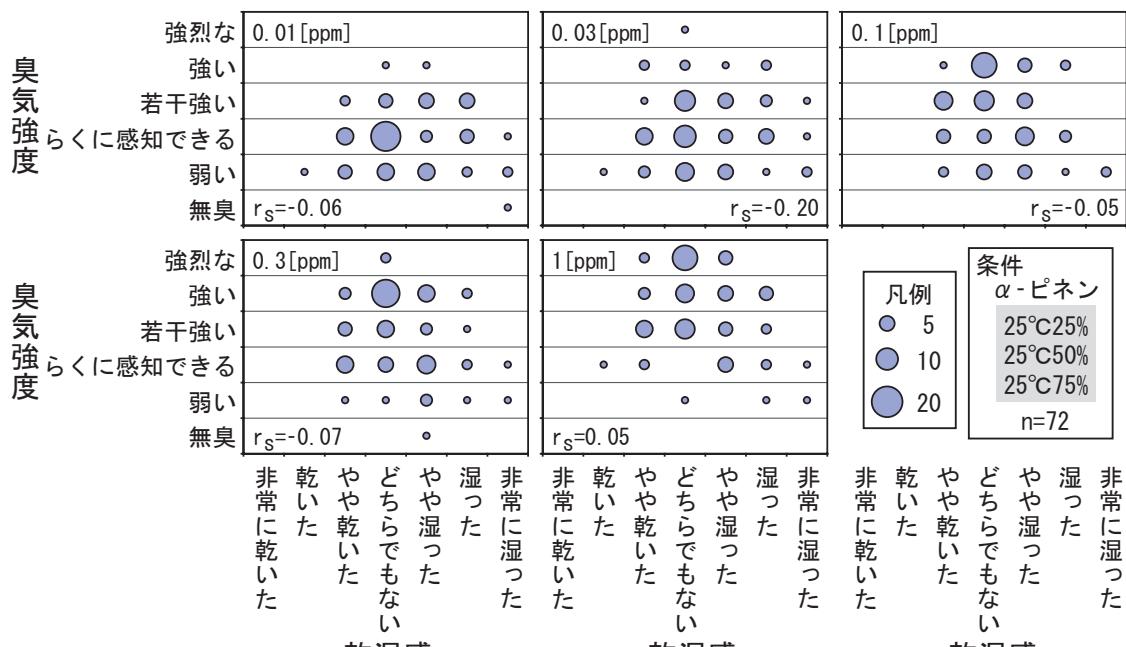


図2.37 濃度別の乾湿感と臭気強度との関係（「湿度比較条件」：α-ピネン）

比較条件」の評価を基に表したものである。

「温度比較条件」、「湿度比較条件」とともに、全体的にかなり相関は低い値を示し、かつ相関係数の正負についてもばらばらであり、湿度評価がにおい評価に及ぼす影響は微小であると考えてよいと思われる。しかし、中でも $\alpha$ -ピネンとトルエンはメチルメルカプタンよりも総じて相関係数の絶対値がやや高めである。そこで、前項同様に、強烈な不快臭

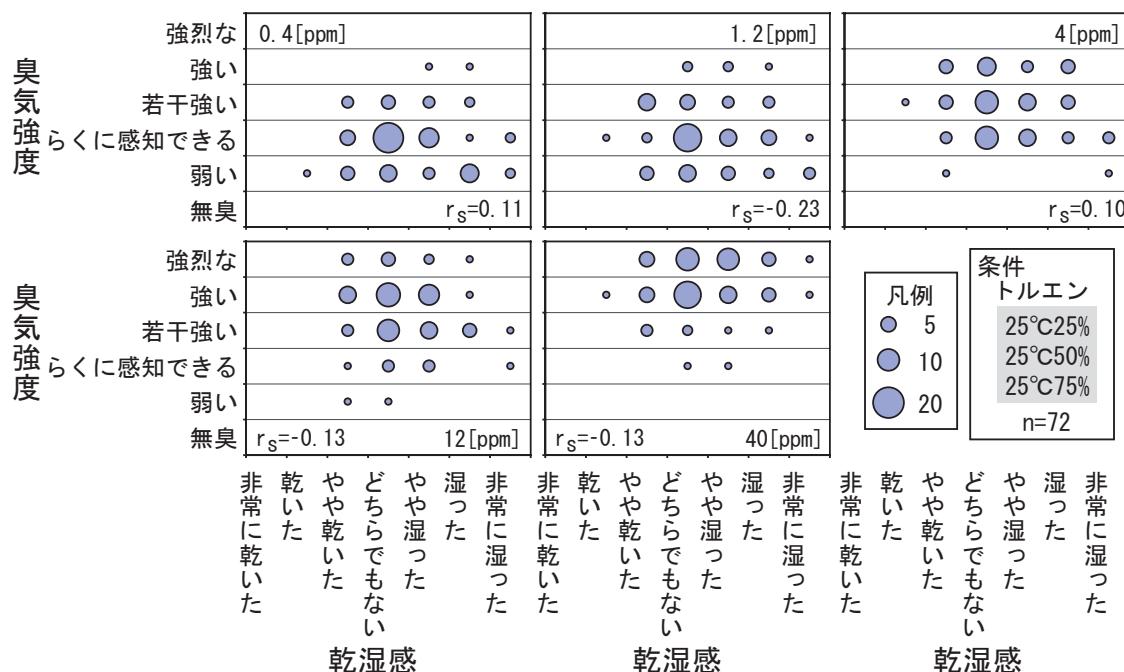


図 2.38 濃度別の乾湿感と臭気強度との関係（「湿度比較条件」：トルエン）

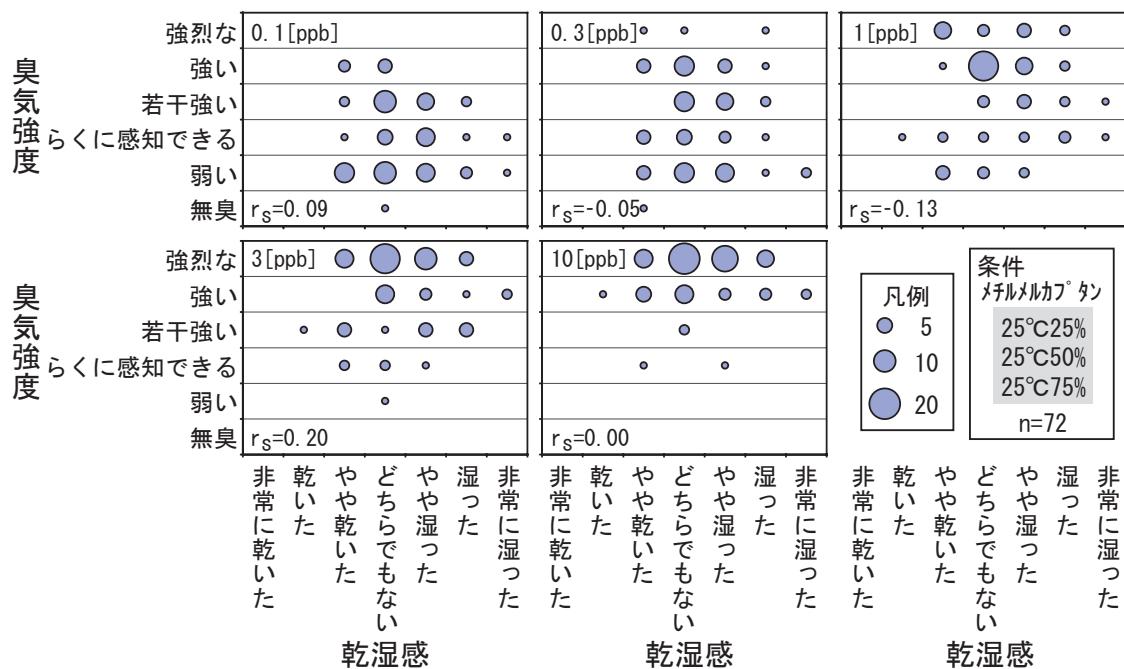


図 2.39 濃度別の乾湿感と臭気強度との関係（「湿度比較条件」：メチルメルカプタン）

とされるメチルメルカプタンの臭気評価は、湿度の評価の影響についても他の臭気に比べてより受けにくくと推測される。

### 2.4.3 溫冷感と快・不快度との関係

図2.40～42は、温冷感と快・不快度の関係について、「温度比較条件」の評価を基に各臭気試料別かつ試料の濃度ごとに表したものである。図2.43～45は、同関係について、

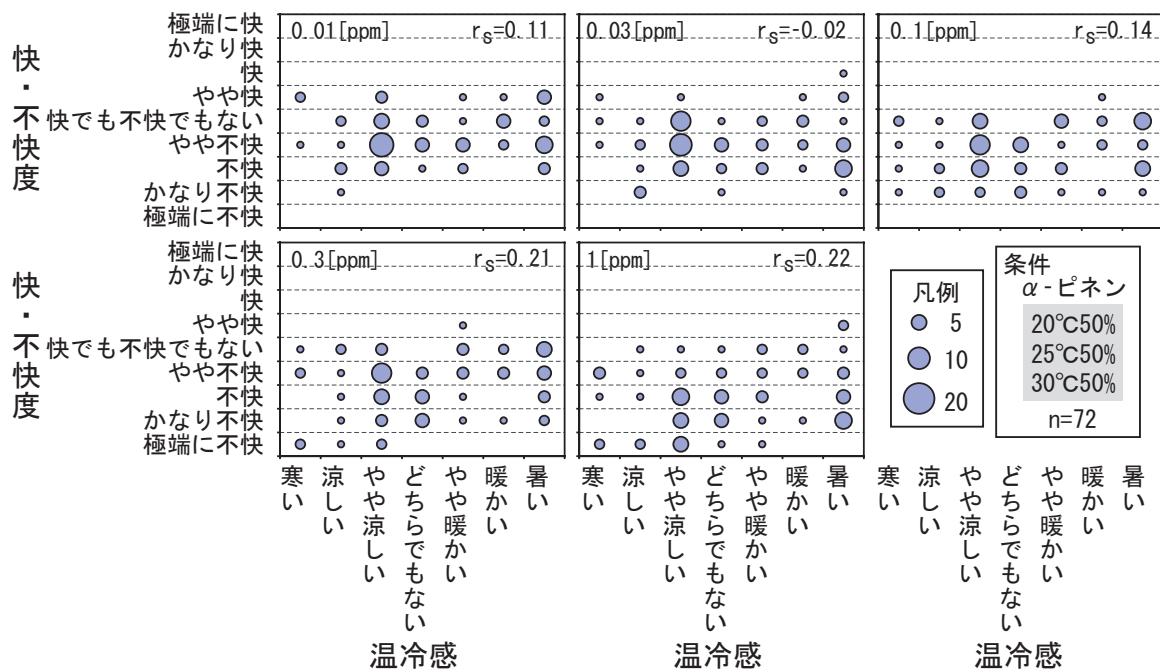


図2.40 濃度別の温冷感と快・不快度との関係（「温度比較条件」:  $\alpha$ -ピネン）

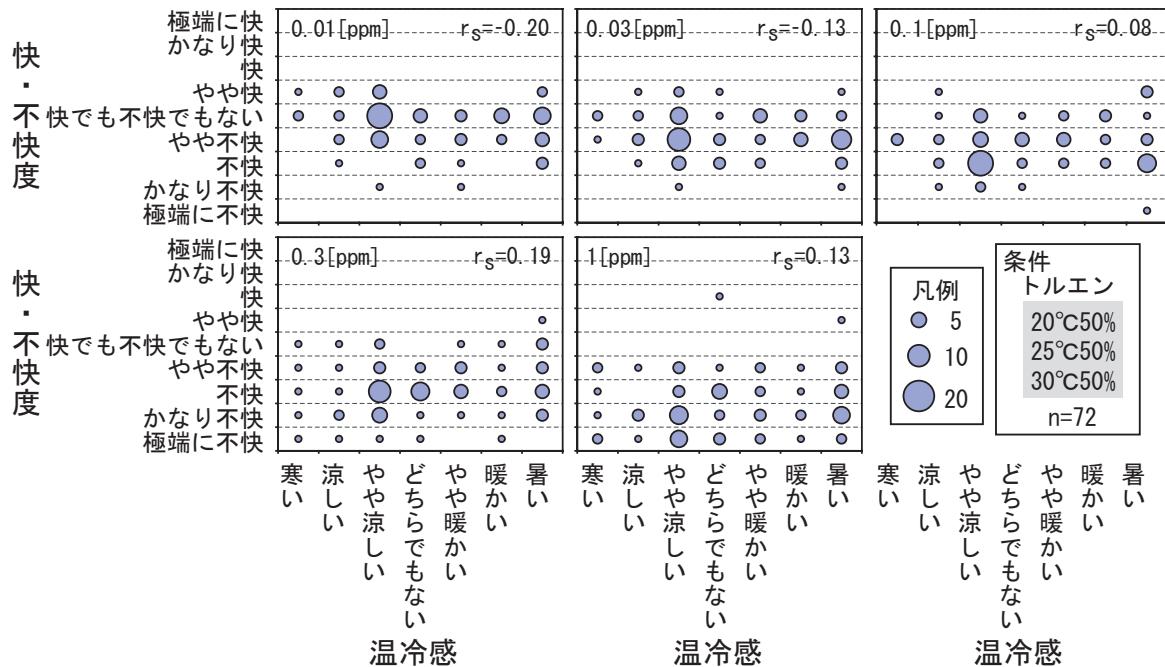


図2.41 濃度別の温冷感と快・不快度との関係（「温度比較条件」: トルエン）

「湿度比較条件」の評価を基に各臭気試料別かつ試料の濃度ごとに表したものである。

温冷感と快・不快度の関係についても、総じて相関は低い傾向にある。「温度比較条件」では、 $\alpha$ -ピネンは0.03ppm以外の濃度ではわずかに正の相関が見られた。メチルメルカプタンでは全ての濃度ではほぼ無相関だった。「湿度比較条件」では、温冷感の評価された範囲が狭いため、傾向は把握できない。

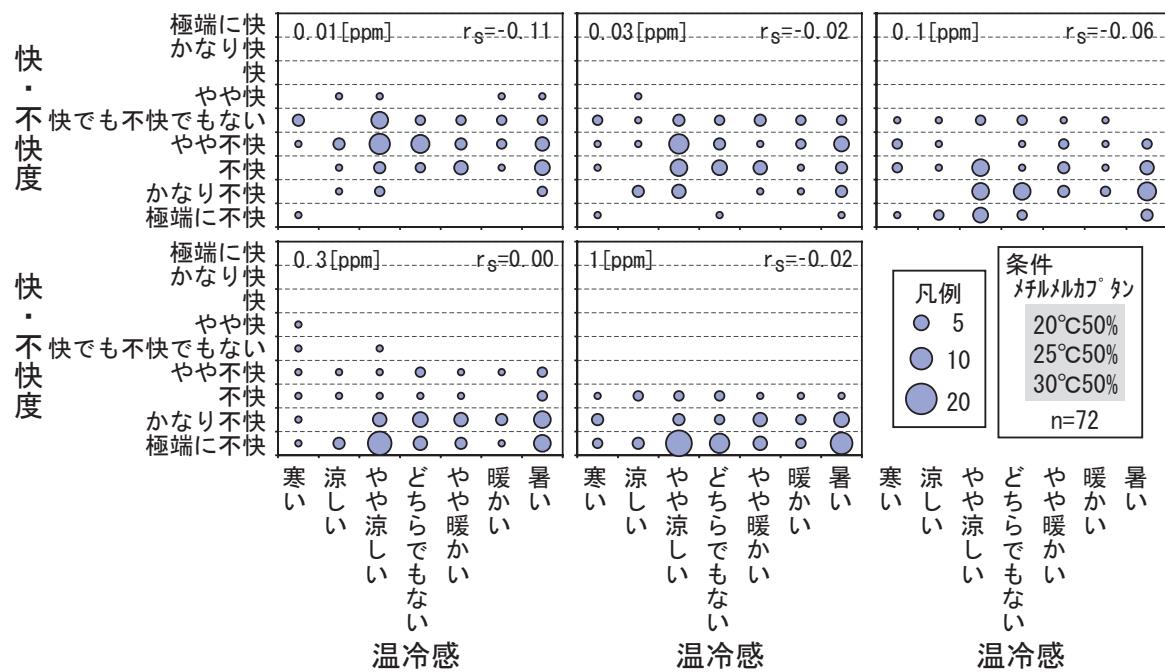


図 2.42 濃度別の温冷感と快・不快度との関係（「温度比較条件」：メチルメルカプタン）

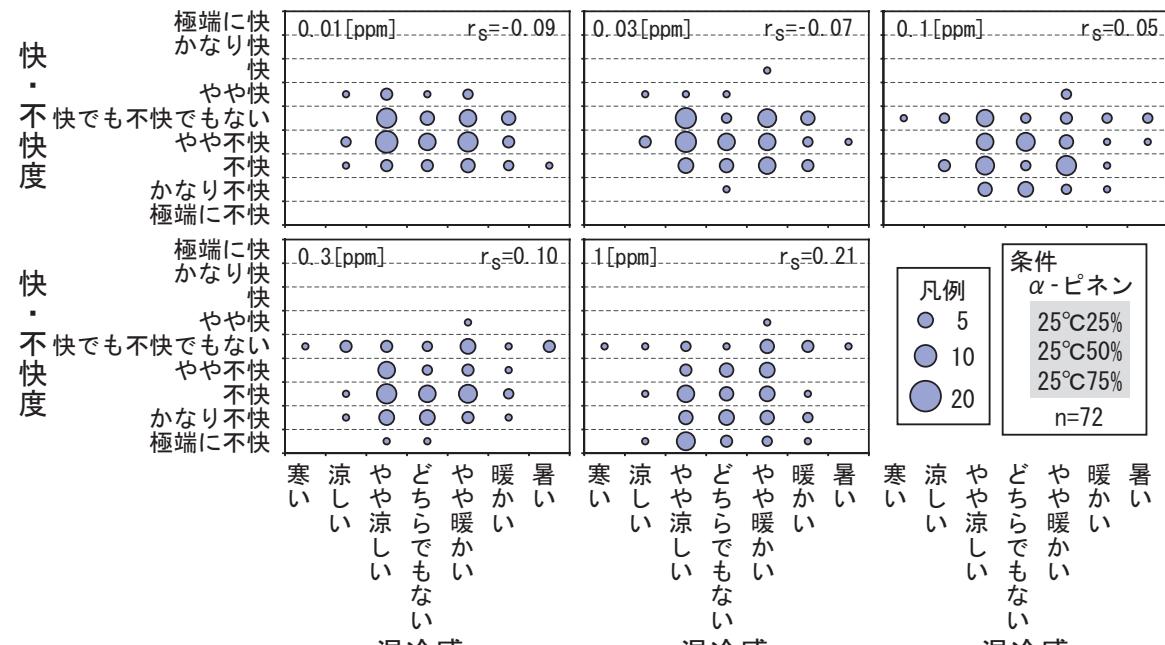


図 2.43 濃度別の温冷感と快・不快度との関係（「温度比較条件」： $\alpha$ -ピネン）

## 2.4.4 乾湿感と快・不快度との関係

図2.46～48は、温冷感と快・不快度の関係について、「温度比較条件」の評価を基に各臭気試料別かつ試料の濃度ごとに表したものである。図2.49～51は、同関係について、「湿度比較条件」の評価を基に各臭気試料別かつ試料の濃度ごとに表したものである。

乾湿感と快・不快度の関係についても、総じて相関は低い傾向にある。

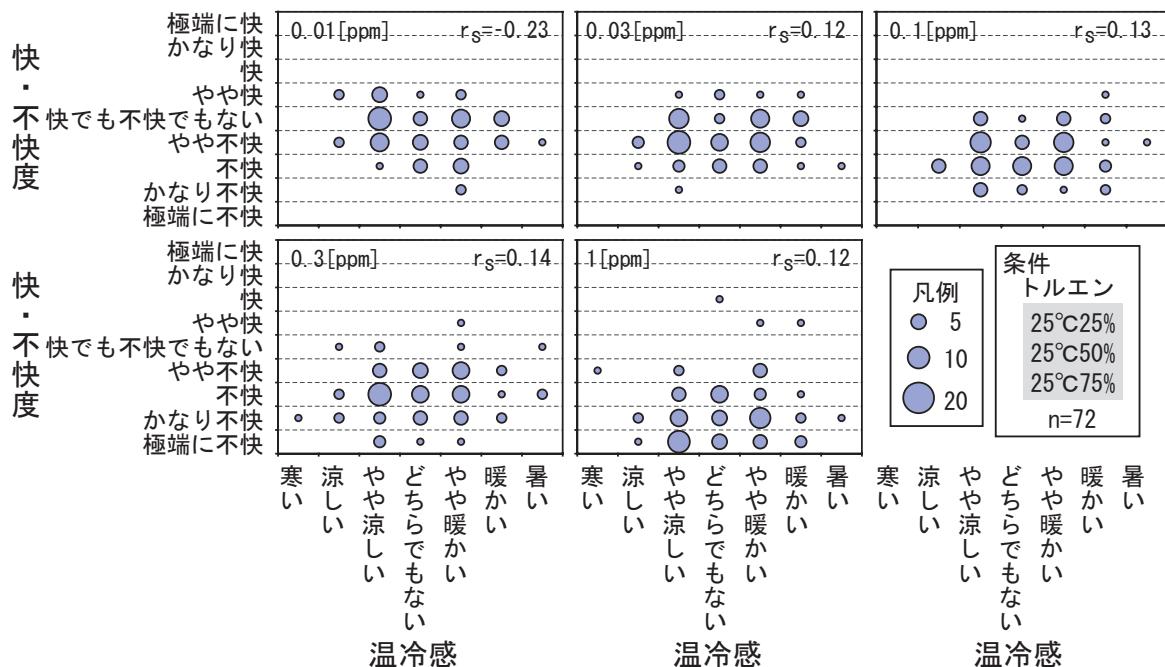


図2.44 濃度別の温冷感と快・不快度との関係（「湿度比較条件」：トルエン）

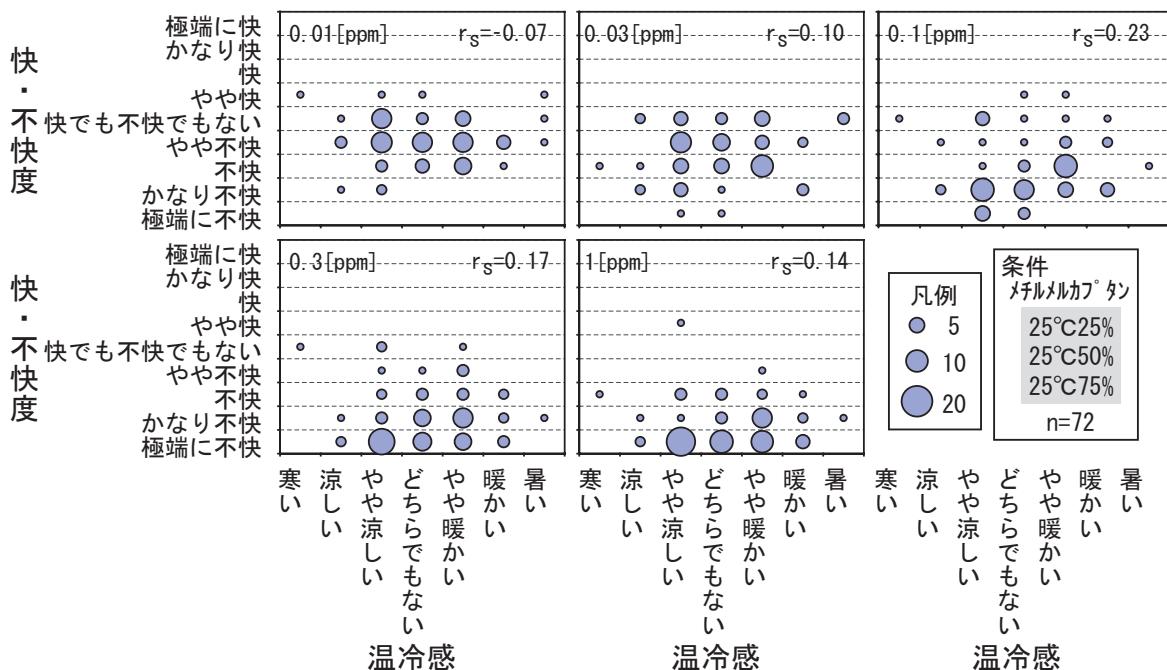


図2.45 濃度別の温冷感と快・不快度との関係（「湿度比較条件」：メチルメルカプタン）

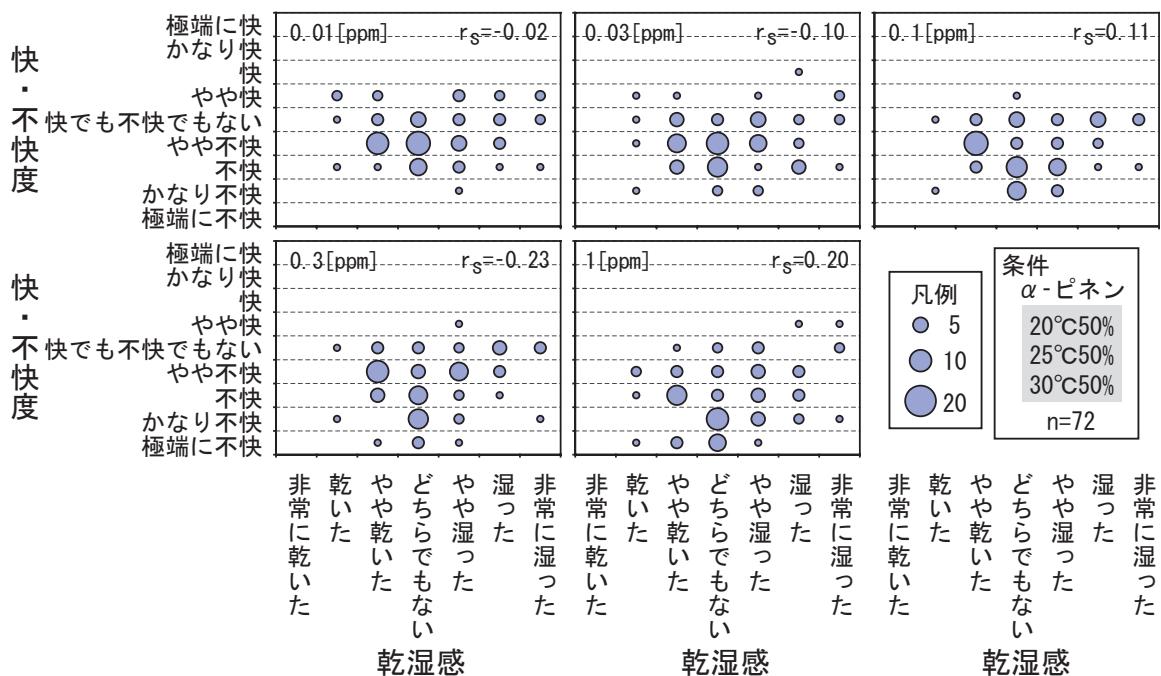


図 2.46 濃度別の乾湿感と快・不快度との関係（「温度比較条件」:  $\alpha$ -ピネン）

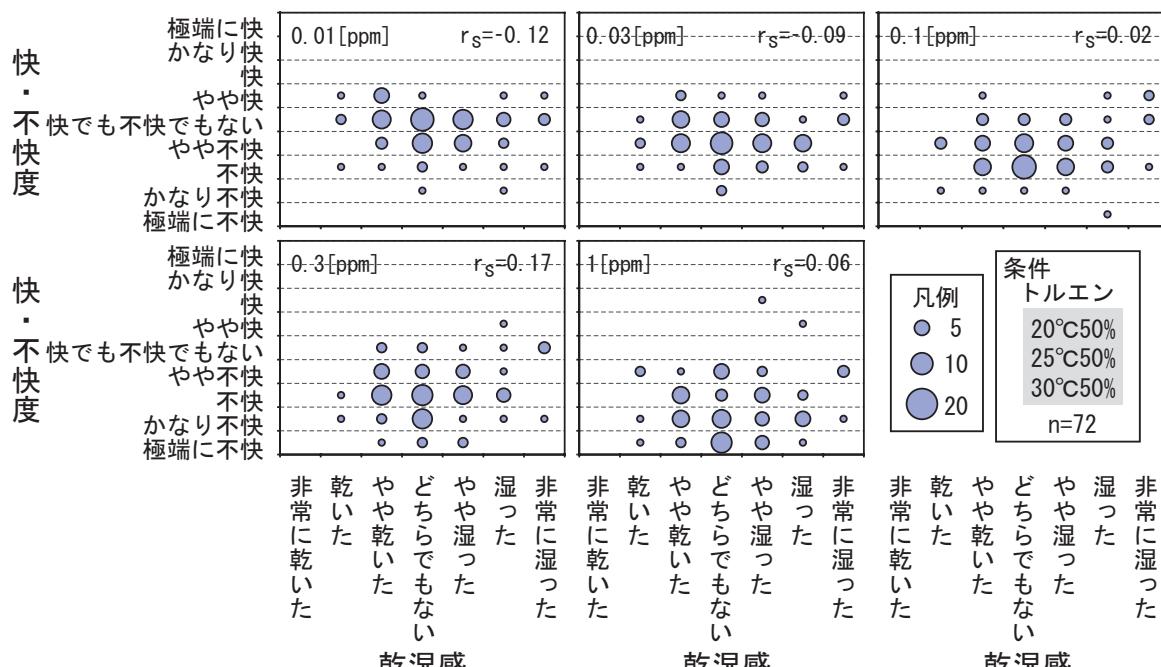


図 2.47 濃度別の乾湿感と快・不快度との関係（「温度比較条件」: トルエン）

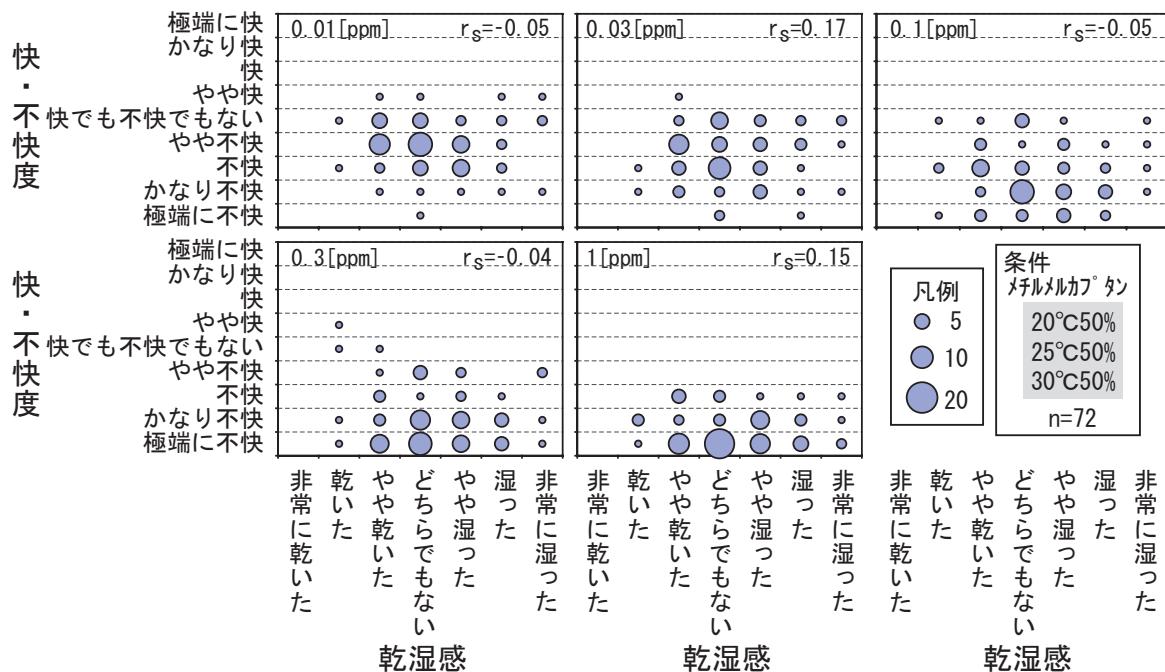


図 2.48 濃度別の乾湿感と快・不快度との関係（「温度比較条件」：メチルメルカプタン）

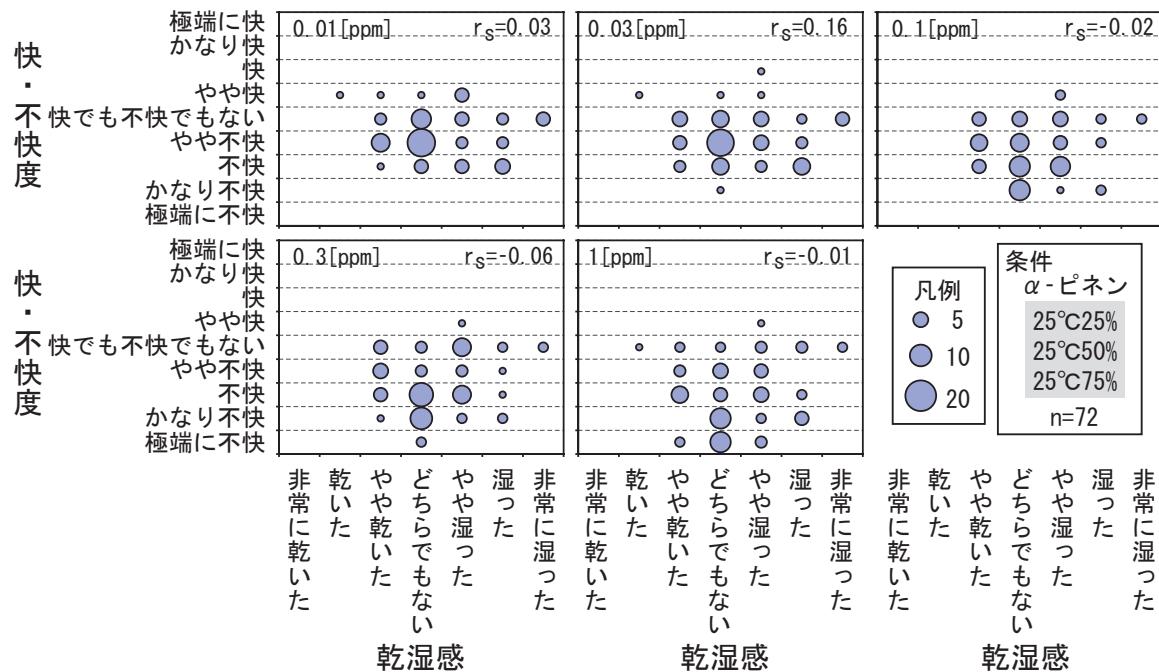


図 2.49 濃度別の乾湿感と快・不快度との関係（「湿度比較条件」： $\alpha$ -ピネン）

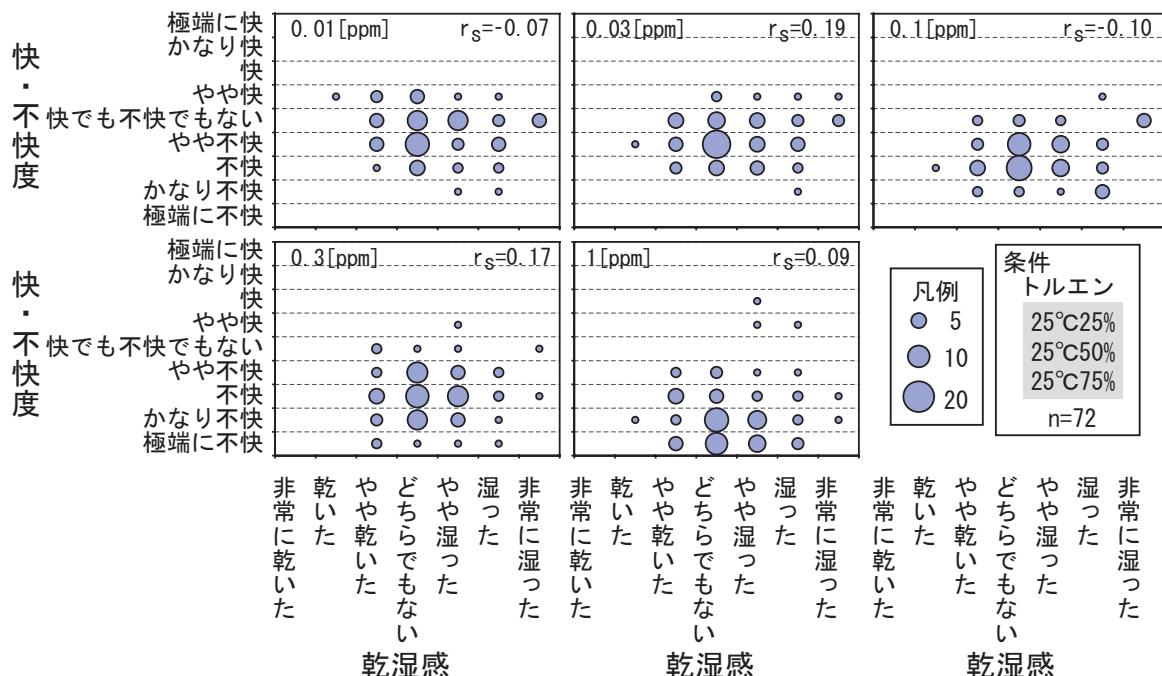


図 2.50 濃度別の乾湿感と快・不快度との関係（「湿度比較条件」：トルエン）

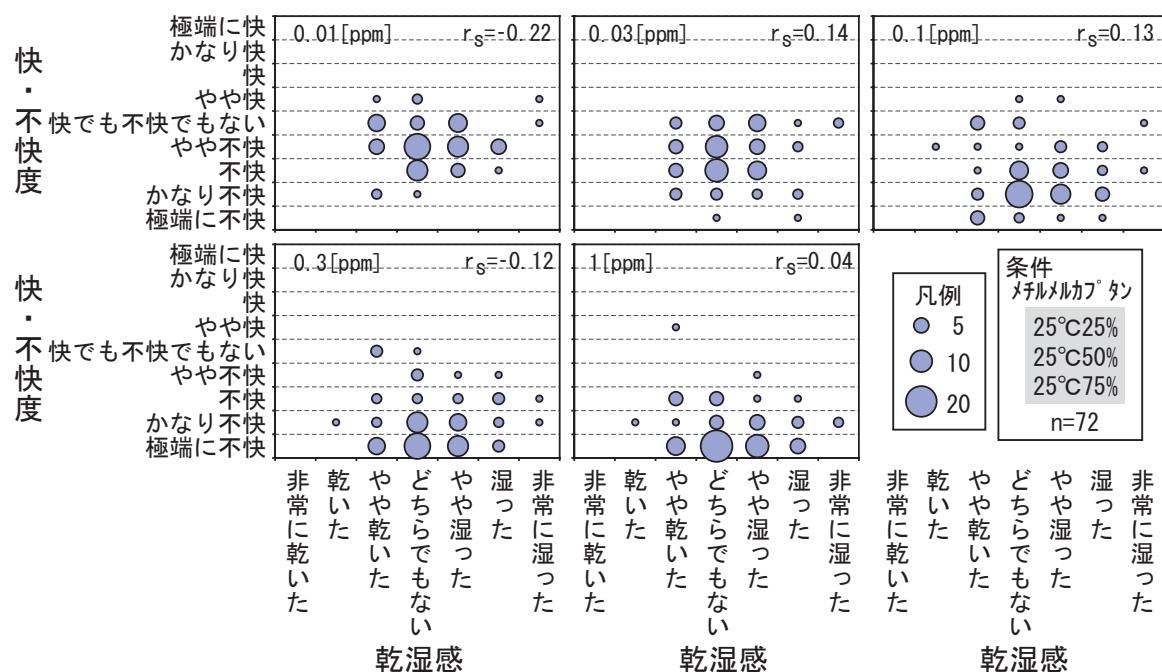


図 2.51 濃度別の乾湿感と快・不快度との関係（「湿度比較条件」：メチルメルカプタン）

## 2. 4. 5 まとめ

本節では、パネルの温冷感や乾湿感がにおい評価に影響を及ぼす可能性について検討してきたが、いずれの相関も低いものであった。温湿度条件とにおい評価関係の場合と同様に、わずかな影響があるのみと考えられる。

## 2. 5 本章のまとめ

本章で得られた知見を以下にまとめる。

### ■パネル周辺温湿度が嗅覚閾値に及ぼす影響

温度：概ね温度が高くなるほど閾値は高くなる傾向にある。

湿度：トルエンでは湿度が高いほど閾値が高い傾向にあったが、 $\alpha$ -ピネンとメチルメルカプタンでは温度と比較すれば、湿度の影響は小さい。

### ■パネル周辺温湿度がにおい評価に及ぼす影響

温度： $\alpha$ -ピネンでは、30°C条件でやや臭気強度を低く、「親しみ」を高く、快・不快度を中庸側に評価する傾向が見られ、非容認率は高濃度でも高くならない傾向が見られた。トルエンとメチルメルカプタンでは、ほぼ評価への影響は見られなかつた。「新鮮さ」「複雑さ」「温かさ」は、全臭気で大きな影響は見られなかつた。

湿度： $\alpha$ -ピネンの25%条件で、非容認率を全濃度にわたって低く評価する傾向が見られた。メチルメルカプタンの25%条件の低濃度域では、臭気強度を低く評価する傾向が見られた。他の項目では評価への影響は見られなかつた。

臭気強度評価で言えば、温湿度の評価への影響は中央値で概ね尺度1段階以内にあり、嗅覚閾値より高い濃度での評価に対しては大きな影響を与えていとは言い難い。

### ■温熱評価がにおい評価に及ぼす影響

温冷感、乾湿感と臭気強度の関係、及び温冷感、乾湿感と快・不快度の関係について検討を行ったが、総じて影響は小さいことがわかつた。

本章で設定した温湿度条件は、温度で10°C差、湿度で50%差であったが、嗅覚閾値には差異が見られる一方で、高濃度の臭気評価に対しては大きな差異は見られなかつた。このことから、低い濃度の検臭を伴う主観評価実験や嗅覚閾値を扱う三点比較式臭袋法実施時などには、扱う数値の繊細さからも実験時の温湿度環境には十分に注意を払うべきであると考えられる。日本建築学会規準<sup>7)</sup>における、温度20～25°C、相対湿度50%程度や、嗅覚測定法マニュアル<sup>8)</sup>における夏期25°C以下、冬期17°C以上に保ち、相対湿度は40～70%という範囲を遵守することは、妥当な対応であると思われる。

## 参考文献

- 1) H. Stone: Influence of temperature on olfactory sensitivity, *Journal of Applied Physiology* 18, pp. 746-751, 1963
- 2) C. Philpott, P. Goodenough, C. Passant, A. Robertson, G. Murty: The effect of temperature, humidity and peak inspiratory nasal flow on olfactory thresholds, *Clinical Otolaryngology & Allied Sciences* Vol. 29 No. 1, pp. 24-31, 2004
- 3) M. Kuehn, H. Welsch, T. Zahnert: Changes of pressure and humidity affect olfactory function, *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology* vol. 265 No. 3, pp. 299-302, 2008
- 4) 清水則夫, 南野脩, 小峯裕己, 安藤圭吾, 杖先寿里: 湿度と臭いの関係について, 空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集, pp. 153-156, 1993
- 5) 塩谷奈緒子, 五十嵐由利子, 萬羽郁子: 湿度環境の臭気主観評価への影響, 日本家政学会大会研究発表要旨集 第59回, p. 130, 2007
- 6) L. Fang, G. Clausen, 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
- 7) 室内の臭気に関する対策・維持管理規準, 日本建築学会環境基準 AIJES-A003-2005, 2005
- 8) 嗅覚測定法マニュアル 第五版: (社)におい・かおり環境協会, 2005
- 9) J. D. HARDY, E. F. Du BOIS: The technic of measuring radiation and convection, *THE JOURNAL OF NUTRITION*, vol. 15, pp. 461-475, 1968
- 10) 光田恵, 渡邊慎一, 山中俊夫: 室内における気温とにおいの複合効果に関する研究, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1, pp. 933-934, 2004
- 11) 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の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
- 12) 富田武志, 山中俊夫, 甲谷寿史, 松尾真臣: 建材から発生するにおいの印象評価, 空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集, pp. 148-148, 2001
- 13) 竹村明久: におい袋法を用いた官能試験に基づく建築内におい評価に関する基礎的研究, 大阪大学修士論文, 2004

## 第3章 試料情報がにおい評価に及ぼす影響の把握

### 3. 1 はじめに

感覚として得られた情報からその正体を認識することは、視覚の場合と 57 は異なり嗅覚では難しいと考えられている。Eskenazi ら<sup>1)</sup>は、様々な実験を実施している。一つは、不透明の容器にガーゼで包んで視覚的に判別できない状態とした臭気源試料を入れて、試料のにおいを嗅ぎ、正しい実物の臭気源物質を指差すことができた割合を調べており、健常者では正解率は 88.9% であった。二つ目は、目隠しをしてにおいを嗅いだ被験者が、触覚のみを頼りににおいと適合する実物を探し、正解する割合を検討しており、健常者では正解率は 88.5% であった。三つ目は、言語で試料名称の書かれたリストの中から、被験者が嗅いだにおいの正しい名前を指差すことができるかについて調べており、健常者の正解率は 89.6% であった。これらの検討では、比較的高い正解率が得られている。しかし、四つ目の検討では、においを被験者に嗅がせた後、4 点 ((1) そのにおいは食品のにおいであるか?、(2) この様なにおいがするものの用途は何か? (食べるもの、着るもの、遊ぶものなどのリストが与えられる)、(3) においの正体は何か? (自由回答)、(4) においの正体は何か? (4 択)) について回答させており、この検討の健常者による結果のうち、特に (3) の自由回答による提示試料の正体を当てる設問で、正解率が 22.3% であった。選択肢が並べば判別ができる程度にはにおいの正体の認識は可能であるが、それが具体的に何であるかをはっきりと特定することは非常に難しいようである。

嗅ぐだけでは正体がわかりにくいかこそと言えるかもしれないが、においの正体がわかる・わからないということは、現実の臭気評価の場面でも問題の要因となる可能性が高い。1999 年には、神戸市で焼鳥屋の臭気で原告住民の快適な生活が侵害されたと訴訟が起こされた事例があり、1 審で住民の勝訴となったものの、2 審でにおいは受忍限度内とされて住民側が逆転敗訴している事例がある。この判決では、排出臭気は確認されるものの、原告の住居敷地で許容できないレベルではないと判断されていたが、果たして臭気源を明確に想像できた状況でそのにおいが額面通りに評価されていたのか、より率直に言い替えれば、臭気源を意識することでより強くにおいを感じ、相手への対策要求交渉などの煩雑で面白くない経験を想起することなどによってより不快に感じた可能性は無かつただろうか。

関連する筆者の経験として、通学時に夜に帰宅途中の乗換駅に立ったとき、なんともいえないひどい臭気に襲われたということがある。正体がわからず、排泄物臭であろうかと想像するほどのひどい不快さに顔をゆがめるものの、直後にそれが近くの居酒屋街の豚骨

ラーメンの臭気であるとわかれば、そのにおいも受け入れられるように感じられ、空腹感が増す感じさえした。純粋に提示されたにおいのみに対して評価を行う場合と、その臭気源に関する情報を得た上でにおい評価を行う場合とではその評価が異なるのではないかという疑問は、筆者のみならず感じるところであろう。

このように、生活空間における臭気評価の機会の中でも問題が複雑になりがちなのが、上記の様に訴訟にも発展するケースのある悪臭評価であると思われるが、においを嗅ぐ際に臭気源情報によってにおい評価が左右されるのであれば、悪臭防止法の臭気指数と臭気強度の読み替えといった部分や、日本建築学会規準の臭気強度規準で採用されている、一般的な被験者評価（外来者評価、ここでは臭気問題の当事者以外の評価という意味で）に基づく規準値の制定では現地の実際の評価、あるいは問題を反映できない可能性がある。また、実験室レベルでの臭気評価を行う際にもデータの精度を明らかとし、向上させるために、臭気提示の際のパネルに対する情報伝達が評価に及ぼす影響を把握することは必要であり、また有意義でもある。本章では、このようなパネルに対する検臭試料の情報が評価に及ぼす影響について扱う。

坂井ら<sup>2)</sup>は、アネトールのにおいを嗅がせる際に、アネトールの持つ良い内容（ポジティブ）と危険情報（ネガティブ）とを教示した上でにおいの快不快を評価させる検討を行い、ネガティブな教示を受けたパネル群の評価よりも、ポジティブな教示を受けたパネル群の評価の方が高くなる傾向が得られたとしている。アネトールという日本人に認知度の低いにおいでの検討であるために印象操作がされやすく、教示の影響が大きく出ている可能性はあるが、におい評価が試料提示時の情報によって左右されることを示している。Herz ら<sup>3)</sup>も、イソ吉草酸と酪酸の混合物、松油やメントールなどのにおいについて、ポジティブラベルをつけた場合とネガティブラベルをつけた場合とで、ネガティブラベルをつけた場合の方が快不快に関する評価は低くなるという知見を得ている。特に臭気の快不快に関する評価には、臭気に対する先入観が影響する可能性は高いと思われるが、影響があるならば尚更、建築空間のにおいについてもその影響度合いについて把握する必要があろう。

一方で、臭気強度評価については、濃度に対する評価という観点から言えば、上記の様な教示の影響は考えにくいのであるが、Distel ら<sup>4)</sup>は、バニラやパルメザンチーズなどの臭気に対して、臭気名を告知するか否かという条件によって評価される臭気強度に差異があるかを調べており、バニラやパイプ煙草の臭気などで有意に差が生じることが報告されており、快不快に関する評価のみならず強度評価にも臭気名告知の影響がある可能性を示している。しかし、小林ら<sup>5)</sup>の結果では、アネトールでポジティブ教示とネガティブ教示との間に、臭気強度評価の差異は確認されておらず、今後より多くの臭気での検討が必要であると思われる。Dalton ら<sup>6)</sup>による検討でも、アセトンとフェニルエチルアルコールを

用いて、ポジティブ・ネガティブ・ニュートラルの3種の教示について臭気強度評価の比較を行ったが、明確な差異は見られなかった。ただ、併せて20分の連續臭気曝露を行った場合に、アセトンではネガティブ、ニュートラル、ポジティブの順に評価される臭気強度が低くなる傾向にあり、フェニルエチルアルコールではその影響は見られず、ネガティブな教示によって体に害があるかもしれないという情報に注意が向けられることで順応が起こりにくかった可能性や、教示の影響はにおいの質によって異なる可能性が示唆されたという結果も述べられており、この傾向は、坂井ら<sup>2)</sup>がアネットールに対して行った結果とも一致する。

また、臭気源の正体をパネルが把握した場合に、その臭気源をパネルがポジティブに捉えるのかネガティブに捉えるのかが分かれる場合もあり得る。その主因となると考えられるのが臭気源に対するパネルの嗜好であり、パネル毎の嗜好によってバイアスをかけられた上でにおい評価が行われる可能性がある。パネルのにおいに対する嗜好は、元木澤<sup>7)</sup>によれば、年齢・性別・心理的身体的要因・におい物質側の要因の他に、生活史が原因であるとしている。パネル各人の生活歴、生活の中でそれまでに得た経験、思い出がにおい評価に影響を及ぼす可能性はあり、代表値のみならず、各人の評価にも目を向けた詳細な検討が必要であろう。

そこで本章では、建築空間のにおいのうち代表的なものから、木材、畳、コンクリートの3種のにおいについてパネルに提示し、提示時に試料の名称を告知しない場合と正確な名称を告知する場合とで、においの強さ、印象、快適性、容認性に差異があるか把握を行った結果と、同時に行ったパネルと対象建材との過去の関わり歴や対象建材への嗜好に関するインタビュー結果とにおい評価との関係の検討結果について報告する。

### 3. 2 実験方法

建築空間に存在するにおいのうち、試料臭気の情報によってにおい評価への影響が懸念される臭気として、実際の建築材料の臭気を用いることとした。選定した建築材料は、それぞれ質が異なる臭気である木材、畳、コンクリートの3種とし、木材と畳では、一般的に「あたたかい」「良い」などと評されることが評価に及ぼす影響、コンクリートでは一般的に「無機質」「人工的な」などと評されることが評価に及ぼす影響を想定した。

実験条件は、パネルに提示する試料臭気の情報を与えるか否かの場合の比較を行うため、パネルへの試料提示時に「これはあるにおいです」とのみ口頭で伝えて一切の試料情報を告知せずに検臭を行う「非告知条件」と、「これは木材のにおいです」など臭気源の名称を口頭で告知して検臭を行う「告知条件」の2条件を設定した。この2条件は同一パネルで実施して差異を見るため、「非告知条件」「告知条件」の順に日を改めて実験を実施した。

表 3.1 告知条件

	非告知	告知
パネル群A	○	○
パネル群B		○

そのため、「告知条件」で得られる評価は「非告知条件」を経験したパネル群による評価であり、3種の試料臭気を初めて検臭した評価である「非告知条件」の評価と単純に比較できない可能性が考えられた。そこで、上記とは別のパネル群に対して「告知条件」のみを実施（以下「告知のみ条件」と表記）したパネル群を設けた（表3.1）。

パネルはT&T オルファクトメータによる嗅覚検査に合格した20～23歳の学生16名（男性8名、女性8名で、うち各4名が「非告知条件」「告知条件」、残り4名が「告知のみ条件」に参加した）とし、試料

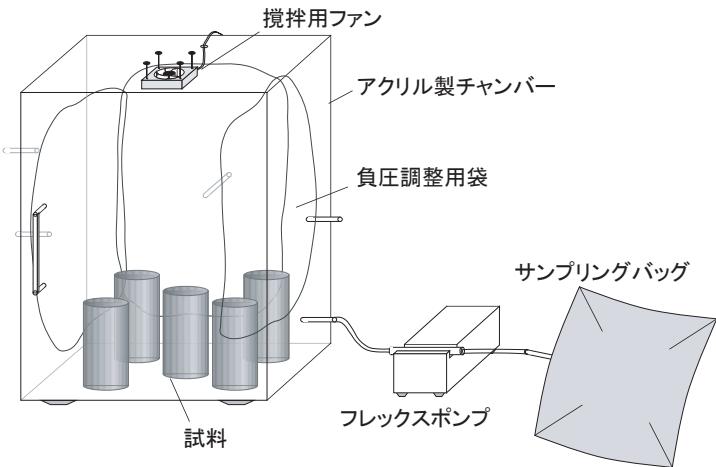


図 3.1 試料臭気採取装置

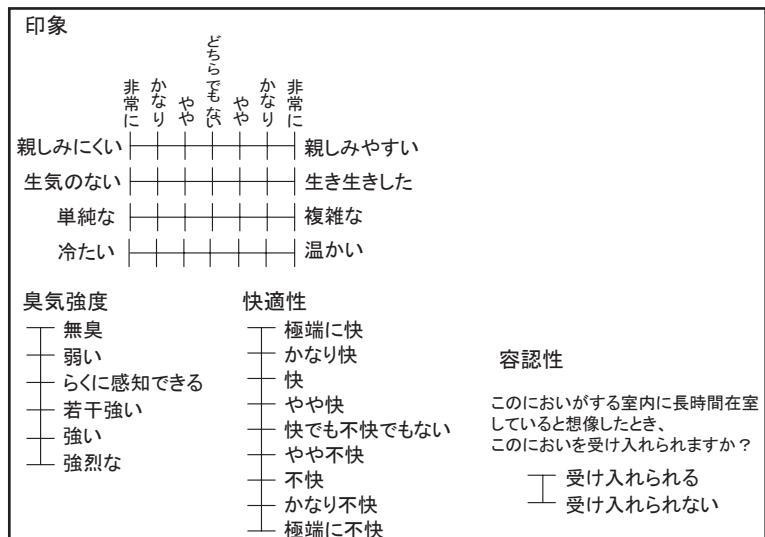


図 3.2 評価項目

臭気は、図3.1に示すような試料採取装置内に建築材料を入れ、内部空気を攪拌した密封状態で1時間放置し、チャンバー（容積150L）内に充満した臭気をフレックスポンプでサンプリングバッグ（ポリエスチル製：容量20L）に捕集して原臭を作成した。臭気捕集時にはチャンバー内空気を吸引することでチャンバー内が負圧となるが、負圧調整用袋で負圧状態を回避した。尚、建築材料は、ベイヒ（無垢材：50mm×50mm×350mm）15個、畳表（300mm×350mm）15枚、コンクリート試験片（直径100mm×200mm）6個とし、コンクリートについては雨天時を想定して180mLの水をかけた。また、実験は人工環境試験室で実施し、実験時の温湿度は温度を25°C、相対湿度を50%に調整した。試料臭気は、活性炭槽を通過させて作成した無臭空気で希釈を行い、1倍（原臭）、3倍、10倍、30倍、100倍の5段階の濃度条件を3種類の建築材料についてにおい袋（ポリエスチル製：容量3L）に封入し（合計15条件）、順不同にパネルに提示した。検臭には鼻あて（ポリエチレンテレフタ

レート製)を用いて、袋内臭気を押し出して吸引する方法とした。パネルは検臭を行う度に、図3.2に示す評価項目について評価を行った。「非告知条件」では、評価毎にその臭気が何のにおいであると思ったかについて自由記述のアンケートを実施し、試料臭気の名称が告知されなくとも認識できたか否かについて調査した。各実験は各条件につき3回ずつ実施した。

実験は「非告知条件」を2003年11月6日～11月14日、「告知条件」を11月17日～11月28日、「告知のみ条件」を12月1日～12月9日に実施し、それぞれについてその都度原臭を採取した。

主観評価実験終了後には休憩を挟み、三点比較式臭袋法による原臭の濃度測定実験を実施した。また、「告知条件」終了後には各パネルにインタビューを実施し、採用した3種の建築材料に対する各パネルの関わりを想起させた上で各建築材料のにおいに対する嗜好

表3.2 三点比較式臭袋法結果

(1) 告知条件ごとの集計結果  
(3回の実験間の臭気濃度の比較)

(1) 非告知条件

試料	回数	臭気濃度の対数	臭気濃度	対数の平均値	臭気濃度	平均値との偏差(%)
ベイヒ	1	2.49	309	2.68	484	-7.2%
	2	2.66	454			-1.0%
	3	2.91	807			8.3%
畳	1	2.74	550	2.85	710	-3.9%
	2	3.16	1434			10.7%
	3	2.66	454			-6.8%
コンクリート	1	2.07	118	2.07	118	0.0%
	2	1.99	98			-4.0%
	3	2.16	143			4.0%

(2) 告知条件

試料	回数	臭気濃度の対数	臭気濃度	対数の平均値	臭気濃度	平均値との偏差(%)
ベイヒ	1	2.24	174	2.24	174	0.0%
	2	2.24	174			0.0%
	3	2.24	174			0.0%
畳	1	2.66	454	2.60	399	2.1%
	2	2.49	309			-4.3%
	3	2.66	454			2.1%
コンクリート	1	2.24	174	2.16	143	3.9%
	2	2.07	118			-3.9%
	3	2.16	143			0.0%

(3) 告知のみ条件

試料	回数	臭気濃度の対数	臭気濃度	対数の平均値	臭気濃度	平均値との偏差(%)
ベイヒ	1	2.41	255	2.30	197	4.8%
	2	2.32	211			1.2%
	3	2.16	143			-6.1%
畳	1	2.57	374	2.68	484	-4.1%
	2	2.74	550			2.1%
	3	2.74	550			2.1%
コンクリート	1	2.24	174	2.16	143	3.9%
	2	2.16	143			0.0%
	3	2.07	118			-3.9%

(2) 建築材料ごとの集計結果  
(告知条件間の臭気濃度の比較)

(1) ベイヒ

告知条件	回数	臭気濃度の対数	臭気濃度	対数の平均値	臭気濃度	平均値との偏差(%)
告知なし	1	2.49	309	2.41	255	3.5%
	2	2.66	454			10.4%
	3	2.91	807			20.8%
告知	1	2.24	174	2.41	255	-6.9%
	2	2.24	174			-6.9%
	3	2.24	174			-6.9%
告知のみ	1	2.41	255	2.16	143	0.0%
	2	2.32	211			-3.5%
	3	2.16	143			-10.4%

(2) 畳

告知条件	回数	臭気濃度の対数	臭気濃度	対数の平均値	臭気濃度	平均値との偏差(%)
告知なし	1	2.74	550	2.71	515	13.9%
	2	3.16	1434			31.2%
	3	2.66	454			10.4%
告知	1	2.66	454	2.71	515	10.4%
	2	2.49	309			3.5%
	3	2.66	454			10.4%
告知のみ	1	2.57	374	2.74	550	6.9%
	2	2.74	550			13.9%
	3	2.74	550			13.9%

(3) コンクリート

告知条件	回数	臭気濃度の対数	臭気濃度	対数の平均値	臭気濃度	平均値との偏差(%)
告知なし	1	2.07	118	2.13	135	-13.9%
	2	1.99	98			-17.3%
	3	2.16	143			-10.4%
告知	1	2.24	174	2.13	135	-6.9%
	2	2.07	118			-13.9%
	3	2.16	143			-10.4%
告知のみ	1	2.24	174	2.07	118	-6.9%
	2	2.16	143			-10.4%
	3	2.07	118			-13.9%

を回答させた。

### 3.3 臭気濃度の算定と代表値の選定

「非告知条件」「告知条件」「告知のみ条件」の各3回の三点比較式臭袋法による濃度測定で得られた臭気濃度を告知条件ごとにまとめた結果を表3.2に示す。

各告知条件内での3回の臭気濃度はそれぞれ平均値から概ね10%以内の偏差となった(表3.2(1))。岩崎<sup>8)</sup>による調査では、T&T オルファクトメータの3基準臭について、6名のパネルであれば、測定される閾値の平均値が平均母平均値を中心に対数値の±10%範囲内に入る確率は94%としている。また、上下のカットをして中間の4人をとった場合でも上記範囲内に入る確率は91%としており、概ね10%の偏差はパネル間の閾値のばらつきであると考えることができる。これより、建築材料からの臭気の発生量のばらつきの影響は大きくないと言え、3回の臭気はほぼ同一濃度であったとみなせる。一方で、表3.2(2)に同じ結果を告知条件間の平均値をとった場合についてまとめたものを見ると、各算定濃度の平均値からのばらつきは大きく、発生量の差異が推測されたため、以下の検討では各告知条件毎3回の測定値の平均値を各条件における代表臭気濃度とし、告知条件ごとに異なる臭気濃度であったものとして考察を行う。

図3.3に前節の臭気濃度を基に作成した、告知条件毎の臭気濃度と臭気強度との関係を

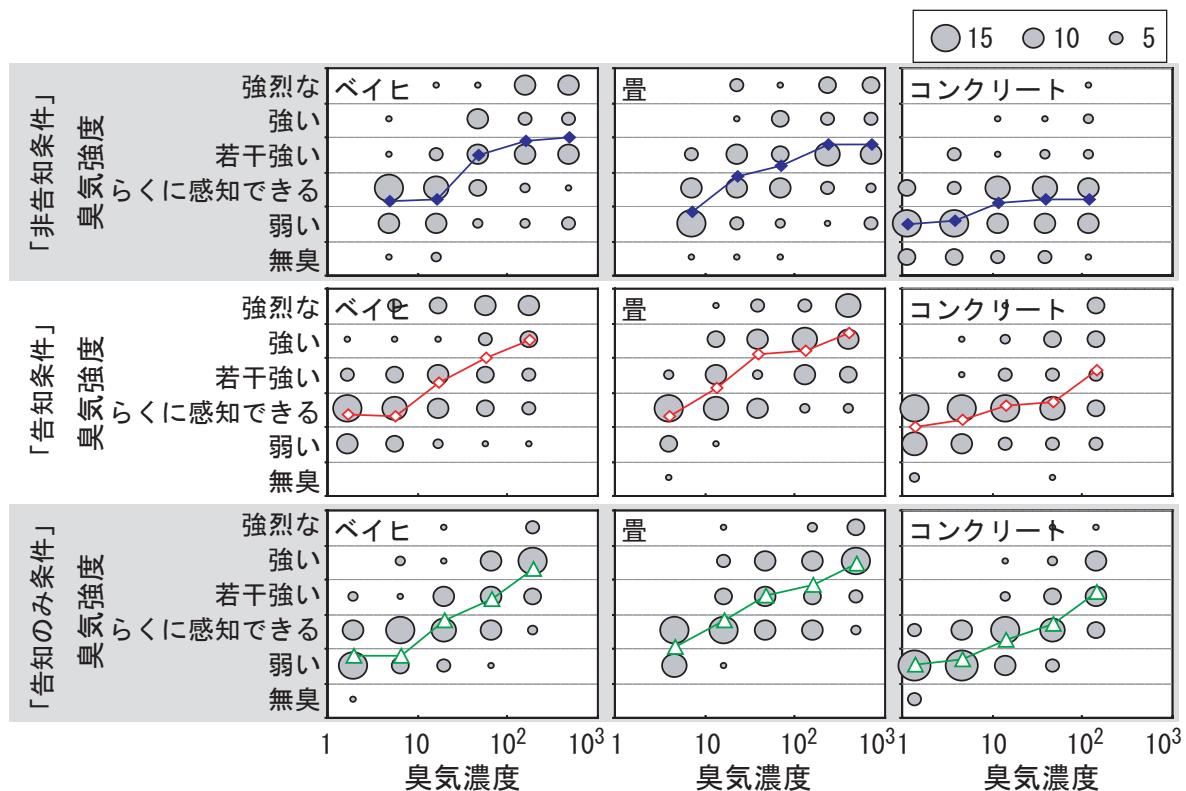


図3.3 臭気濃度と臭気強度との関係（告知条件間比較）

示す。横軸は臭気濃度、縦軸は臭気強度を表しており、円の面積で評価の度数、プロットで評価の中央値を示す。データは告知条件毎に8名で各3回ずつ合計24個得られたのに対し、パネル間の評価のばらつきとパネルの3回実施した評価のばらつきとが同程度であったことから、各条件につき8名で各3回実施したパネル評価を、合計24個のデータとして扱って記述した。評価のばらつきは各告知条件間では大きな差異は認められないものの、全体的に広い分布となっていることから、以下の考察ではデータの中央値を代表値としながら、第1四分位点、第3四分位点によってばらつきの状態も含めて、告知条件間の比較を行う。

### 3.4 試料名の告知の有無が評価に及ぼす影響の検討

本章の大きな目的は、「非告知条件」と「告知条件」との比較にある。しかし、その前段階として、「非告知条件」の評価時に試料名称の内容を自由記述させるアンケートを行っており、試料名称についてパネルが注意する可能性があった点、及び単純な検臭作業の熟練の点の二点から、試料名称時系列上でパネルが「非告知条件」を経験した後に「告知条件」で得られた評価は、パネルにとって初めて「告知条件」を実施した場合に得られる評価とは異なる可能性が考えられる。そこで、本節ではパネル群が初めて本実験を経験した「非告知条件」と、「非告知条件」を経験した後に経験した「告知条件」、及び異なるパネル群を用いて、「非告知条件」を経験せずに初めて試料名を告知されて検臭と評価を行った「告知のみ条件」との3条件について、「告知条件」と「非告知条件」、「告知のみ条件」と「非告知条件」、「告知のみ条件」と「告知条件」の3者の関係について並行して比較を行う。「告知条件」と「非告知条件」の比較では、同一パネル群であるが、試料名称告知の有無と「告知条件」が「非告知条件」後に実施されたための評価への熟練や嗅覚の疲労の可能性を含んでいる。「告知のみ条件」と「非告知条件」の比較では、パネルにとって初めての検臭・評価の結果である点が等しい条件であり、パネル群が異なること及び試料名称を告知されているか否かの条件が異なる。「告知のみ条件」と「告知条件」の比較では、いずれも試料名称を告知されている点が等しい条件であるが、パネル群が異なる点と「告知条件」が「非告知条件」を経験した後の評価である点が異なる。この3者の比較によって、「非告知条件」を経験したことによる「告知条件」の評価への影響と、パネル群が異なることによる評価への影響を比較しながら、試料名称告知の有無が評価に及ぼす影響の程度について検討する。

#### 3.4.1 臭気濃度と各評価との関係

##### (1) 臭気濃度と臭気強度との関係

図3.4に、「告知条件」、「告知のみ条件」及び「非告知条件」における臭気濃度と臭気

強度との関係を示す。プロットは中央値を示し、縦の線分は上端が第3四分位点、下端が第1四分位点を示す。基本的な関係としては、全ての建築材料で臭気濃度が高くなるほど臭気強度が高くなる傾向が見られ、ベイヒや畳と比べてコンクリートの臭気濃度上昇に対する臭気強度の上昇が少ない傾向がみられ、建築材料毎にこの傾きは異なることが見てとれる。

「告知条件」と「非告知条件」を比較すると、「非告知条件」より「告知条件」の方が臭気強度は高く評価される傾向にある。合原ら<sup>9)</sup>は環境内で空気質への注意喚起を行うことで、行わない場合よりも臭気強度が高くなるという傾向を得ており、空気質への注意喚起によって、嗅覚を能動的に働かせていない場合に比べてより鋭敏に臭気を知覚していると推察している。本実験結果もその推察に近い状態にあると考えられ、試料名を告知された状態で検臭を行う場合には、その臭気を意識して探そうとすることで臭気の検出力が高くなつた可能性はある。ただ、表3.2の三点比較式臭袋法の結果からは、逆にむしろ「告知条件」の方が原臭の臭気濃度が低くなつておらず、臭気の物理的な濃度が「非告知条件」より「告知条件」の方が低下していた可能性はあるにせよ、臭気への意識によって検出力が向上し、嗅覚閾値濃度を低くしているとは言い切れない。これらから推察される可能性は、嗅覚としては同様に感じた場合でも、臭気へ意識することによって、においをより強く評価するのではないかということである。

「告知のみ条件」と「非告知条件」を比較すると、ベイヒはほぼ同程度の強さの評価、畳は全濃度域にわたってやや「告知のみ条件」の方が高い評価となっており、コンクリートでは、低濃度域は同程度であるが高濃度域では「告知のみ条件」の方が高い評価であることがわかる。パネルが初めて経験した実験条件である「告知のみ条件」と「非告知条件」との比較では、比較的近い評価であるとも見てとれるが、その程度が建築材料ごとに異なる点から、パネルの評価傾向の差異により偶然近い評価であったとも推測できる。

「告知のみ条件」と「告知条件」を比較すると、ベイヒ、畳では全濃度域にわたって、コンクリートでは低濃度域で「告知条件」の方がやや高い評価が見られる。当初は「告知

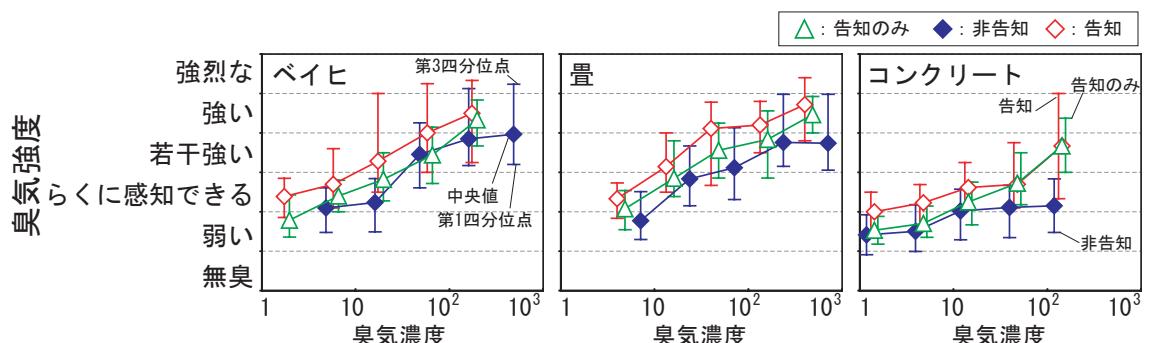


図3.4 臭気濃度と臭気強度との関係（告知条件間の比較）

条件」の方が、対象臭気を繰返し嗅いでいる分、臭気への慣れで「告知のみ条件」よりも評価が低くなる可能性が考えられたが、逆の結果となった。理由としては、パネルの評価傾向の差異と、「非告知条件」実施後の「告知条件」実施によって、パネルの検臭技術が向上してより精度よく検臭していた可能性が考えられる。

## (2) 臭気濃度と各印象評価との関係

図3.5は、「告知条件」、「告知のみ条件」及び「非告知条件」における臭気濃度と印象の4因子との関係を示す。

基本的な関係としては、「親しみ」では、ベイヒとコンクリートで臭気濃度が高くなるほど「親しみ」は低くなる傾向が見られ、畳では「告知条件」で高く、「告知のみ条件」

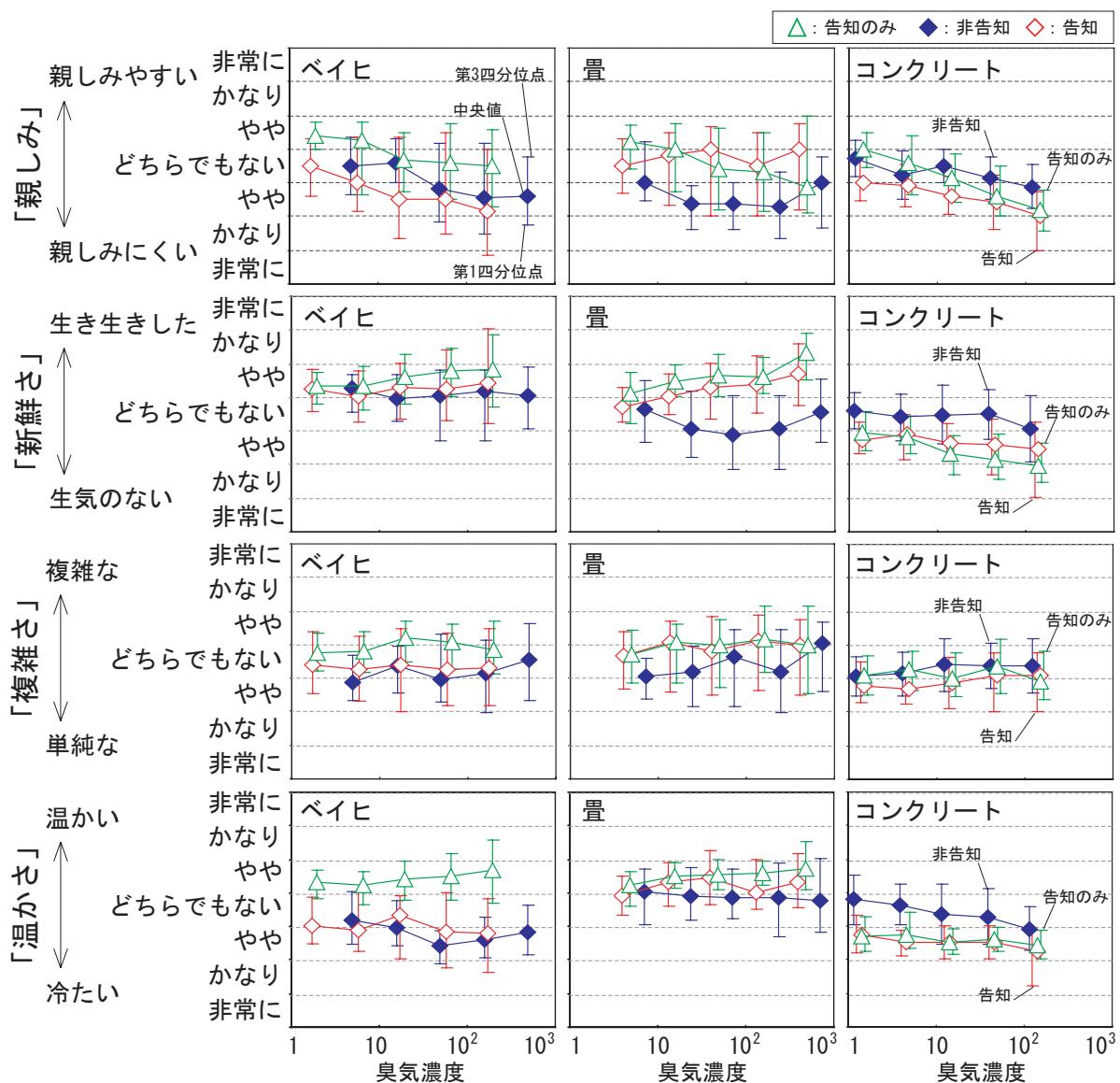


図3.5 臭気濃度と印象4因子との関係（告知条件間の比較）

で低くなる傾向が見られる。「新鮮さ」では、ベイヒでは「告知条件」でほぼ横這い、「告知のみ条件」で臭気濃度が高くなるほどやや「新鮮さ」が高くなる傾向が見られ、畳では臭気濃度が高くなるほど「新鮮さ」が高くなる傾向、コンクリートでは「新鮮さ」が低くなる傾向にあった。「複雑さ」では、全建築材料でほぼ横這いの評価、「温かさ」でもほぼ横這いの評価であったが、「温かさ」はベイヒの「告知のみ条件」と畳では全濃度にわたって高い評価であるのに対し、ベイヒの「告知条件」とコンクリートでは全濃度にわたって低い評価であった。

「告知条件」と「非告知条件」を比較すると、「親しみ」では、ベイヒは両告知条件ともあまり差異がないのに対して、畳では「非告知条件」で「親しみにくい」側の評価であったものが、「告知条件」では「親しみやすい」側の評価に転じている他、コンクリートでも「告知条件」では「非告知条件」よりも低い評価となる傾向が見られた。「新鮮さ」でも、ベイヒでは両告知条件間の差異は見られないのに対して、畳では「非告知条件」で「生気がない」側の評価であったものが、「告知条件」では「生き生きした」側の評価に転じる傾向にあり、コンクリートでも「告知条件」では「非告知条件」よりも全臭気濃度にわたって低い評価となる傾向が見られた。「複雑さ」の両告知条件間の差異は、畳で若干「非告知条件」よりも「告知条件」の方が高い評価となった他にはあまり差異は見られない。「温かさ」では、コンクリートで「非告知条件」よりも「告知条件」の方が低い評価となり、他の二つの建築材料では差異は見られなかった。

「告知のみ条件」と「非告知条件」を比較すると、ベイヒでは4因子全てで「告知のみ条件」が「非告知条件」よりも高い評価を示し、とりわけ「温かさ」は冷たい側と温かい側に評価が分かれた。畳では「親しみ」と「新鮮さ」は「告知のみ条件」が「非告知条件」よりも高い評価、「複雑さ」と「温かさ」でもやや高い評価を示した。コンクリートでは、「新鮮さ」と「温かさ」で「告知のみ条件」が「非告知条件」より低い評価となり、「親しみ」と「複雑さ」ではほぼ差異は見られなかった。畳とコンクリートでは、「告知条件」と「非告知条件」の関係に非常に近い傾向を示した。ベイヒについてはパネル群による差異が大きいと思われるが、畳における4因子の評価、コンクリートにおける「新鮮さ」と「温かさ」評価からは、告知の有無による評価への影響が見受けられる。

「告知のみ条件」と「告知条件」を比較すると、ベイヒの「親しみ」「複雑さ」「温かさ」でいずれも「告知のみ条件」の方が「告知条件」よりも高い評価となった。また、「親しみ」に関しては、畳でも臭気濃度に対する評価傾向が両条件間で逆の傾向を示し、コンクリートでも臭気濃度に対する評価傾向の傾きが「告知のみ条件」の方が大きい傾向にあった。ベイヒは特にパネルによって印象評価の異なる臭気である可能性が考えられる。畳とコンクリートでは、両告知条件は非常に近い評価傾向を示し、「告知条件」が「非告知条件」

を経験したことによる評価への影響は、ほとんどないものと考えられる。

「非告知条件」を先入観無しに純粹にその臭気を評価したものであると考えるとすれば、「告知条件」でこのように印象評価に差異が生じた理由は、生理的な嗅覚反応以降に脳で臭気評価を下す際のバイアスの影響であると考えることができ、畳が親しみやすい、生き生きした建築材料であるとか、コンクリートが親しみにくく、生氣のない、冷たい印象を与える建築材料であると今回のパネルが感じたためであると推測できる。それに対して、一般的には温かいとか親しみやすいとされる木質建材であるベイヒで、あまり評価に差異が見られなかつた点については二点の理由が考えられる。一点目は最初にベイヒという木材であるという説明は行ったものの、検臭時の「これはベイヒのにおいです」という告知が直感的に檜の様な木材を想起しにくかった可能性と、二点目は、想起はできたが、告知によるバイアスの方向性がパネル毎に異なり、代表値を取ることで互いのバイアスの影響が打ち消しあって見えない可能性である。特に後者については、臭気濃度が高くなるほど評価が高くなるパネルと低くなるパネルとが万遍なく存在する傾向にあったのではないかと予想できる。ただ、第1四分位点と第3四分位点の距離である四分位範囲を見ると、ベイヒの四分位範囲は、コンクリートよりはいずれの濃度でも大きいものの、畳とは同程度であり、ばらつきの大きさという点のみが原因とも考えにくい。

### (3) 臭気濃度と快・不快度との関係

図3.6は、「告知条件」、「告知のみ条件」及び「非告知条件」における臭気濃度と快・不快度との関係を示す。全ての建築材料で、臭気濃度が高くなるほど快・不快度が低くなる傾向が見られ、畳では若干傾きが緩やかである。

「告知条件」と「非告知条件」を比較すると、ベイヒとコンクリートでは、ほぼ両告知条件間に差異は見られず、畳では「非告知条件」より「告知条件」の方がやや高い評価であり、畳という試料名を告知されて、不快側評価がほぼ中庸の評価となった。

「告知のみ条件」と「非告知条件」を比較すると、ベイヒではやや「告知のみ条件」が「非告知条件」より高い評価となった。畳とコンクリートではほぼ同程度の評価であった。

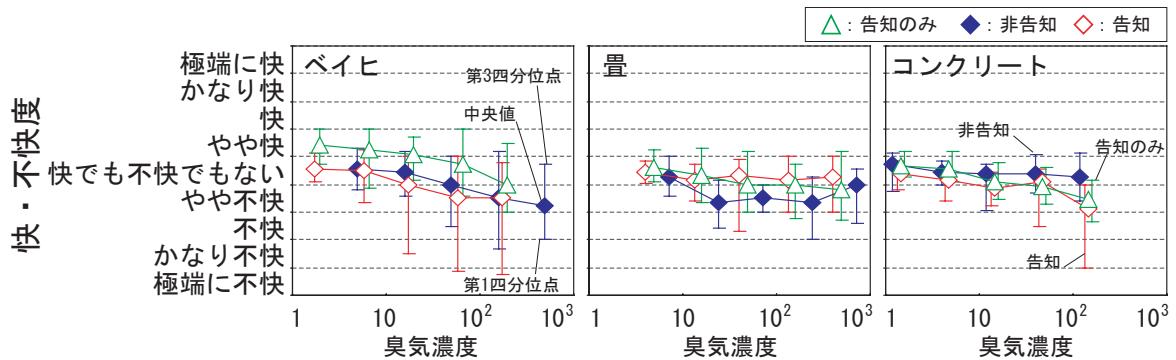


図3.6 臭気濃度と快・不快度との関係（告知条件－告知のみ条件）

「告知のみ条件」と「告知条件」を比較すると、ベイヒで「告知のみ条件」の方が高い評価となったが、畳とコンクリートではほぼ一致した。特に「告知条件」におけるベイヒのにおいて質評価の四分位範囲が非常に大きく、このパネル群ではベイヒという名称による評価傾向への影響がパネルによって異なりやすかったものと考えられる。

#### (4) 臭気濃度と非容認率との関係

図3.7は、「告知条件」、「告知のみ条件」及び「非告知条件」における臭気濃度と非容認率との関係を示す。全ての建築材料で、臭気濃度が高くなるほど非容認率は高くなる傾向が見られ、ベイヒの「告知条件」では全濃度域にわたって非容認率は高く、他は建築材料によらずほぼ同程度である。

「告知条件」と「非告知条件」を比較すると、ベイヒでは、「非告知条件」より「告知条件」の方が非容認率は高く、畳では「告知条件」の方がわずかに非容認率は低く、コンクリートではほぼ両告知条件間に差異は見られなかった。畳で得られた傾向は、快・不快度評価が「告知条件」で若干低くなつたことにより、非容認率も若干低くなつたものと推察される。

「告知のみ条件」と「非告知条件」を比較すると、ベイヒと畳では「告知のみ条件」が「非告知条件」よりも低い非容認率となった。コンクリートでは、大きな差異は見られなかった。ベイヒでは告知によって非容認率が低く評価されたと考えられるが、パネル群間の評価差異とも考えられる。

「告知のみ条件」と「告知条件」を比較すると、ベイヒでは全濃度域にわたって「告知条件」の方が「告知のみ条件」よりも高い非容認率となっており、畳とコンクリートでは比較的近い傾向にあった。前述の印象評価及び快・不快評価と同様に、ベイヒのにおいて質評価はパネルによって異なりやすいものと考えられる。系統的な差異はうかがえず、検臭経験の差異による評価への影響は考えにくい。

#### 3.4.2 まとめ

本節では、主観評価実験の経験の有無が評価に及ぼす影響、パネル群が異なることによる評価の差異、試料名称告知の有無が評価に及ぼす影響の3点について検討した。

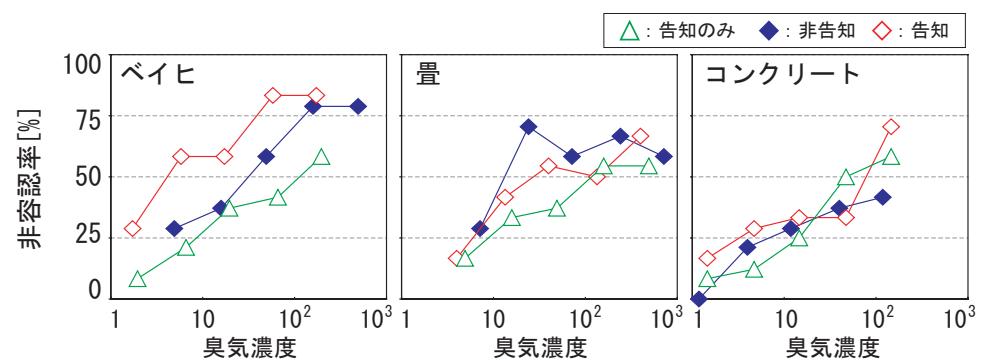


図3.7 臭気濃度と非容認率との関係（告知条件－告知のみ条件）

主観評価実験の経験の有無が評価に及ぼす影響（「告知のみ条件」と「告知条件」）に関しては、臭気強度で「告知のみ条件」が「非告知条件」よりもやや高い傾向が見られたことから、「告知条件」ではパネルの検臭と評価に対する熟練度が上昇したことによる評価への影響が考えられた。印象や快・不快度といったにおいて質評価に関しては、ベイヒを中心に両告知条件間に差異は見られたが、全建築材料に共通した差異は見られず、経験の有無の影響よりもパネル群が異なることによる影響である可能性が高い。

パネル群が異なることによる評価の差異（「告知のみ条件」及び「告知条件」と「非告知条件」）に関しては、ベイヒの主ににおいて質に関する評価で、「告知条件」と「告知のみ条件」との間に評価の差異が見られた。これは、ベイヒに対するにおいて評価の個人差が大きいためと考えられ、この傾向が得られた理由としては、臭気濃度が高くなるほど高い評価を行うパネルと低い評価を行うパネルとの割合が拮抗しやすい、つまりパネル母集団に逆の評価傾向を示すパネルが半分ずついる可能性が考えられた。図3.5や図3.6などにおいて質に関する評価のうち、快・不快度や「親しみ」、「新鮮さ」に関するベイヒの評価は、いずれの告知条件でも低濃度域では比較的評価のばらつきは小さく、高濃度域ではばらつきが大きくなる傾向が見られ、臭気濃度において質評価の関係がパネル毎に大きく異なる可能性を裏付けている。畳も同様の傾向にあるものの、ベイヒと比べると高濃度域でも評価の集中する傾向にある。コンクリートでは評価の分布はかなり狭く、パネルに依らないことがわかる。

以上のことから、特にベイヒでは「告知条件」と「告知のみ条件」との間に差異が見られたが、畳とコンクリートではパネル群が異なっても得られる評価に大きな差異は見られなかつたため、「非告知条件」を経験したパネル群が「告知条件」で評価を行ったことによるにおいて評価への影響は考慮しなくてもよいと思われる。但し、ベイヒの様に個人差が大きいと思われる試料臭気に関しては、評価のばらつきに注意する必要がある。

試料名称告知の有無が評価に及ぼす影響（「告知条件」と「非告知条件」）に関しては、臭気強度評価は、「非告知条件」と比べて「告知条件」の方がやや高くなる傾向が見られ、試料名を告知されることで、対象の臭気に対して注意を向けるために、高い評価となる可能性が示唆された。印象評価では、建築材料ごとに異なる影響が見られた。ベイヒはほぼ差異は見られず、「非告知条件」より「告知条件」で畳は「親しみ」「新鮮さ」「複雑さ」の高い方へ、コンクリートは「親しみ」「新鮮さ」「温かさ」の低い方へ評価される傾向が見られた。快・不快度評価では、畳でわずかに「告知条件」の方が「非告知条件」よりも高い評価となり、ベイヒとコンクリートでは告知条件間に差異は見られなかつた。印象と快・不快度では、告知された臭気に対してパネルが抱くイメージが、臭気評価に対して影響を与える可能性が非常に高いことがわかつた。非容認率は、ベイヒで「告知条件」の方

が「非告知条件」よりも高い非容認率となり、畳ではやや低い非容認率となった。畳については、快・不快度評価と同様に、パネルが畳に対して抱くイメージがにおい評価にバイアスを与えたと解釈できる。ただ、ベイヒで「告知条件」の方が非容認率が高くなつたことや、畳で両条件の差異が印象や快・不快度評価ほど大きくは見られなかつた理由としては、長時間曝露を想定する段階でのパネル毎の評価のばらつきの他に、検臭前にパネルが試料名称を聞くことで、木材のにおいや畳のにおいに大きな期待を抱いて検臭を行い、期待したにおいとは異なつたり期待を満たすほどではなかつたりしたこと、このような結果となつた可能性もあり、これについては付加して検臭させた臭気名称がポジティブなものと連想させる名前でも、よりポジティブなものと比較されてそれほど名称がにおい評価に及ぼす影響が顕著に見られない可能性について Djordjevic ら<sup>10)</sup> も言及しており、ラベルを付けて検臭を行う場合の難しい点であると言える。

### 3.5 非告知条件における試料認識の可否による評価の差異の検討

前節では、試料名称告知の有無による評価傾向に対する影響の程度について、主に検討を行つた。しかし、本章冒頭で Eskenazi らの検討例で挙げたのと同様に、「非告知条件」つまり検臭時にパネルが試料名を告知されなくとも、検臭を行うだけで試料臭気の正体を認識できた可能性もあり、前項での検討は、試料名を認識した状態の評価とそうではない状態での評価を比較したわけではない。畳やコンクリートなど、建築材料によって、試料名称を告知されて評価を行う場合に、告知されない場合と比べてバイアスのかかった評価がされる可能性が高いことが明らかとなつたので、本節ではもう一歩進めて、「非告知条件」のパネルの中で、臭気評価時に検臭によって試料名称を認識して評価したパネルとできず評価したパネルとにパネル群を分類し、両パネル群の評価傾向の差異について検討を行う。

「非告知条件」の臭気評価のうち、パネルが正しい試料名称を認識できたか否かは、各試料臭気の主観評価時に、パネルに回答させた自由記述で嗅いだにおいが何のにおいであつたかという記述が明確に正しい試料名称を示す記述であった場合に「正解者群」、そうではない場合に「不正解者群」にわけることとした。各建築材料及び臭気濃度の全 15 条件の正解者数と不正解者数は表 3.3 の通りである。臭気濃度毎に正解者数が異なるが、以下この分類で考察を行う。尚、ベイヒは「木」

表 3.3 非告知条件下の試料認識の可否

		ベイヒ				
臭気濃度		4.8	16.1	48.4	161.2	483.6
不正解者数		18	18	17	18	18
正解者数		6	6	7	6	6
		畳				
臭気濃度		7.1	23.7	71.0	236.6	709.8
不正解者数		20	15	13	11	7
正解者数		4	9	11	13	17
		コンクリート				
臭気濃度		1.2	3.9	11.8	39.5	118.4
不正解者数		24	24	24	24	24
正解者数		0	0	0	0	0

あるいは「木材」など、詳細な木の種類まで言及できていなくとも正解とし、コンクリートでは正解者はいなかった。

### 3.5.1 臭気濃度と各評価との関係

#### (1) 臭気濃度と臭気強度との関係

図3.8は、「非告知条件」における臭気濃度と臭気強度との関係を正解者群と不正解者群とに分けて示したものである。プロットは中央値を示す。ベイヒ、畳ともあまり差異は見られなかった。前節で得られた、試料名を告知される場合とされない場合とで臭気強度評価に差異が見られた結果と照らし合わせて推察されることは、パネルは試料を検臭する前に試料名を告知されることで検臭する臭気に意識を集中させ、そのために臭気強度を高く評価するのであって、試料名称の情報なしに検臭して臭気の正体が判別できたとしても、臭気強度評価は変わらないのではないかということである。

#### (2) 臭気濃度と各印象評価との関係

図3.9は、「非告知条件」における臭気濃度と印象の4因子との関係を正解者群と不正解者群と分けて示したものである。「親しみ」では、ベイヒで正解者群の方が不正解者群よりも臭気濃度の高い部分でより「親しみにくい」評価となっており、畳で正解者群の方が臭気濃度の高い部分でより「親しみやすい」評価となった。「新鮮さ」では、ベイヒで正解者群は臭気濃度が高くなるほど「生き生きした」評価を行う傾向にあったのに対し、不正解者群ではやや低い評価となる傾向にあった。畳では、正解者群の方が、不正解者群よりもやや低い評価となった。「複雑さ」では、ベイヒにはあまり差異は見られない一方で、畳は全臭気濃度域にわたって正解者群の方が不正解者群よりもやや低い評価となった。「温かさ」では、ベイヒで正解者群の方が不正解者群よりもかなり高い評価傾向が見られ、臭気濃度が高くなるほど正解者群は高い評価となるのに対して不正解者群は低い評価となる傾向にあった。畳では、正解者群は不正解者群よりも全臭気濃度域にわたってやや低い評価であった。いずれも、前節での「非告知条件」と「告知条件」間の比較を行った場合とは異なる評価傾向となっており、予め評価前に試料名を告知される場合と、検臭時に初め

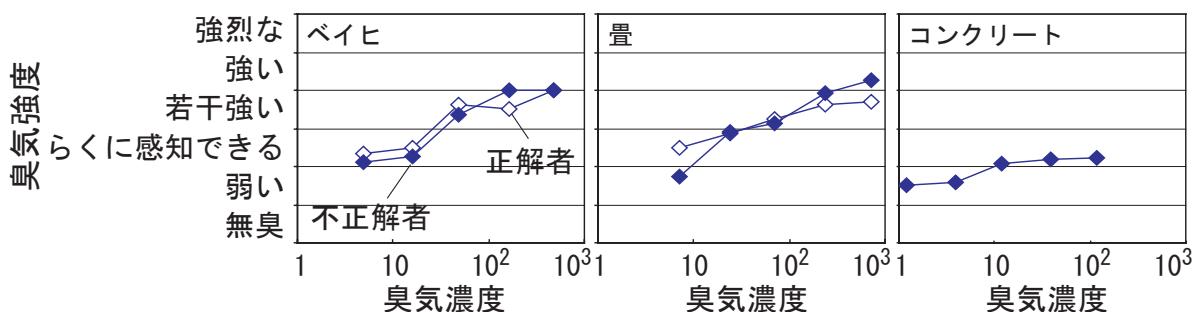


図3.8 臭気濃度と臭気強度との関係（正解者－不正解者：非告知条件）

て試料名を認識する場合とでは、評価へのバイアスは質が異なる可能性がある。特に、低臭気濃度では、両パネル群の評価の差異は小さい傾向にあり、臭気濃度が高くなるほど両パネル群の差異が大きくなるという傾向は、告知条件間で全濃度域にわたって大きく評価傾向が離れたものが見られた前節での傾向とは異なる。

### (3) 臭気濃度と快・不快度との関係

図3.10は、「非告知条件」における臭気濃度と快・不快度との関係を正解者群と不正解者群と分けて示したものである。ベイヒでは、正解者群の方が不正解者群よりも全臭気濃度域にわたってやや低い評価であり、畳では、臭気濃度が高くなるほど不正解者群が評価を低くする傾向にあるのに対して、正解者群ではほぼ横這いの傾向にあった。前節の試料名告知の有無の比較検討と比べて、正解者群は「告知条件」、不正解者群は「非告知条件」にそれぞれ近い傾向を示した。この理由としては、評価用紙の評価順序として、臭気強度評価や印象評価の後に、快・不快度が評価されることから、嗅いだにおいについてより高次な評価を行う段階で、「非告知条件」であっても検臭時に認識した試料名称の評価への

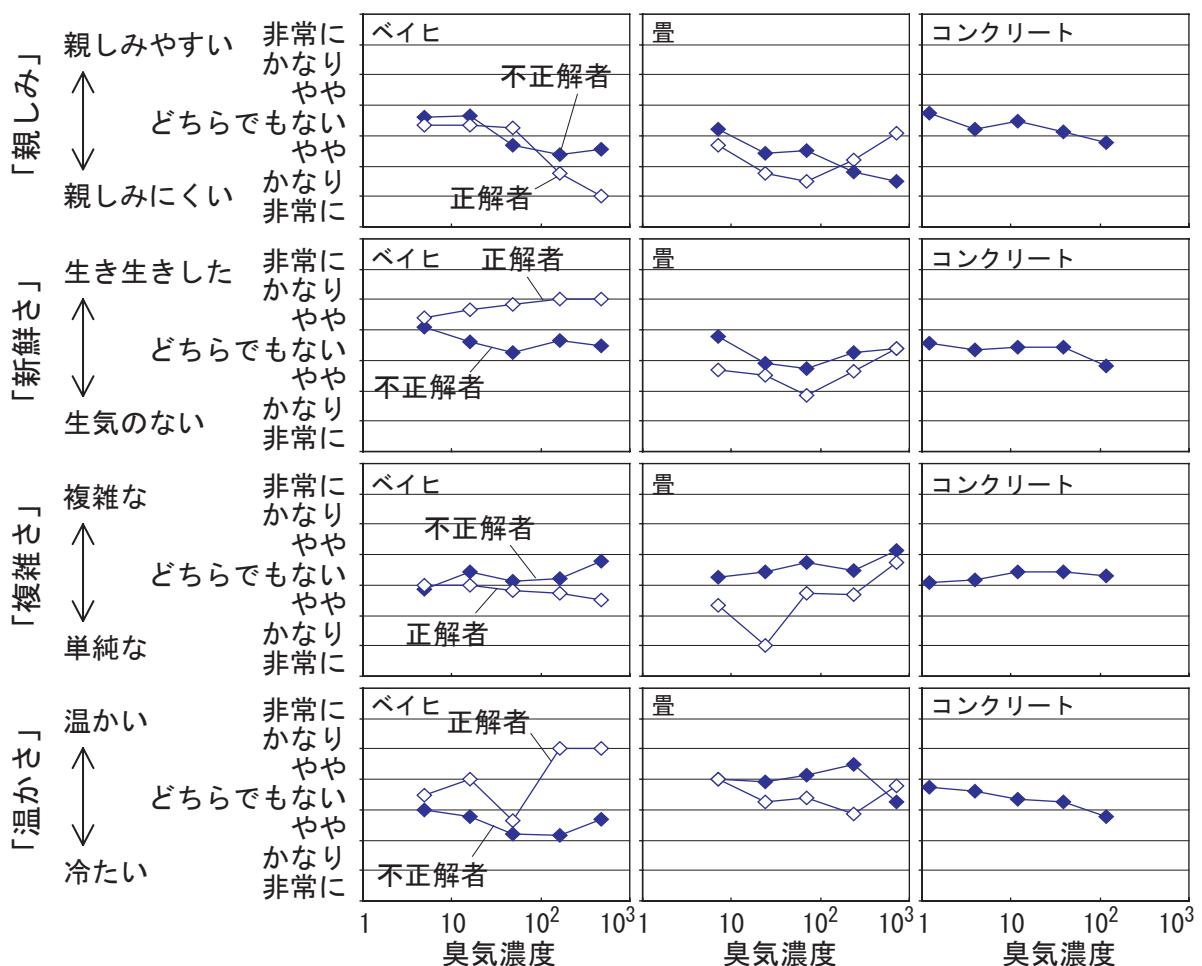


図3.9 臭気濃度と印象4因子との関係（正解者－不正解者：非告知条件）

バイアスが表れたのではないかと考えられる。

#### (4) 臭気濃度と非容認率との関係

図3.11は、「非告知条件」における臭気濃度と非容認率との関係を正解者群と不正解者群と分けて示したものである。ベイヒでは、正解者群の方が不正解者群よりも大幅に低い非容認率となり、畳では臭気濃度が高くなるほど不正解者群では非容認率が高くなるのに対して、正解者群ではやや低くなる傾向にあった。快・不快度の場合と同様に、より高次な評価である受け入れられるか否かの選択の際には、既に検臭時に判別した試料臭気の正体の情報が正解者群にはあり、判断を下す際のバイアスとなった可能性が考えられる。

#### 3.5.2 まとめ

本節では、前節における試料名による評価へのバイアスをより詳細に見るべく、「非告知条件」における検臭時に試料名称が判別できたパネル群とできなかったパネル群の評価の差異について検討してきた。

臭気強度では、両パネル群に差異は見られなかった。これは、予備情報なしに検臭を行った場合に、においの強さを感じる時点では、試料名称によるバイアスが臭気強度に入る余地が無い可能性を示唆しており、臭気強度評価がより原始的な主観評価であるという可能性を支持している結果であった。また、試料名認識の可否が臭気強度に及ぼす影響は大きくないという傾向は、前節の検討における考察の中で、検臭前に試料名称が告知されることで臭気に対する意識が集中し、臭気強度評価が高くなる可能性も高める結果である。

印象の4因子では、いくつかの因子と建築材料とで、正解者群と不正解者群との間に差

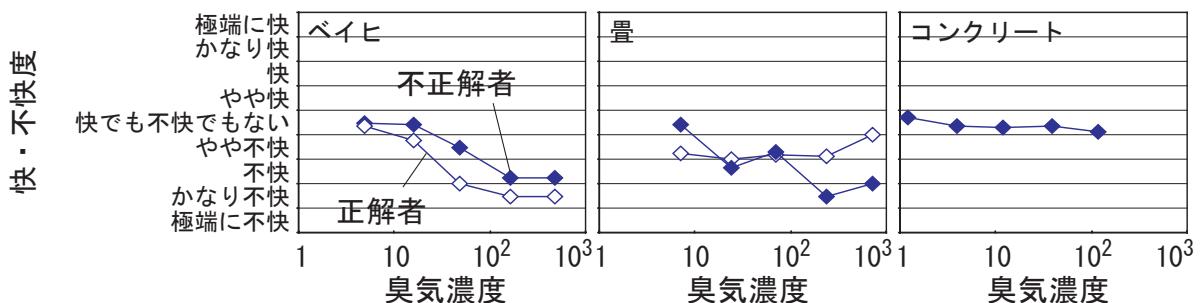


図3.10 臭気濃度と快・不快度との関係（正解者－不正解者：非告知条件）

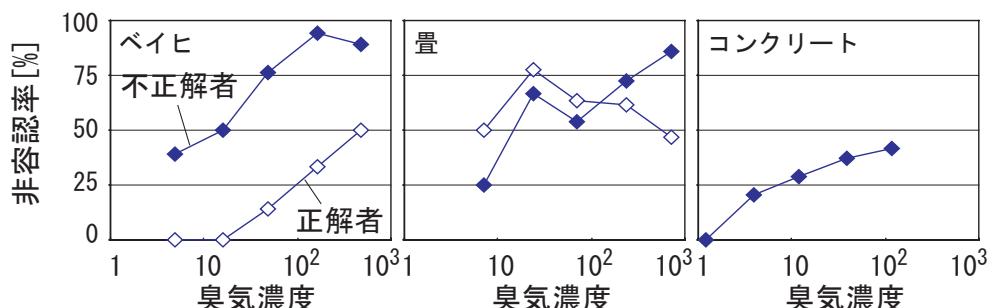


図3.11 臭気濃度と非容認率との関係（正解者－不正解者：非告知条件）

異が見られたが、「告知条件」と「非告知条件」との間の差異とは傾向が異なった。予め試料名称の情報を入手した場合と、検臭時に初めて試料名称を認識できた場合とで双方の評価が異なることから、においの印象評価が比較的原始的なにおい質評価であり、印象評価を下す時点ではバイアスのかかり方も原始的なのではないかと推測する。つまり、予め試料名称を告知されている場合には、低濃度でも試料名称の影響を評価が大きく受ける一方で、検臭時に初めてパネルが試料名称を認識した場合には、バイアスとなる脳内での対象試料に対する情報や記憶を呼び起こす前に、直感的に得られた情報でバイアスをかけて評価を下すのではないかということである。

快・不快度評価では、ベイヒ、畳とも正解者群と不正解者群との間に評価の差異が見られた。この傾向は、前節の告知条件間の比較の場合の「告知条件」と正解者群、「非告知条件」と不正解者群にそれぞれ対応して近い傾向を示した。このことから、快・不快度評価は、上記の二つと比べてやや上位の判断が要求される評価項目であると考えられ、思考の段階を踏むことで、検臭時に試料臭気名称が判別したパネル群は、試料に対する情報や記憶を十分に想起し、予め検臭前に試料情報を得た「告知条件」に近い評価を行ったのではないかと考えることができる。

非容認率では、正解者群と不正解者群との間にベイヒで顕著な差異、畳で若干の評価傾向の差異が見られた。ベイヒでは、低濃度であっても大きな差異が見られ、臭気単体としては受け入れられないが、試料名称を認識できれば受け入れられると評価されることがわかる。畳の臭気濃度が高い場合にも、正解者群は比較的低い非容認率となり、試料名称が認識できたことで評価にバイアスがかかった可能性が非常に高い。

### 3. 6 パネルの試料臭気に対する嗜好が評価に及ぼす影響の検討

前節まで明らかとなつたように、パネルが試料臭気の名称を告知されるか否か、あるいは告知されなくとも検臭時に臭気名称を判別できたか否かによって、におい評価に影響があることがわかつたが、この様に異なる評価が下される主たる原因の一つには、パネルが試料に対して抱いているイメージが考えられた。心地よさや温かさ、懐かしさなどポジティブな記憶やイメージを想起させやすい畳と、冷たく洗練され、近代的あるいは人工的工業的な感覚を想起させやすいコンクリートとでは、パネルの臭気評価はそれぞれのイメージに影響される可能性が高い。ただ、上記の各建築材料に対するイメージは一般論であり、実際に臭気評価を行った各パネルがそれぞれの建築材料名を告知されたり認識したりすることで、どのような記憶情報が呼び起こされ、その結果どのようなイメージを抱いて評価に臨んだかは恐らく個々人で様々に異なるであろう。特ににおいの快不快に関する評価などは、個人の嗜好によって異なる可能性は高い。元木澤<sup>7)</sup>が、個人のにおい嗜好性

に影響されると思われる要因の一つに生活史を挙げている様に、本実験で対象とした建築材料とのパネルのこれまでの関わりに関する記憶が、におい評価に及ぼす影響の大きな要因となっている可能性が高い。古芝ら<sup>11)</sup>は、アンケートによって、個人の思い出とにおい嗜好との関係を調べており、良い思い出はにおい嗜好に対してばらつきは大きいが、嫌な思い出は嫌いなにおいにはほぼ直結する傾向があると述べていることからも、パネルの対象臭気との過去の関わりが対象臭気に対する嗜好を左右し、臭気評価のバイアスを左右するのではないかと考えられる。そこで、本節では、各パネルに対して主観評価実験終了後に行った個別インタビューで調査した、各試料臭気の臭気源となった建築材料との関わり歴や嗜好別にパネル群を、それぞれの試料臭気に対して「好き側群」「どちらでもない群」「嫌い側群」の三者に分けて、それぞれのパネル群の臭気評価傾向を比較した。

インタビューから得られたパネルの建材臭に対する嗜好を評価尺度ごとに集計したものを表3.4に示す。インタビューでは嗜好の評価尺度は、「好き」「やや好き」「どちらでもない」「やや嫌い」「嫌い」の5段階であったが、嗜好の傾向による主観評価への影響をわかりやすくするため、「好き」「やや好き」と評価したパネル群を「好き側」群、「嫌い」「やや嫌い」と評価したパネル群を「嫌い側」群にまとめ、「どちらでもない」群との3種のパネル群間の主観評価への影響を検討した。ベイヒの「どちらでもない」群と「嫌い側」群及び、コンクリートの「好き側」群は各1名のみであったため、以下の考察では参考値とする。

### 3.6.1 臭気濃度と各評価との関係

#### (1) 臭気濃度と臭気強度との関係

図3.12に嗜好群ごとの各臭気の臭気濃度と臭気強度との関係を示す。いずれも「告知条件」のデータを用い、計16名の各3回実施した評価を合わせて検討を行った。プロットは中央値で、評価値の個数を図中に併記した。図で嗜好群

表3.4 インタビューに基づく嗜好群の分類

分類したパネル群	建材臭に対する嗜好	ベイヒ		畠		コンクリート	
		パネル数 [人]	評価値の個数 [個]	パネル数 [人]	評価値の個数 [個]	パネル数 [人]	評価値の個数 [個]
好き側	好き	13	42	12	39	1	3
	やや好き	1	2	13	0	1	0
どちらでもない	どちらでもない	1	3	0	0	9	9
	どちらでもない	1	0	0	0	9	27
嫌い側	やや嫌い	0	1	3	1	2	6
	嫌い	1	2	3	9	4	18

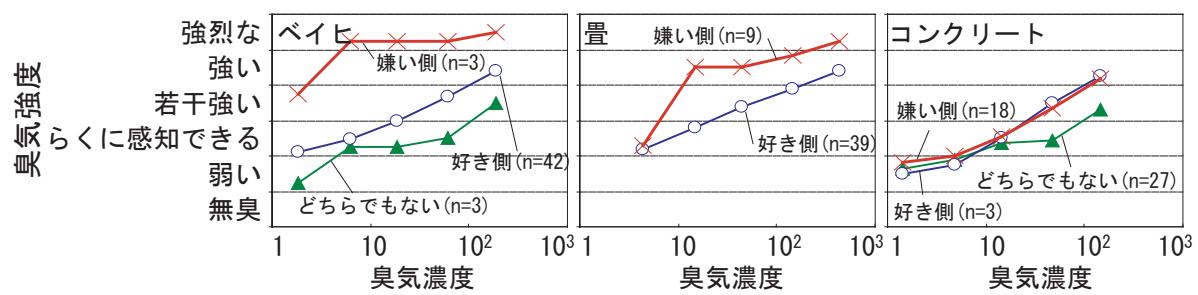


図3.12 臭気濃度と臭気強度との関係（嗜好群比較：告知条件）

間に差異が見られ、「嫌い側」群は「好き側」群よりもかなり高い臭気強度評価を行う傾向が見られた。コンクリートでも臭気濃度の高い範囲で差異が見られ、「嫌い側」群は「どちらでもない」群に比べてかなり高い臭気強度評価であった。「嫌い側」群は、鋭敏に臭気評価を行う傾向にあると共に、臭気強度評価の中ににおいての強さ以外の要素である試料臭気への嗜好の影響が少なからず反映されている可能性を示唆している。

### (2) 臭気濃度と各印象評価との関係

図3.13に嗜好群ごとの臭気濃度と印象の4因子との関係を示す。「親しみ」について見ると、全建築材料で「嫌い側」群は他の群より評価が低い傾向が見られ、「好き側」群は評価が高い傾向が見られる。「新鮮さ」では、畳で「好き側」群よりも「嫌い側」群の方が高い評価となった。「複雑さ」では、畳で「嫌い側」群の方が「好き側」群よりも全臭気濃度域にわたってやや高い評価であった。「温かさ」でも、畳で「嫌い側」群の方が「好き側」群よりも全臭気濃度域にわたってやや高い評価であった。畳で評価傾向の差異が多く見られたが、「嫌い側」群は3名であったため、個人の評価傾向の影響の可能性も捨てきれないが、嗜好が印象評価に影響を及ぼす可能性が示された。

### (3) 臭気濃度と快・不快度との関係

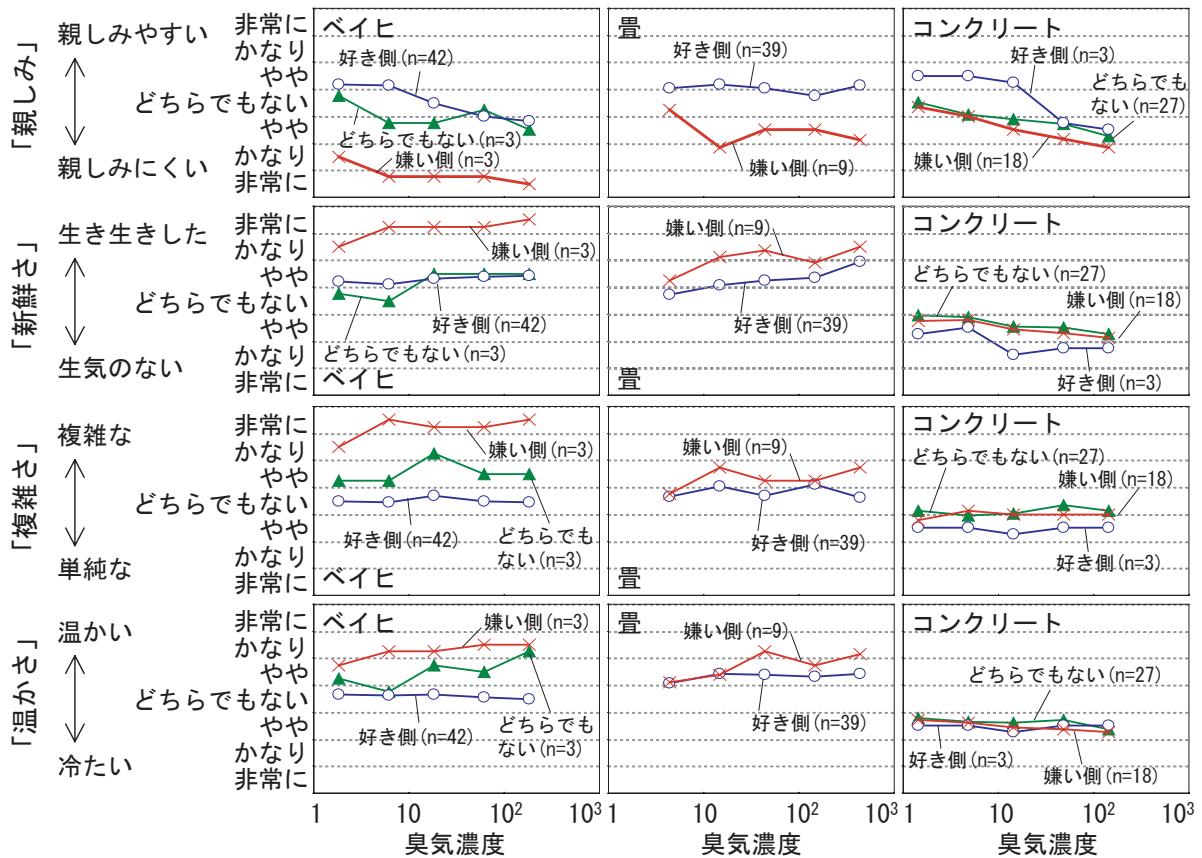


図3.13 臭気濃度と印象4因子との関係（嗜好群比較：告知条件）

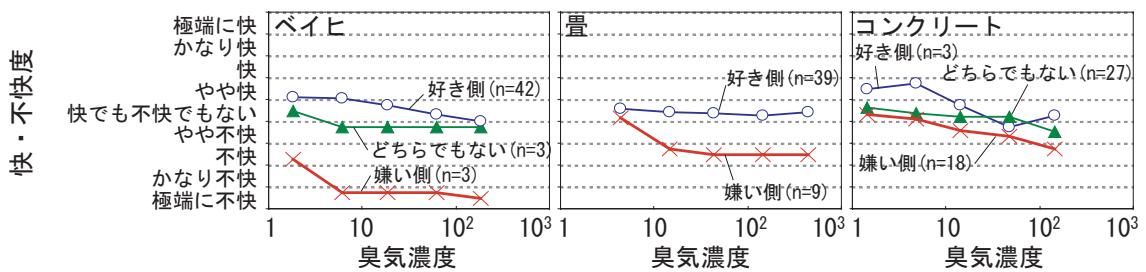


図 3.14 臭氣濃度と快・不快度との関係（嗜好群比較：告知条件）

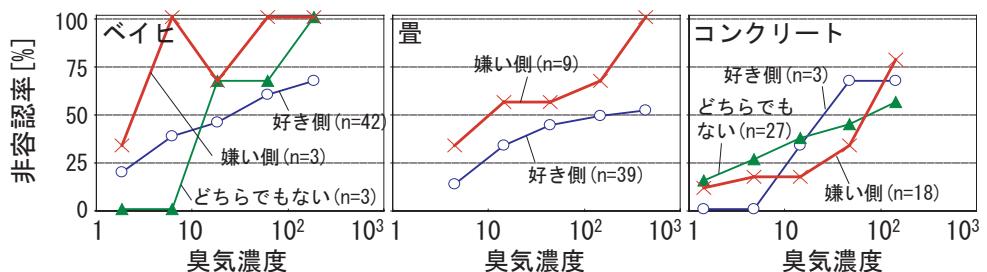


図 3.15 臭氣濃度と非容認率との関係（嗜好群比較：告知条件）

図 3.14 に嗜好群ごとの臭氣濃度と快・不快度との関係を示す。置では評価の差異が大きく、「好き側」群では「快でも不快でもない」付近に評価されたのに対し、「嫌い側」群では「不快」付近に評価された。コンクリートでは、「どちらでもない」群よりも「嫌い側」群はやや低い評価であった。

#### (4) 臭氣濃度と非容認率との関係

図 3.15 に嗜好群ごとの臭氣濃度と非容認率との関係を示す。置では「嫌い側」群が「好き側」群よりも非容認率が高い傾向が見られ、コンクリートでは、臭氣濃度が高くなるにつれて「どちらでもない」群が直線的な非容認率の増加をするのに対して、「嫌い側」群はロジスティック的な増加をする傾向にあった。

#### 3. 6. 2 まとめ

本節では、パネル個々人の試料臭気に対する嗜好が、臭氣評価に及ぼす影響について検討した。

臭氣強度では、「嫌い側」群で評価が高い傾向が見られ、臭氣強度評価がにおいの強さのみならず対象試料臭気への嗜好の影響を受ける可能性が示唆された。

印象の4因子では、主に置で「親しみ」「新鮮さ」「複雑さ」「温かさ」とともに、「好き側」群と「嫌い側」群とで差異が見られた。特に「親しみ」では差異が大きく、対象試料臭気に対する嗜好が「親しみ」評価に大きく影響することがわかった。

快・不快度では、置で「嫌い側」群の方が「好き側」群よりもかなり低い評価であり、試料臭気に対する嗜好が影響することがわかった。コンクリートでは比較的差異は小さ

かったが、理由として考えられるのは、今回のパネル群が非建築系の学生であり、コンクリートのにおいを告知された場合に、そのにおいあるいはコンクリートそのものを想起するのが難しかったためであると考えられ、前節の検討における正解者群がコンクリートではゼロであったこととも対応している。

非容認率では、畳で「嫌い側」群の方が「好き側」群よりもかなり低い評価であり、試料臭気への嗜好によって評価傾向が異なる可能性が示された。

ベイヒに関しては参考値であるため、嗜好群比較の考察は割愛したが、「嫌い側」を回答したパネルは、いずれも低い「親しみ」評価や快・不快度評価、高い非容認率となり、対象試料臭気への嗜好が好き側であればポジティブな評価、嫌い側であればネガティブな評価がなされる傾向にある可能性を示唆する結果であった。

### 3. 7 関連する後続研究

本章の検討内容については、章内に記載した検討の後に藤原<sup>12)</sup>によって継続して発展した内容の研究が実施された。以下の内容は著者の業績ではないが、本章の内容とも密接に関わることから、参考として記載する。

#### ■試料名告知の真偽がにおいの主観評価に及ぼす影響<sup>12)</sup>

本章における検討では、提示する臭気試料の内容に関する情報を告知する場合と告知しない場合の評価の比較から、試料名称告知の有無が評価に及ぼす影響の把握を試みたが、3.5節でも触れたように、試料名を告知されなかった「非告知条件」下でも検臭時に試料名称が判別したパネルとそうでないパネルが混在した。そのため、「非告知条件」と「告知条件」の比較が、正確に試料名称告知の有無の評価影響を表したものではないと言える。そこで、パネルに対する情報統制をより制御しやすい手法として、試料名称を告知する場合に真の名前を告知する場合と、偽の名前を告知する場合について主観評価実験を実施し、評価の比較から、試料名称告知が評価に及ぼす影響の把握を試みた。

用いた臭気は、本章でも用いたもののうち、畳とコンクリートとし、パネルはT&T オルファクトメータによるパネル選定試験に合格した20～23歳の建築系学生8名(男4名、女4名)とした。試料臭気は本章と同様の手法で採取し、希釀倍数1倍、3倍、10倍、30倍、100倍の5段階としたものを、におい袋(ポリエステル製:容量3L)に封入し、合計10条件とし、順不同に提示した。評価は、においの強さ、印象、快適性、嗜好性、容認性について実施した。また、実験は2004年12月に大学教室で実施し、異なる日に採取した試料臭気を用いて、合計3回実施した。尚、パネルには適切な報酬を支払った。主観評価実験終了後には、試料臭気の濃度測定のため、三点比較式臭袋法を実施した。

試料名称告知の内容については、畳及びコンクリートとは印象が異なり、かつ判別が難しいと考えられる「生ゴミ」と「ヒノキ」を偽の告知内容として選択した。実験は、偽の

試料名称を告知する条件（「偽名条件」とする）から実施し、「偽名条件」終了の2,3日後に真の名称を告知する条件（「実名条件」とする）を実施した。

また、三点比較式臭袋法の結果から、「偽名条件」と「実名条件」の原臭の濃度がそれぞれ算出されたが、各条件で実施した3回の実験は同濃度、2条件間では異なる濃度であったとして取り扱うこととした。

図3.16は、「偽名条件」と「実名条件」について、臭気濃度と強さの関係を比較したものである。横軸が臭気濃度、縦軸が臭気強度を示し、プロットは8名による3回の計24個の評価の中央値で示し、それぞれ「偽名条件」（○）と「実名条件」（●）を表す。畳は「偽名条件（生ゴミ）」と「実名条件（畳）」の差異が全濃度域で見られ、「生ゴミ」と告知された方が「畳」と告知される場合よりも臭気強度評価は高い。対して、コンクリートでは告知内容の真偽による評価の差異はあまり見られない。

図3.17は、「偽名条件」と「実名条件」について、臭気濃度と印象の4因子の関係について表記したもので、図の縦軸は印象の4因子で示した。「親しみ」では、畳で全濃度域にわたって「偽名条件（生ゴミ）」が「実名条件（畳）」よりも低い評価であった。コンクリートでは、全濃度域で「偽名条件（ヒノキ）」が「実名条件（コンクリート）」よりもやや高い評価であった。「新鮮さ」では、畳で全濃度域にわたって「偽名条件（生ゴミ）」が「実名条件（畳）」よりも低い評価であった。コンクリートでは、「偽名条件（ヒノキ）」は濃度が高くなるほどわずかに「新鮮さ」が高くなる傾向にあるのに対し、「実名条件（コンクリート）」では濃度が高いほど「新鮮さ」は大きく下がる傾向にある。において対して異なる試料名を告知することによる評価への影響が確認されたが、この例のように濃度一評価関係にも影響を及ぼす場合が確認された。「複雑さ」では、全濃度域にわたって「偽名条件（生ゴミ）」が「実名条件（畳）」よりも高い傾向にあった。コンクリートでは試料名告知の真偽に依らず同程度の評価であった。「温かさ」では、畳はわずかに「偽名条件（生ゴミ）」の方が「実名条件（畳）」よりも「温かさ」が低い傾向にあった。コンクリートでは、「偽名条件（ヒノキ）」が「実名条件（コンクリート）」よりも「温かさ」がやや高い傾向にあった。

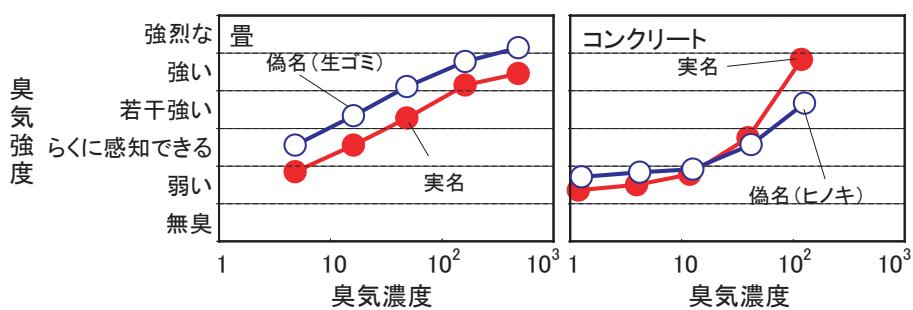


図3.16 臭気濃度と強さとの関係（試料名告知の真偽比較）

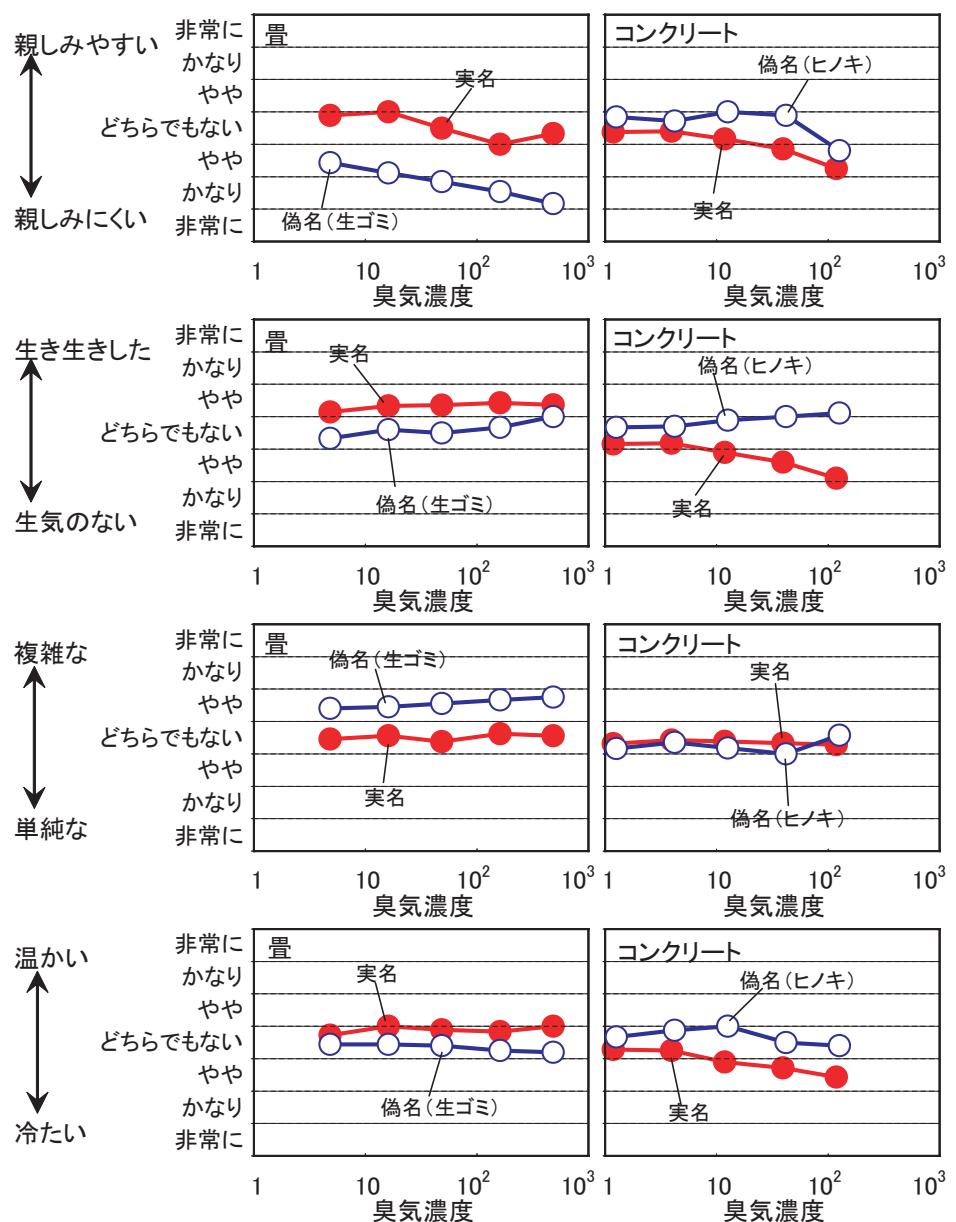


図 3.17 臭気濃度と印象の4因子との関係（試料名告知の真偽比較）

図 3.18 は、「偽名条件」と「実名条件」について、臭気濃度と快適性の関係について表記したもので、図の縦軸は快・不快度を示す。畳では、全濃度域にわたって「偽名条件（生ゴミ）」の方が「実名条件（畳）」よりも低い評価であった。コンクリートでは、高濃度域で「偽名条件（ヒノキ）」の方が「実名条件（コンクリート）」よりも高い傾向にあった。

図 3.19 は、「偽名条件」と「実名条件」について、臭気濃度と嗜好性の関係について表記したもので、図の縦軸は嗜好度で示した。図 3 に似た傾向であり、畳では全濃度域にわたって「偽名条件（生ゴミ）」の方が「実名条件（畳）」よりも低い傾向にあった。コンクリートでは、高濃度域で「偽名条件（ヒノキ）」の方が「実名条件（コンクリート）」よりもわ

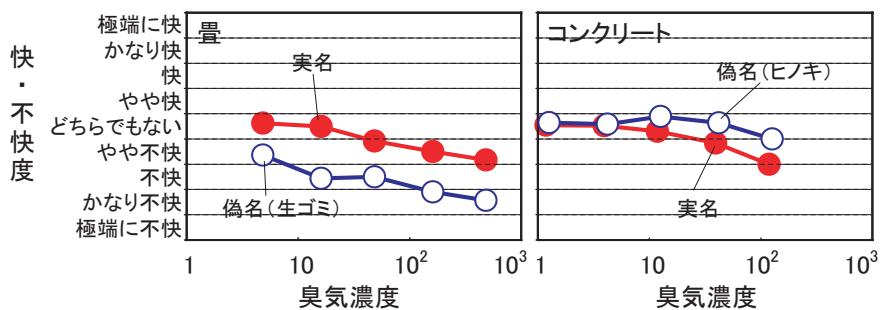


図 3.18 臭氣濃度と快適性との関係（試料名告知の真偽比較）

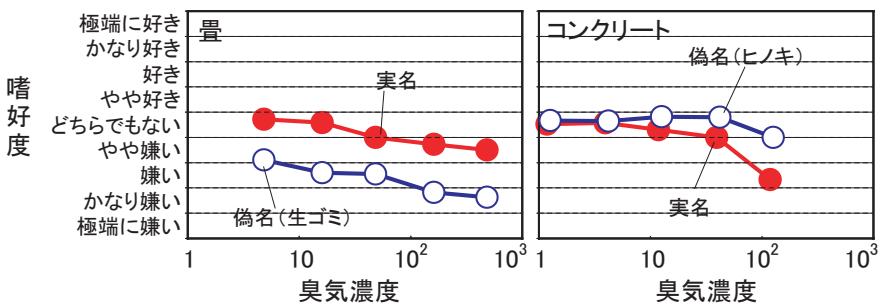


図 3.19 臭氣濃度と嗜好性との関係（試料名告知の真偽比較）

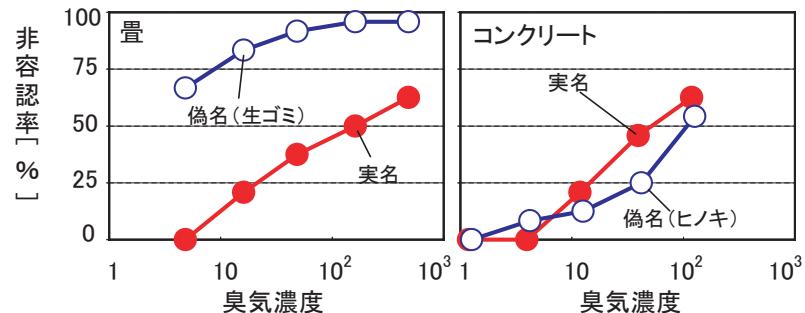


図 3.20 臭氣濃度と容認性との関係（試料名告知の真偽比較）

ずかに低い傾向にあった。

図 3.20 は、「偽名条件」と「実名条件」について、臭氣濃度と容認性の関係について表記したもので、図の縦軸は非容認率で示した。曇では、全濃度域にわたって「偽名条件（生ゴミ）」の方が「実名条件（曇）」よりもかなり高い非容認率を示した。コンクリートでは、高濃度域で「偽名条件（ヒノキ）」の方が「実名条件（コンクリート）」よりもやや低い非容認率であることがわかった。

以上の検討より、におい評価を行う際には、パネルに告知する試料名称がにおいの強さ評価あるいは質の評価に対して大きな影響を及ぼすことがわかった。

### 3. 8 本章のまとめ

本章では臭氣評価時の試料名称が評価結果に及ぼす影響を明らかにすべく、試料提示時

に試料名称を告知する場合としない場合とについて、主観評価実験を実施し、評価傾向の差異について検討してきた。

本題の前に、「告知条件」については、「非告知条件」の後で同じパネル群を用いて実施したことから、二度目の実験であることによる評価への影響が懸念された。そこで、初めて告知条件を経験する「告知のみ条件」のパネル群を設けて、「告知条件」及び「告知のみ条件」と「非告知条件」の間の評価について比較した結果、臭気強度について、全ての建築材料でやや「告知条件」が「告知のみ条件」より高い評価となり、検臭・評価経験が「告知条件」の評価に対して影響を及ぼしている可能性があることがわかった。一方で、その影響以上に、特にベイヒのにおいて質評価で、経験による影響よりもパネル群が異なることによる影響が非常に大きいことがわかった。

そこで、大きいと予想されるパネル群が異なることによる評価への影響を避けて考察できるメリットがある同一パネル群での「非告知条件」と「告知条件」との比較を中心に行い、試料名称告知の有無が評価に及ぼす影響について、下記の知見を得た。

- ・臭気濃度と臭気強度との関係：「非告知条件」より「告知条件」の方が臭気強度は高い。
- ・臭気濃度と印象との関係：「親しみ」では、畳において「非告知条件」では「親しみにくい」側の評価であったのに対し、「告知条件」では「親しみやすい」側の評価であった。コンクリートでは「告知条件」では「非告知条件」よりも低い傾向にあった。
- ・臭気濃度と快・不快度との関係：畳で「非告知条件」より「告知条件」の方がやや高い評価であった。
- ・臭気濃度と非容認率との関係：ベイヒでは、「非告知条件」より「告知条件」の方が非容認率は高く、畳では「告知条件」の方がわずかに非容認率は低くなった。

印象、快・不快度、非容認率に関して言えば、「告知条件」の方が「非告知条件」よりも畳で評価が「親しみやすい」、「快」側、非容認率の低い方向に評価される傾向にあったことから、試料名称を告知されることでパネルは評価に対してバイアスをかけて出力している可能性が考えられる。臭気強度に関しては、検臭する臭気を検臭前に確定させることで、検臭に対する意識の向上が臭気強度評価を高めるとの推察された。

続いて、「非告知条件」の中にも試料名称が判明していたパネルが存在しており、全く判明していないパネルとの評価の差異を見ることで、上記の傾向をより顕著に見ることができると考え、「非告知条件」のパネル評価を正解者群と不正解者群のものとにわけてその評価傾向を比較したところ、以下の知見を得た。

- ・臭気濃度と臭気強度との関係：差異は見られなかった。
- ・臭気濃度と印象との関係：「親しみ」は、ベイヒで正解者群の方が不正解者群よりも

臭気濃度の高い部分でより「親しみにくい」評価となり、畳では「親しみやすい」評価であった。「新鮮さ」では、ベイヒで正解者群は臭気濃度が高くなるほど「生き生きした」評価、不正解者群ではやや低い評価であった。畳では、正解者群の方が、不正解者群よりもやや低い評価であった。「複雑さ」は、畳で全般的に正解者群の方が不正解者群よりもやや低い評価となった。「温かさ」では、ベイヒで正解者群の方が不正解者群よりもかなり高い評価となり、正解者群は右上がりの傾向だが不正解者群は右下がりの傾向にあった。畳では、正解者群は不正解者群よりも全臭気濃度域にわたってやや低い評価であった。

- ・臭気濃度と快・不快度との関係：ベイヒでは、正解者群の方が不正解者群よりも全般的にやや低い評価であり、畳では、不正解者群が右下がりの傾向にあるのに対して、正解者群ではほぼ横這いの傾向にあった。
- ・臭気濃度と非容認率との関係：ベイヒでは、正解者群の方が不正解者群よりも大幅に低い非容認率となり、畳では不正解者群では右上がりの傾向であるのに対して、正解者群ではやや右下がりの傾向にあった。

臭気強度では正解者ー不正解者間に差異が見られず、快・不快度や非容認率では「非告知条件」ー「告知条件」間の差異に近い傾向が見られたことから、臭気強度に比べて快・不快度や許容の可否は、思考を伴う高次な評価である可能性が考えられた。

試料名称を知るか否かで評価に差異が生じる理由として、パネルの試料臭気に対する嗜好が考えられたことから、パネルを該当試料臭気に対して「好き側」「どちらでもない」「嫌い側」の3群に分けて、評価傾向を比較したところ、以下の知見を得た。

- ・臭気濃度と臭気強度との関係：畳では、「嫌い側」群は「好き側」群よりもかなり高い評価となり、コンクリートでは、「嫌い側」群は「どちらでもない」群に比べてかなり高い評価であった。
- ・臭気濃度と印象との関係：「親しみ」では、全建築材料で「嫌い側」群は他の群よりも評価が低い傾向、「好き側」群は評価が高い傾向にあった。「新鮮さ」では、畳で「好き側」群よりも「嫌い側」群の方が高い評価となった。「複雑さ」では、畳で「嫌い側」群の方が「好き側」群よりも全般的にやや高い評価であった。「温かさ」でも、畳で「嫌い側」群の方が「好き側」群よりも全般的にやや高い評価であった。
- ・臭気濃度と快・不快度との関係：畳では、「好き側」群は「快でも不快でもない」付近の評価に対し、「嫌い側」群では「不快」付近に評価され、大きな差異が見られた。コンクリートでは、「どちらでもない」群よりも「嫌い側」群はやや低い評価であった。
- ・臭気濃度と非容認率との関係：畳では「嫌い側」群が「好き側」群よりも非容認率が

高い傾向にあった。

いずれも「親しみ」・快・不快度・許容の可否に関して嗜好の影響が見られることがわかつた。これより、検臭する試料名称が判明することで、試料臭気に対する嗜好が評価に影響を及ぼす可能性が示唆された。

### 参考文献

- 1) B. Eskenazi, W. S. Cain, R. A. Novelly, K. B. Friend: OLFACTORY FUNCTIONING IN TEMPORAL LOBECTOMY PATIENTS, *Neuropsychologia*, vol. 21, No. 4, pp. 365-374, 1983
- 2) 坂井信之, 小早川達, 斎藤幸子: 認知的要因がにおいの知覚と順応過程に及ぼす影響, におい・かおり環境学会誌, 35巻1号, pp. 22-25, 2004
- 3) R. S. Herz, J. von Clef: The influence of verbal labeling on the perception of odors; Evidence for olfactory illusions?, *Perception*, Vol30, pp. 381-391, 2001
- 4) H. Distel, R. Hudson: Judgement of odor intensity is influenced by subjects' knowledge of the odor source, *Chemical Senses* 26, pp. 247-251, 2001
- 5) 小林剛史, 小早川達, 秋山幸代, 戸田英樹, 斎藤幸子: 断続提示されるにおい刺激に対する感覚強度変化: 認知的要因と学習効果, におい・かおり環境学会誌, 36巻1号, pp. 23-30, 2005
- 6) P. Dalton, C. J. Wysocki, M. J. Brody, H. J. Lawley: The influence of cognitive bias on the perceived odor, irritation and health symptoms from chemical exposure, *International Archives of Occupational and Environmental Health* 69, pp. 407-417, 1997
- 7) 元木澤文昭: においの科学, 理工学社, 1998
- 8) 岩崎好陽, 福島悠, 中浦久雄, 矢島恒広, 石黒辰吉: 三点比較式臭袋による臭気の測定 (I) 発生源における測定, 大気汚染学会誌 13, pp. 246-251, 1978
- 9) 合原妙美, 岩下剛: 空気質評価への注意喚起が臭気強度及び許容度の申告値に及ぼす影響, 日本建築学会環境系論文集 第567号, pp. 87-91, 2003
- 10) J. Djordjevic, J. N. Lundstrom, F. Clement, J. A. Boyle, S. Pouliot, M. Jones-Gotman: A Rose by Any Other Name: Would it Smell as Sweet?, *Jounal of Neurophysiology* 99, pp. 386-393, 2008
- 11) 古芝由希子, 相良和伸, 山中俊夫, 甲谷寿史: においを伴う体験とにおいの主観評価・嗜好性との関連性, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-1, pp. 95-96, 2007
- 12) 藤原美紗子, 相良和伸, 山中俊夫, 甲谷寿史: 試料名告知の真偽がにおいの主観評価に及ぼす影響, 空気調和・衛生工学会近畿支部学術研究発表会論文集, pp. 37-40, 2005

## 第4章 多数パネルと少数パネルとの評価傾向の差異の検討

### 4.1 はじめに

においの評価には、嗅覚測定法が多く用いられ、人間の器官を測定器として用いることが、評価のばらつき要因を多く含むことはこれまでの章で述べたことだが、世間でも古くから認識されている。それゆえ、被験者評価を扱う研究では、それらの要因一つ一つの影響を把握していく作業と並行して、多くの被験者に対して実験を実施し、その評価の代表値である平均値や中央値を一般的な人による評価の代表値とみなすことが常である。例えば、空気質の研究では、Yaglou は体臭の評価に 60 名の被験者を用いた<sup>1)</sup> し、タバコ臭の場合には 34 名の被験者を用意した<sup>2)</sup>。同じく空気質分野では、代表的な研究者として Fanger が挙げられるが、Fanger により提唱された 0lf と decipol を用いての体臭の評価実験には、168 名もの被験者が用いられた<sup>3)</sup> し、同じく女性体臭の評価には 79 名<sup>4)</sup>、実空間の空気質評価には 54 名<sup>5)</sup> という多人数の被験者が用意された。空気質以外の分野の一例を挙げれば、Robinson と Dadson による等ラウドネス曲線作成のための実験<sup>6)</sup> には 120 名の被験者が用意されており、ばらつく評価に対してこのような対応をとることは、空気の研究分野に限ったことではない。

におい評価は個人ごとのばらつきが大きいと一般的には言われており、そのためやはり複数パネルによる評価が必要とされてきた。嗅覚閾値算定のための三点比較式臭袋法では、岩崎ら<sup>7)</sup> によって検討が行われている。パネル群から T&T オルファクトメータによって嗅覚異常者が除かれても、テストに合格する嗅覚異常者も含まれるほか、嗅覚正常者と判断されても当日体調を崩す者もいることから、パネルの評価結果から上下カットを実施して異常者の影響を排除する手法を前提に、パネル 6 名で三点比較式臭袋法を実施した場合の測定結果のばらつきを考察している。その結果として、上下カットの 4 名の評価で ± 10% の誤差範囲内に 91% の信頼度で結果を得ることができるとしており、上下カットを行わなければ 4 名では 87%、5 名では 91%、6 名では 94% の信頼度で結果を得ることができることにも触れており、人数が多いほど信頼度が高くなる傾向と具体的な数値を示している。

一方で、濃度の高い域でのにおいの主観評価について言えば、必要なパネル数に関して述べた文献は見当たらない。例えば、室内臭気に対する日本建築学会規準<sup>8)</sup> の臭気強度、快・不快度測定は 6 名による 3 回の評価の合計 18 個、非容認率の測定は 60 名による 60 個の評価に基づくこととされている。しかし、実際ににおい評価の場に多数のパネルを用意することはコスト、手間、場所の確保等の面から困難と考えられる場合が多く、より少数のパネルで信頼性の高い評価が得られるのであれば、非常に有意義である。

本章では、60名のパネルに対してにおいの強さ、快適性、嗜好性、印象、容認性を回答させる主観評価実験を実施し、またその中の6名のパネルに複数日に同様の実験を繰り返し実施し得られた結果より、60名から得られた60個の評価値と6名から得られた60個の評価値との間の評価の差異について検討を行った結果から、主観評価時に必要なパネル数に対する考察について述べる。

#### 4.2 検臭手法の確認

環境庁告示の手法等で一般的に利用されるのは、容量3Lのポリエチレンテレフタレート製のにおい袋に気体臭気を封入して検臭試料とする手法であるが、袋は比較的高価で、かつ付臭袋としたにお

い袋の再利用ができず省資源に反する。また、無臭空気の封入と注射器による臭気の注入、袋の漏気防止対策、保存の際のかさの大きさなど、実験準備の手間の観点からも扱いが比較的難しいのがにおい袋を用いた手法である。環境庁告示の手法には、液体の試料を扱う際に用いるもう一つの手法にフラスコ法がある。この手法は、共栓の付いた暗褐色のガラスフラスコに、無臭水で適宜希釈した液体臭気試料を入れ、フラスコ用の鼻あてを用いてフラスコ内に充満した臭気を嗅ぐ手法である。排水の臭気測定などに用いられる手法であるが、この手法も器具が高価で、ガラス製のため扱いが難しい、鼻あての洗浄作業が必要など、コストと手間が必要な上、自己吸引の際にはフラスコ外の空気の鼻孔への吸入が懸念される。

本章では、多数パネルに対する主観評価実験の実施を想定し、準備が簡易で低コスト、廃棄材料が少なくて済む手法を用いたいと考えた。そこで、平石ら<sup>9)</sup>が開発した、PETボトル（ポリエチレンテレフタレート製）を用いた手法を用いることとした（図4.1）。この手法は、PETボトルに封入されて販売されているミネラルウォーター製品の空ボトルに、蒸留水を用いて適宜濃度調整した液体臭気試料を封入して、検臭試料とする手法である。この手法では、安価にPETボトルを入手することができ、ミネラルウォーターが封入されていた製品のため、PETボトルは無臭性を有している。また、材質が柔らかいため、PETボトル内のヘッドスペースの臭気を押し出して嗅ぐことが可能であり、検臭時の周辺空気の混入が少なくできる可能性がある。さらに比較的丈夫な材質のため、破損等の危険が少なく洗浄すれば再利用が可能であり、鼻あて使用の必要性もない等、実験時の扱いも容易



図4.1 PETボトル法の様子

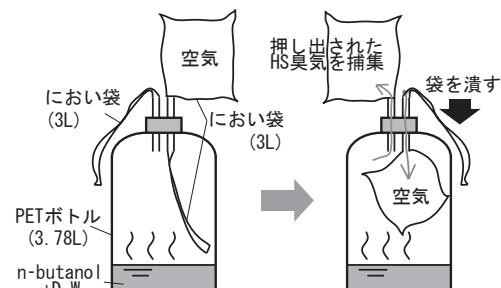


図4.2 におい袋試料の作成方法

である。このように利点が多い画期的な手法である。

しかし、この手法は新しい手法であり、他の手法との精度の差等は明らかにされていないため、以下の様な検証実験を試みた。本論文では、主に気体試料の提示が主であったので、一般的に用いられる3Lのにおい袋に試料臭気を封入する場合とPETボトル法との間の、検臭手法による評価の差異について検討した。

#### 4. 2. 1 実験手順

実験は2008年11月26日にステンレスで内装した実験室にて行った。パネルは21～25歳の学生17名（男7名、女10名）とした。試料臭気は、欧洲で用いられることが多い1-butanol(n-butanol)を採用した<sup>10)</sup>。検臭手法は、PETボトル法とにおい袋法の二法とした。PETボトルには水中濃度で10ppm, 100ppmとなる様に100mLの蒸留水で希釈した1-butanolを封入し、提示試料とした。におい袋試料は、PETボトルと袋内の臭気の濃度を等しくするため、図4.2の様な装置を用いてPETボトル

ヘッドスペースの臭気をにおい袋に移して提示試料とした。

評価項目は、表4.1のに示すにおいの強さ、快適性、容認性とした。

#### 4. 2. 2 実験結果

図4.3に水中濃度と臭気強度との関係について示す。におい袋法では、濃度が高くなるほどやや臭気強度評価も高くなる傾向にあるのに対し、PETボトル法では低くなる傾向であった。どちらの濃度でもにおい袋法よりもPETボトル法の方が0.5～1段階程度低い評価となっており、マン・ホイットニーのU検定でも二つの検臭手法による評価に対して両濃度で有意差が見られた。図4.4に水中濃度と快・不快度との関係について示す。におい袋法では濃度が高くなるほど快・不快度は低くなる傾向にあるのに対して、PETボトル法では逆に高くなる傾向が見られる。この傾向は、図4.3の傾向と対応している。二検臭手法間の差異について行ったU検定の結果は、水中濃度10ppmで有意差が見られた。図4.5に水中濃度と非容認率との関係について示す。におい袋法では、濃度が高くなるほど非容認率は高くなる傾向にあったのに対し、PETボトル法では逆に低くなる傾向にあった。

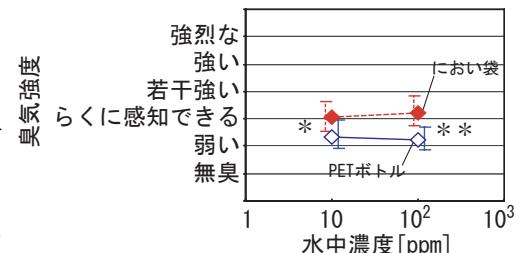


図4.3 水中濃度と臭気強度との関係  
(U検定結果 \*:5% \*\*:1%有意)

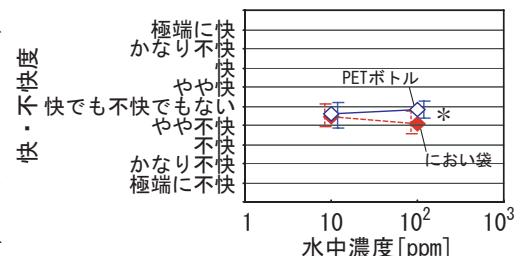


図4.4 水中濃度と快・不快度との関係  
(U検定結果 \*:5% \*\*:1%有意)

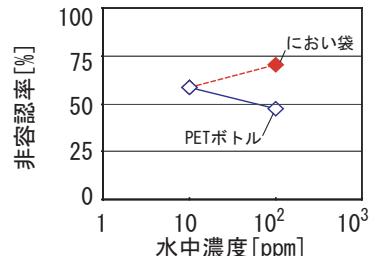


図4.5 水中濃度と非容認率との関係

PET ボトル法の方が臭気強度を弱く、快・不快度を中庸よりに、非容認率を低く評価していることから、同濃度の臭気であっても、PET ボトル法の方が鼻孔に入る臭気の濃度が低い可能性が考えられる。理由としては、におい袋からの臭気の押し出し量よりも、PET ボトル法からの押し出し量が少ないことが考えられる。このことから、PET ボトル法で得られたデータをにおい袋法で得られたデータと比較する場合には、臭気強度で 0.5 ~ 1 段階程度、快・不快度で 1 段階弱程度、PET ボトル法の方が低く評価されることに注意する必要がある。

#### 4.3 60名による1回の評価と6名による10回の評価との評価特性の比較

##### 4.3.1 実験手順

試料臭気は、1-butanol (n-butanol) を採用した。試料は PET ボトル内に蒸留水 100ml に対して 0.001、0.003、0.01、0.03、0.1ml の 1-butanol を加えた 5 段階の水中濃度となる様に調整し、1-butanol を加えない蒸留水のみの 1 条件と合わせて 6 条件を作成した (表 4.1)。

実験は、2007 年 12 月 16 日～2008 年 1 月 17 日にステンレスで内装した実験室にて実施した。実験室には換気設備が無いため、図 4.6 の様に南北の窓を 100mm ずつ開けて十分に換気を行い、実験時はルームエアコンとオイルパネルヒータによる暖房を適宜行った。実験時の温湿度は、乾球温度が 19.9 ~ 30.0°C の範囲、相対湿度が 34.3 ~ 98.3% の範囲であった。パネルは学生 (19 ~ 26 歳、男子 28 名、女子 32 名) 計 60 名とし、図 4.7 に示したスケジュールで 1 日につき各パネ

表 4.1 濃度条件

1-butanol [ml]	水中濃度 [ppm]
0	0
0.001	10
0.003	30
0.01	100
0.03	300
0.1	1000

図 4.7 スケジュール

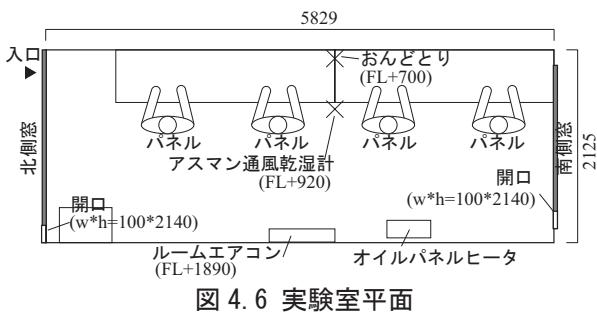


図 4.6 実験室平面

臭気強度	快適性	嗜好性
無臭	極端に快	極端に好き
弱い	かなり快	かなり好き
らしくに感知できる	快	好き
若干強い	やや快	やや好き
強い	快でも不快でもない	好きでも嫌いでもない
強烈な	やや不快	やや嫌い
	不快	嫌い
	かなり不快	かなり嫌い
	極端に不快	極端に嫌い

印象	非常に	かなり	やや	やや	かなり	非常に	容認性
親しみにくい	-	-	-	-	-	-	このにおいがする室内に長時間在室していると想像したとき、このにおいを受け入れられますか？
生気のない	-	-	-	-	-	-	-
単純な	-	-	-	-	-	-	受け入れられる
冷たい	-	-	-	-	-	-	受け入れられない

図 4.8 評価項目

ル3回の主観評価実験を行った。試料の提示順は各回ごとに順不同で行い、パネルには試料の内容に関する情報は与えなかった。

評価項目は図4.8を用いた。においの強さと快適性には、大迫<sup>11)</sup>の研究成果から等間隔性が高いと考えられる尺度を採用し、嗜好性は快適性を置き換えたものを採用した。印象については既往の研究<sup>12)</sup>により抽出された4因子を最もよく代表すると考えられる形容詞対を選択した。容認性については、そのにおいがする室内に長時間在室していると想像した場合の許容の可否を回答させた。

主観評価実験後にパネルの属性（年齢、性別、喫煙習慣等）を回答させた。また、60名のうちの6名（20～22歳、男子3名、女子3名）には、上記の実験を異なる日で計5日（計15回）実施した。尚、パネルには適切な報酬を支払った。

#### 4.3.2 評価値の選定

評価値60個同士での比較を行うため、60名による3回の評価のうちの1回、及び6名による15回の評価のうちの10回の評価値を以下の検討を経て選定した。図4.9に60名のパネルが3回行った結果より得られた水中濃度とにおいの強さとの関係を示す。横軸は試料の水中濃度、縦軸は臭気強度を表し、円の面積で評価値の個数、プロットで評価の中央値と第一、第三四分位点を示した図について、3回行った主観評価実験の回数ごとに表記した。図より明らかなように、3回の結果はかなり近い傾向が見られた。図は割愛したが、水中濃度と印象、快適性、嗜好性、容認性の関係についても3回の評価に差異はほとんど見られなかったことから、連続して3回行った実験の内で最も嗅覚疲労が少ない状態であると思われる1回目の評価値を選定した。次に6名の評価値については、異なる5日間で各日3回（計15回）の実験を行ったうち、日による評価傾向の偏りを避けるため各日よ

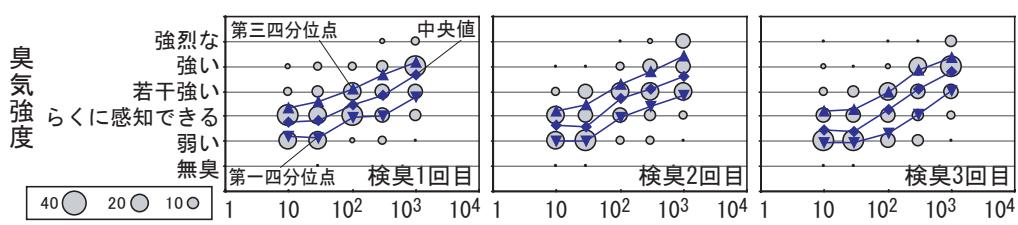


図4.9 水中濃度と臭気強度との関係（60名による1回評価の選抜データの比較）

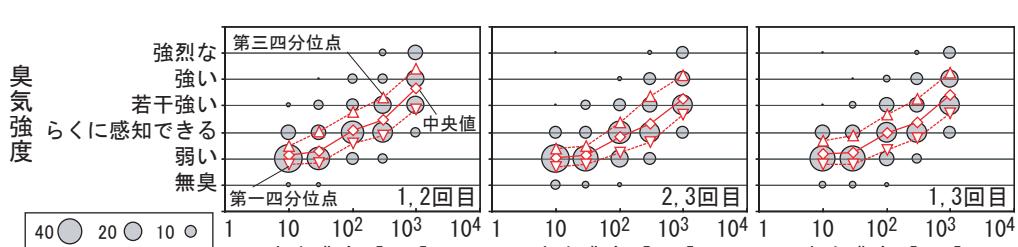


図4.10 水中濃度と臭気強度との関係（6名による10回評価の選抜データの比較）

り2回の評価値を抽出し、合計して10回の評価値を選定した。ここで、各日3回の実験のうち2回を選定するには1,2回目、2,3回目、1,3回目を代表値とする3通りの方法が考えられたが、図4.10に示す様に、水中濃度とおいの強さの関係をはじめ、他の項目（図は割愛した）との関係にも差異はほとんど見られなかつたため、前述の場合と同様に嗅覚疲労のおそれがより少ないと考えられる1,2回目の評価値を選定した。

#### 4.3.3 60名による1回評価と6名による10回評価の評価傾向の比較

図4.11に水中濃度とおいの強さ、快適性、嗜好性、容認性の関係について示す。図は60名による1回の評価と6名による10回の評価について、それぞれの評価の中央値と第1、第3四分位点を表す。容認性は、縦軸を「受け入れられない」と回答したパネルの割合である非容認率で示した。水中濃度とおいの強さとの関係では、6名による10回評価の方が中央値で尺度にして0.5から1段階程度低い評価となり、水中濃度が低いほどその差は大きい。水中濃度と快適性及び嗜好性の関係では、6名による10回の評価の方が、中央値で尺度にして0.5段階以内ではあるが、やや高い中庸寄りの評価傾向である。水中濃度と容認性の関係では、6名による10回の評価の方が水中濃度100ppm以下の条件でかなり低い非容認率となった。これらの結果より、6名のパネルが低濃度域でおいを弱く感じているために臭気強度を低く、快・不快度と嗜好度を中庸寄りに、非容認率を低い側に評価したと推測される。

#### 4.3.4 選抜された6名の評価傾向の検証

前項の検討で、特に低濃度域で60名による1回の評価と6名による10回の評価との間に評価の差異が見られた理由の一つとして、

今回選抜した6名のパネル（以降選抜6名とする）が一般的な20歳前後の学生から得られる評価に対して評価が偏る傾向をもつ

表4.2 予測値

水中濃度 [ppm]	標本平均	標本分散	標準偏差
10	2.87	0.58	0.76
30	2.95	0.89	0.94
100	3.55	0.46	0.68
300	3.85	0.98	0.99
1000	4.45	0.80	0.90

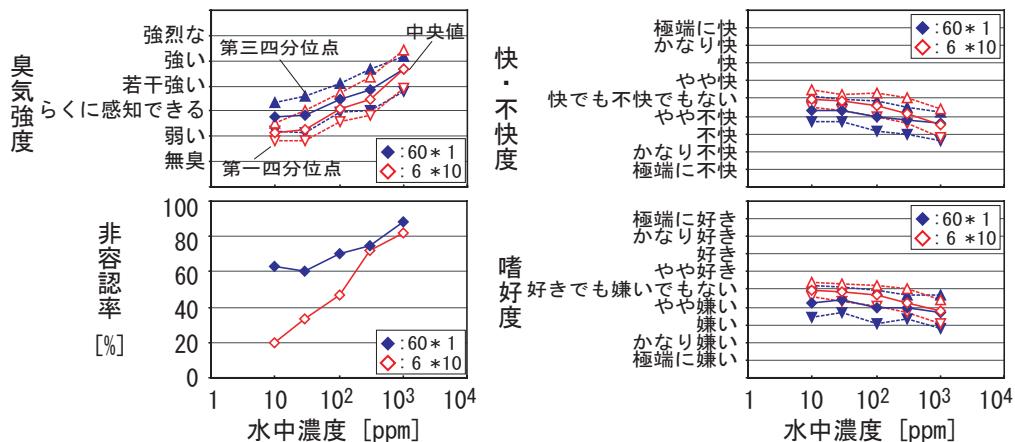


図4.11 水中濃度と臭気強度との関係（60名1回と6名10回との評価の比較）

パネル群である可能性が考えられたため、以下の検討を行った。尚、以下ではにおいの強さについての結果のみを示す。

今回得られた 60 名のパネルによる評価値の分布を正規分布と仮定し、60 名による 1 回のにおいの強さ評価から一般的な 20 歳前後の学生を想定した母集団の評価の平均値と分散について推定値を求めた。次にその推定値を元に母集団から 6 名を抽出した場合の評価の平均値と分散を推定した（表 4.2、以下予測値とする）。それを母集団から 6 名を選出する場合の評価値の平均値と分散の予測値であるとみなして、選抜 6 名の評価の平均値及び分散と比較することにより、選抜 6 名の評価の傾向に偏りがあったかを確認した。ここで、

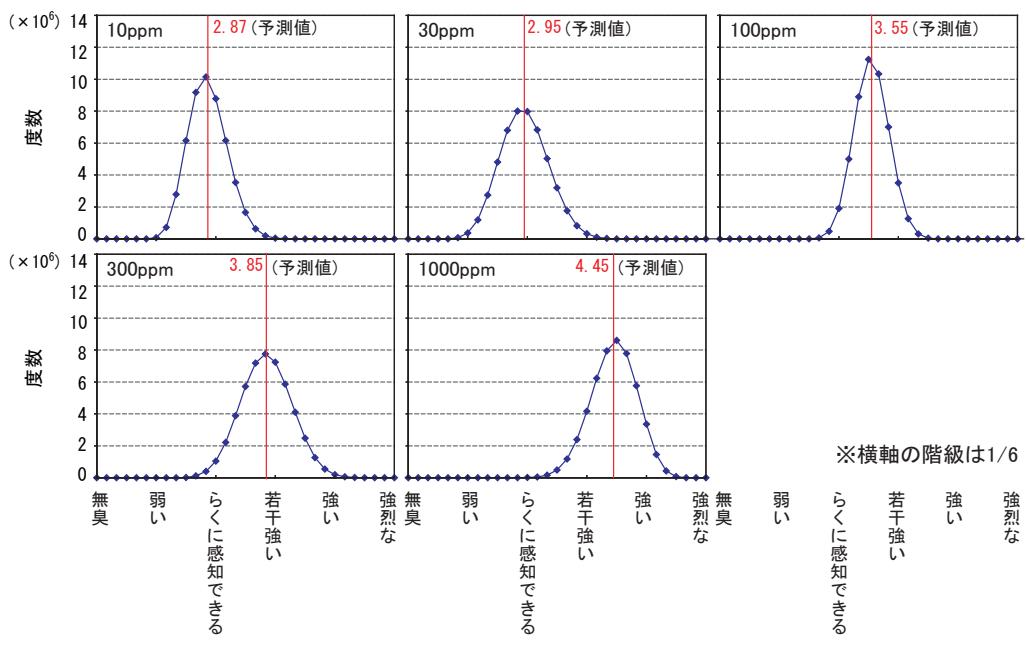


図 4.12 60 名から 6 名を選んだ場合の 6 名の臭気強度評価平均値の度数分布と予測値との比較

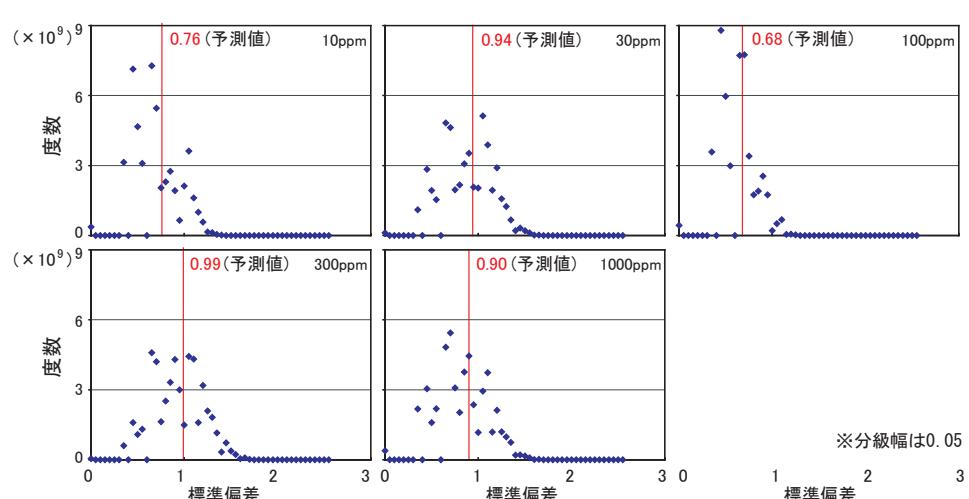


図 4.13 60 名から 6 名を選んだ場合の 6 名の臭気強度評価標準偏差の度数分布と予測値との比較

6名選出の場合の標本平均は母平均と同じとし、標本分散は下式に従い算出した。

$$s^2 = \frac{n-1}{n} \sigma^2 \quad (s^2 : \text{標本分散} \sigma^2 : \text{母分散})$$

得られた予測値の信頼性を検証するため、60名のパネルから6名を抽出して、その6名の評価値の平均値と標準偏差を60名から6名を選出する全組合せ(50,063,860通り)に対して算出し、度数分布と予測値との関係について濃度条件ごとに調べた(図4.12,図4.13)。平均値については、概ね最大度数の評価が予測値となり、標準偏差についても同様の傾向が見られた。これより、この予測値の算出が妥当と言えると共に、評価値の分布を正規分布と仮定しても実データに近い結果が得られたことから今回の主観評価の度数分布は正規分布に近いとも考えられる。

これより予測値を妥当であるとみなし、予測値と選抜6名の評価の平均値と標準偏差を検臭回数15回の各回について比較した。図4.14に水中濃度とおいの強さとの関係について、予測値と選抜6名の評価の平均値と標準偏差について示す。全15回の検臭は1日3

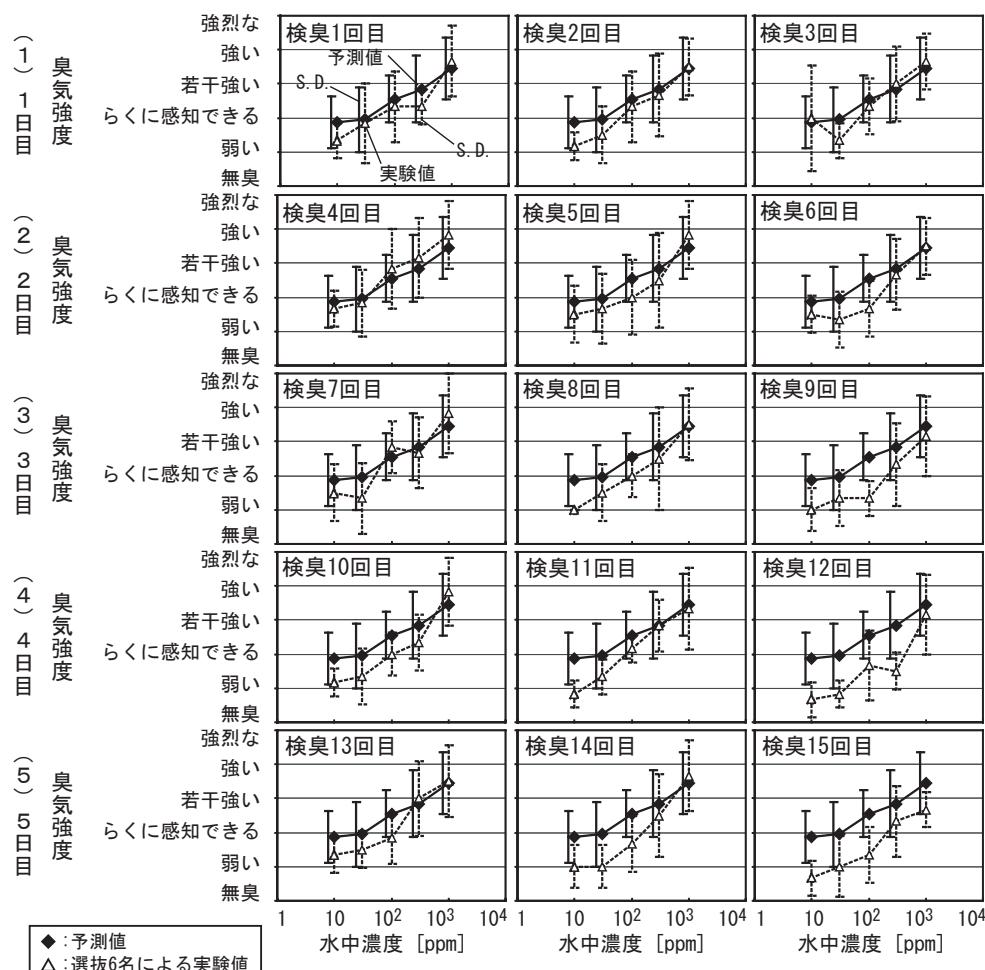


図4.14 6名の臭気強度評価の平均値及び標準偏差と予測値との比較

回の5日間で実施されたことから、図中の列が各日の3回の評価を示し、行（図中(1)～(5)）が5日間の評価の推移を示す。平均値を全体について見ると、検臭回数5回以降の水中濃度が低い域で選抜6名の評価の平均値が予測値よりかなり低くなる傾向が見られる。検臭15回目では、全ての水中濃度で臭気強度評価が予測値を1段階程度下回る傾向が見られた。5日間の評価の推移（図中(1)～(5)）を見ると、異なる日に実験を行ったにも関わらず日を重ねるごとに臭気強度評価が低くなる傾向が見られる。この理由として、実験期間にパネルが定期的に同臭気を繰返し検臭することで、嗅覚疲労を起こし、回を追うごとに特に低濃度の臭気に対して感度が鈍化した可能性が考えられる。このことから、においての主観評価実験について同一パネルの延べ検臭回数が多くなる場合には、実験日を改めて実験しても評価の偏りを引き起こす要因となり得る可能性が示唆される。1日目の評価は以降の日の評価より理想値に近い評価となっており、1日限りの3回程度までの繰返し検臭であれば、評価結果への影響は大きくないとも考えられる。

一方、検臭1日目でも低濃度域の評価が低い傾向はうかがえることから、この6名のパネル群が今回用いた1-butanolに対して低濃度域についての感度がやや低い可能性もある。

#### 4.3.5 嗅覚疲労による評価への影響の検討

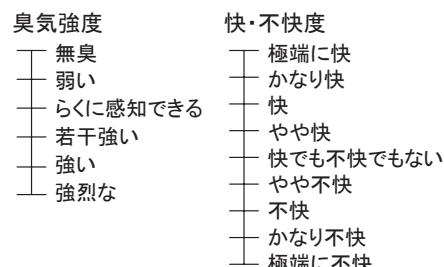
前節の検討結果より、1日の内での検臭実験の繰返しのみならず、ある程度の期間を空けての検臭実験を実施しても、評価に影響を及ぼす可能性が示唆された。ただ、この結果が、嗅覚疲労によるものであるのか、またはパネル群の評価傾向の違いによるものであったのかは不明であったので、検証のため下記の検討を実施した。

検討内容は二点あり、一点は1週間の間隔をあけて検臭を5週間繰返した場合の評価への影響を確認することであり、もう一点は同一実験日の繰返し検臭時に試料の検臭間隔が評価へ及ぼす影響の確認である。

##### （1）実験概要

表4.3 実験条件

条件1		スケジュール
検臭間隔	10分	
実験回数	5回 (間隔:1週間)	
パネル数		8名
条件2		スケジュール
検臭間隔	1, 2, 10分	スケジュール
実験回数	1回	
パネル数	9名 (各検臭間隔3名ずつ)	



許容の可否

このにおいてがする室内に長時間在室していると想像したとき、このにおいを受け入れられますか？

受け入れられる  
受け入れられない

図4.15 評価尺度

2009年6月18日～7月16日の期間に、ステンレス内装の実験室で検臭実験を実施した。用いた試料臭気は前節までと同様 1-butanol について水中濃度で 10ppm, 100ppm, 1000ppm に調整したものを 1 セットとし、検臭方法は PET ボトル法を用いた。実験条件は表 4.3 に示す様な二種類の条件を設定した。一つは、一日に 2 セットの実験を一週間間隔で 5 回実施する条件（条件 1 と表記）であり、もう一つは、パネルを 3 群に分けて、それぞれ異なる検臭間隔で 3 セットの検臭を 1 回のみ実施する条件（条件 2 と表記）である。パネルは合計 17 名（22～23 歳）で、うち 8 名（男 3 名、女 5 名）は条件 1 に、残り 9 名（男 7 名、女 2 名）は条件 2 に参加した。評価尺度は、図 4.15 に示す 3 項目である。

## （2）実験結果

図 4.16 に条件 1 におけるパネルごとの 5 週間の臭気強度評価の時系列推移を示す。横軸は 1 週目から 5 週目の時系列を示し、縦軸は臭気強度評価である。ここではパネル数が少ないため、代表値を用いずに各パネル評価に着目して考察を行う。ここで、各パネルは 1 日に 2 回の検臭を行っているので、2 回分が並べて示されており、プロットはそれぞれ 3 つの濃度条件を示す。傾向としては、時系列を追うごとに臭気強度が低くなるパネルと高くなるパネルが見受けられ、横這いの場合もあって一律の傾向はうかがえない。濃度別にみても、特異な傾向は見られない。図 4.17 に条件 2 におけるパネルごとの 1 日の 3 回繰

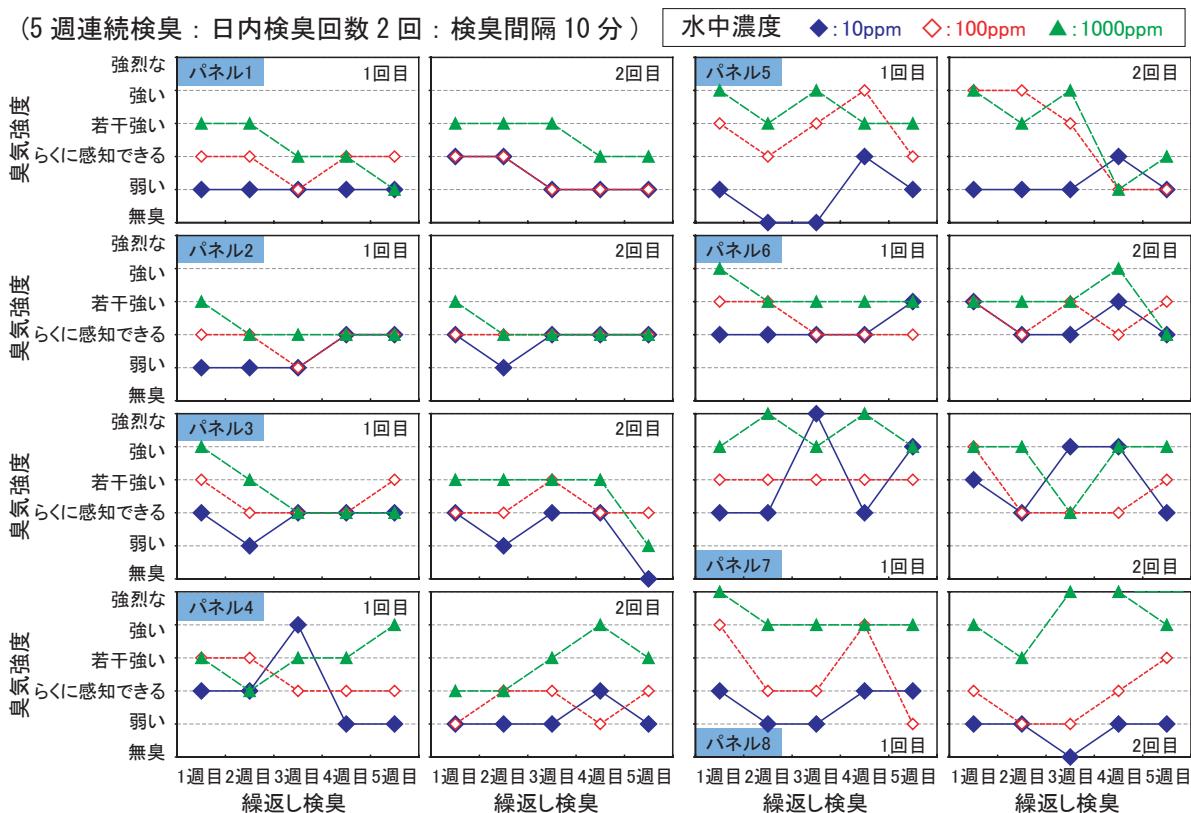


図 4.16 時系列の臭気評価推移（条件 1：臭気強度）

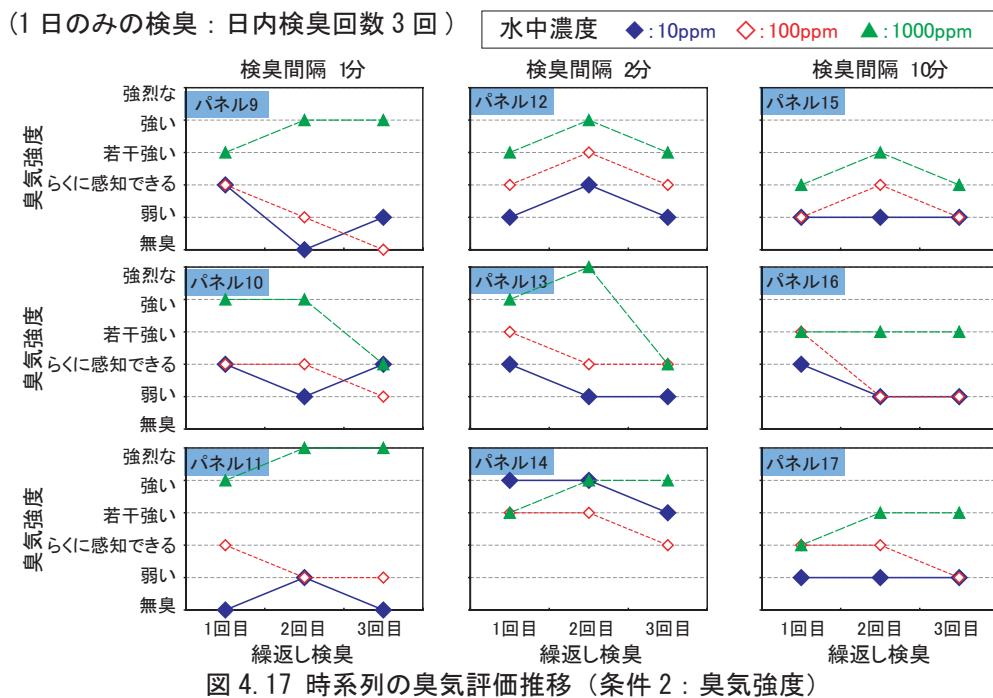


図 4.17 時系列の臭気評価推移 (条件 2 : 臭気強度)

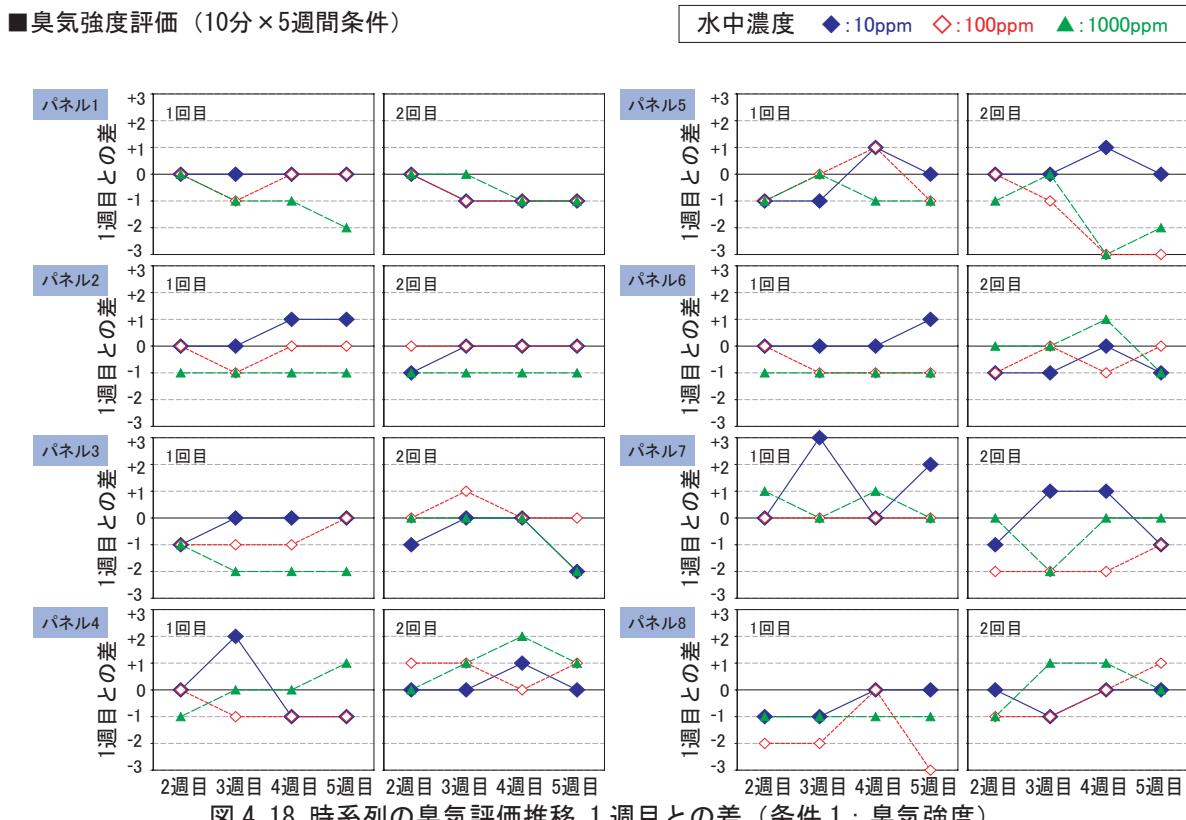


図 4.18 時系列の臭気評価推移 1週目との差 (条件 1 : 臭気強度)

■臭気強度評価 (1, 2, 10分比較条件)

◆:10ppm ◇:100ppm ▲:1000ppm

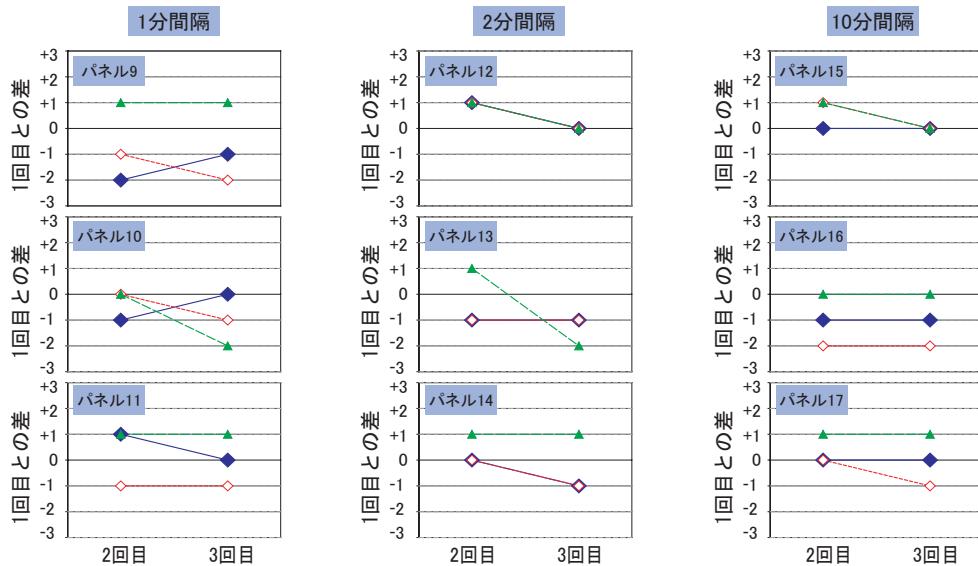


図 4.19 時系列の臭気評価推移 1回目との差 (条件 2 : 臭気強度)

返し検臭の臭気強度評価の時系列評価変動を示す。1分間隔で検臭したパネル9～11の評価は、全体的にやや回を追うごとに低くなる傾向が見られるが、2分間隔、10分間隔のパネル群ではその傾向は見られない。快・不快度と許容の可否については図を割愛したが、条件1、2共に傾向を見出すのは難しかった。

これら評価の推移を、濃度ごとにより顕著にするために、図4.18の様に1週目と2週目以降の評価の差異を図示した(条件1)。これより言えることは、パネル4の2回目とパネル7の1回目を除けば、多くの評価が2週目以降に負の領域に評価されており、1週目の評価よりも2週目以降はどの濃度でも低く評価されやすいことがわかる。また、繰返し検臭によって評価が横ばいとなるかやや下がり続けるのかはパネルによって異なっている可能性があると思われる。

同様に、条件2も1回目の評価を基準に、2回目以降の評価の差を縦軸にとった場合の関係を図4.19に示すと、1分間隔では、1000ppmの濃い濃度条件では3名中2名のパネルが2回目以降は1回目よりも高い評価を行うが、10ppmと100ppmとでは概ね2回目以降には低く評価していることがわかる。2分間隔検臭のパネル群では、2回目にはあまり評価は低くなつておらず、3回目には2回目よりもやや評価が下がりやすいことがわかる。10分間隔検臭のパネル群では、3回の検臭を経ても評価はほとんど変わらない。これは、快・不快度や許容の可否についても同じような結果となった。

検臭を重ねるほど、嗅覚疲労によって臭気強度評価が低くなる可能性について前項では述べたが、2分間隔で検臭を行う分には、1日の中での繰返し検臭でもそれほど大きな臭

臭気強度評価の低下は招きにくいと予想できる。1週間置きに5週間連続で嗅いだ結果からは、パネルによっては繰返し検査することで徐々に評価が下がる可能性もあれば、2度目以降は評価の低下は下げる止まるパネルもいるものと予想できる。前項における6名の臭気強度評価の時系列的な低下は、6名のうちに嗅覚疲労が起きやすいパネルを含んでいたという可能性が考えられる。

#### 4. 3. 6 選抜6名の評価傾向の特異性の検証

4.3.4で挙げた二点の可能性のうちの二点目である、選抜6名が60名の中でも特異な評価傾向を示すパネル群であった可能性について、本項では検証する。4.3.4で行った、60名のパネル群から6名を抽出し、その6名の臭気強度評価の平均値を求める全組合せ（図4.12）に各臭気強度平均値の標準偏差の範囲（ $\pm \sigma$ ）及びその二倍の範囲（ $\pm 2\sigma$ ）と、選抜6名による試行15回のうちの1回目の臭気強度評価の平均値とをプロットした図を図4.20に示す。

臭気の水中濃度が30ppm, 100ppm, 1000ppmの場合には、選抜6名の臭気強度評価の平均値は予測値（6名の臭気強度評価平均値の平均値の点推定値）から標準偏差（ $\pm \sigma$ ）の幅の中に収まっているが、10ppm, 300ppmは標準偏差の2倍（ $\pm 2\sigma$ ）の位置にあり、予測値からは遠い評価を行う傾向が読み取れる。同様に、選抜6名の臭気強度評価平均値の全15

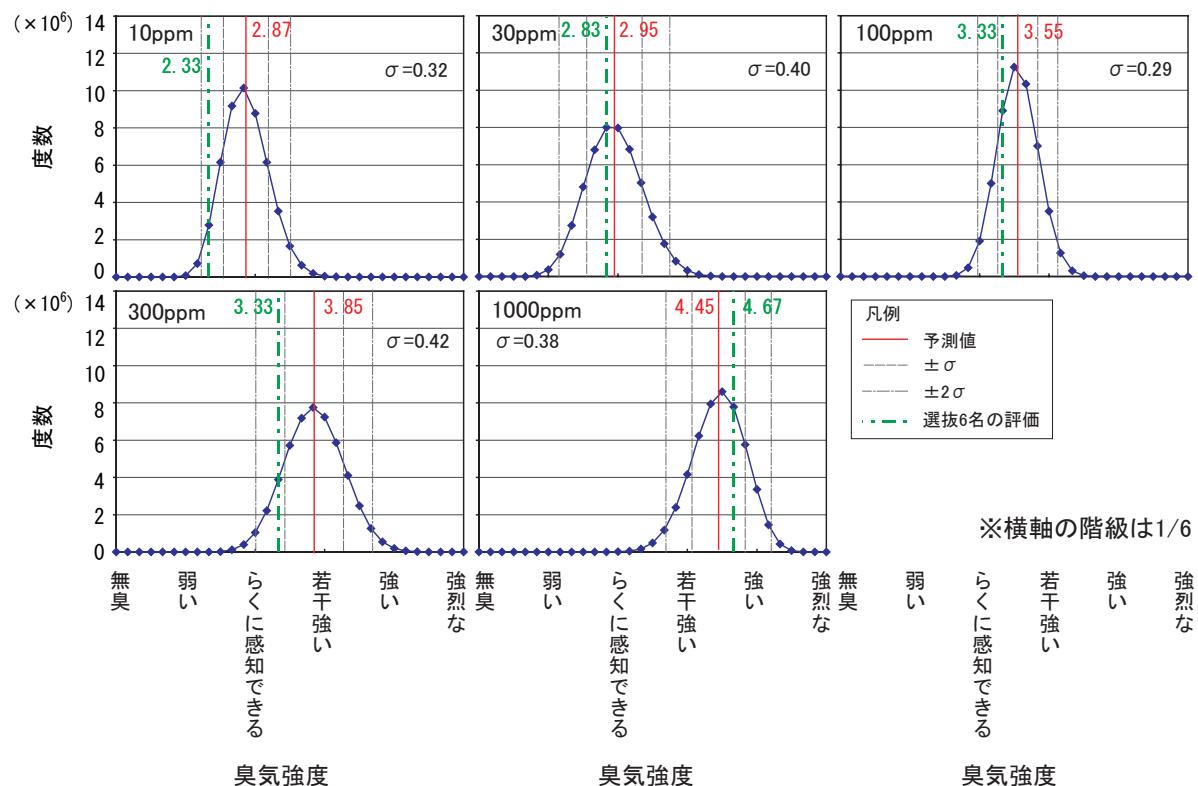


図4.20 60名から6名を選んだ場合の6名の臭気強度評価平均値の度数分布  
(予測値及び平均値からの標準偏差と選抜6名の評価との比較)

表 4.4 選抜 6 名の各 15 回の臭気強度評価平均値の予測値からの距離

回	濃度	10	30	100	300	1000	※参考
1	-0.53	-0.12	-0.22	-0.52	0.22		
2	-0.70	-0.45	-0.22	-0.18	0.05		
3	0.13	-0.62	-0.22	0.15	0.22		
4	-0.20	-0.12	0.28	0.32	0.38		
5	-0.37	-0.28	-0.55	-0.35	0.38		
6	-0.37	-0.62	-0.88	-0.18	0.05		
7	-0.37	-0.62	0.28	-0.18	0.38		
8	-0.87	-0.45	-0.55	-0.35	0.05		
9	-0.87	-0.62	-1.22	-0.52	-0.28		
10	-0.70	-0.62	-0.55	-0.52	0.38		
11	-1.03	-0.62	-0.38	-0.02	-0.12		
12	-1.20	-1.12	-0.88	-1.35	-0.28		
13	-0.53	-0.45	-0.72	0.15	0.05		
14	-0.87	-0.95	-0.88	-0.35	0.22		
15	-1.20	-0.95	-1.22	-0.52	-0.78		

※予測値からの距離が

2 $\sigma$ より大、

$\sigma$ より大2 $\sigma$ 以下

を示す

表 4.5 ランダム抽出されたパネル番号

人数	抽出回数	パネルNo.																							
		1	8	11	18	30	36	52																	
6名	1	8	11	18	30	36	52																		
	2	6	22	33	34	44	55																		
	3	3	8	19	27	32	35																		
10名	1	6	9	15	16	23	26	28	34	48	53														
	2	12	14	20	26	42	45	51	56	57	58														
	3	22	23	25	29	37	38	40	52	55	58														
20名	1	3	4	5	10	11	16	17	21	24	27	32	34	39	40	47	51	56	57	58	59				
	2	3	5	12	16	17	24	27	32	33	37	38	40	41	47	50	51	52	53	55	57				
	3	1	2	4	6	8	9	17	19	20	22	35	37	39	44	46	47	50	52	55	59				
30名	1	1	2	4	6	7	8	13	14	16	19	20	23	24	25	30	31	32	33	35	38				
	2	1	3	10	11	12	14	15	17	18	19	21	24	25	26	27	28	30	31	36	38				
	3	2	4	5	6	7	12	14	15	16	19	20	23	25	27	28	29	31	33	36	39				
40名	1	2	4	43	44	49	51	54	58	59	60														
	2	1	2	3	4	6	10	11	12	14	16	17	18	19	20	21	22	23	25	26	27				
	3	28	30	31	32	35	38	39	40	42	44	45	46	47	48	50	51	53	54	56	59				

回の検臭について、予測値からの距離をまとめたものが表 4.4 である。表内では、予測値からの距離が  $\sigma$  より大かつ 2 $\sigma$  以下の場合と、2 $\sigma$  より大の場合を網掛けで区別している。主に 10 ~ 100 ppm の濃度では、標準偏差の外側にある評価が非常に多い。すなわち分布が正規分布であるとすれば、全組合せの 68% より外にある評価が多くを占めていることとなり、選抜 6 名の評価の特異性が示されていると考えられる。

#### 4.3.7 パネル数と評価のケーススタディ

4.3.4 では、ケーススタディとして 60 名から 6 名を選抜した場合の評価傾向を見たが、もう少し一般的に、本項ではパネル数による評価傾向の差異について、評価の分布の観点を中心に考察を行う。

4.3.4 で得られた 60 名の評価から、一定名の評価をランダムに抽出することで、母集団からその数のパネルが抽出されて評価を行った場合を想定して考察を行った。抽出した数は、40 名、30 名、20 名、10 名、6 名とし、表 4.5 のパネルをランダムに抽出した。各パネル番号と対応する評価の詳細については、藤本<sup>13)</sup> のデータ表を参照されたい。

抽出は各3回実施し、60名の評価と傾向の違いを比べる形とした。まずは代表値の検討として、図4.21にパネル数ごとの臭気強度と快・不快度の評価について臭気の濃度別に比較したものを示す。いずれもプロットは平均値で示した。抽出1回目では、60名の評価に比べて6名の評価が臭気強度を低く、快・不快度を高く評価する傾向にあることがわかる。対して、10名の評価が全般的に臭気強度を高く、快・不快度を低く評価しており、パネル数が少ない場合には評価の代表値が60名パネルの評価から離れる可能性が高いことがわかる。抽出2回目では、10名の評価の1000ppmで60名の評価よりもやや臭気強度が高くなっているが、他の人数では比較的60名の評価に近い。抽出3回目では、高濃度域で評価にばらつきが見られ、30名の評価であってもやや60名の評価よりも高い傾向がうかがえる。40名の評価は一貫して60名の評価に近いが、30名、20名でも代表値はややずれる可能性はある。

図4.22に提示試料に対する臭気強度評価の度数分布について、パネル数が異なる場合にも比較できるように度数分布割合として表記したものを示す。横軸は臭気強度尺度で、縦軸が度数を各抽出人数で除して0から1で表現した度数割合を示し、提示した5段階の濃度別に表記した。60名の評価の分布と比較すると、6名や10名の評価の分布は抽出の度に大きく変わり、より多いパネルの場合よりも評価に偏りが生じやすく、またピークとなる表現用語も異なることがわかる。これにより、図4.21のような代表値を取る場合に、多数パネル評価との間に差異が生じるものと思われる。また、分布はそれぞれ必ずしも正規分布とはなっておらず、特に低濃度と高濃度の臭気を評価する場合には、表現用語の両端に評価が集中してしまう。このことから、例えば表現用語間隔を求める際の系列範疇法

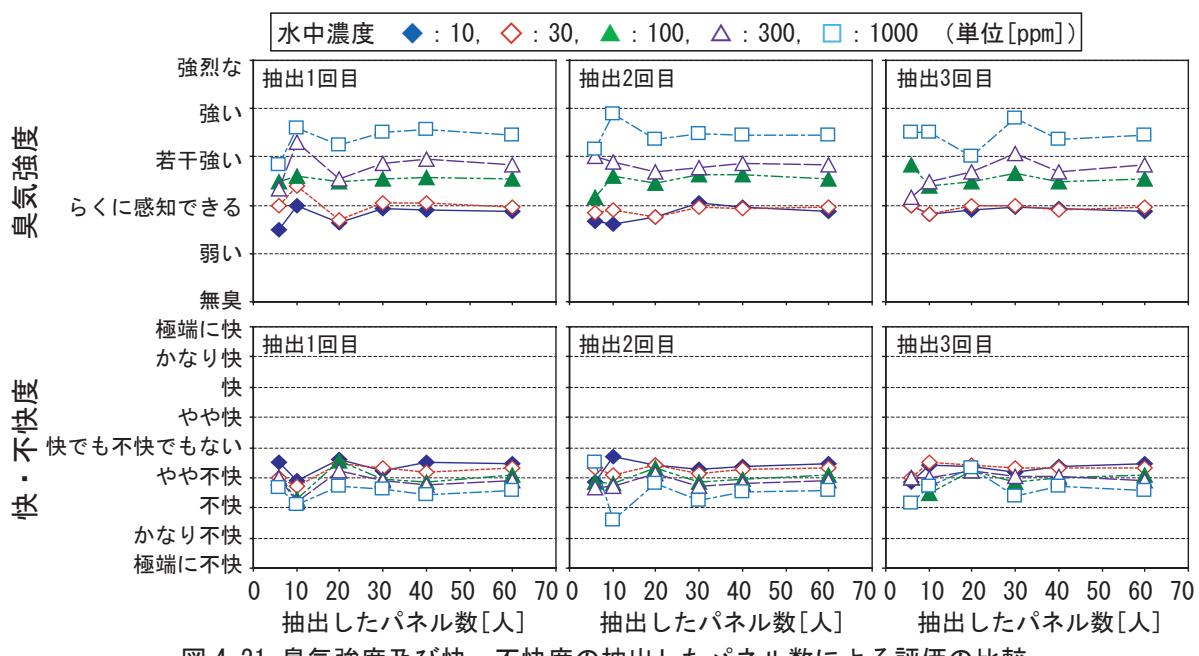


図4.21 臭気強度及び快・不快度の抽出したパネル数による評価の比較

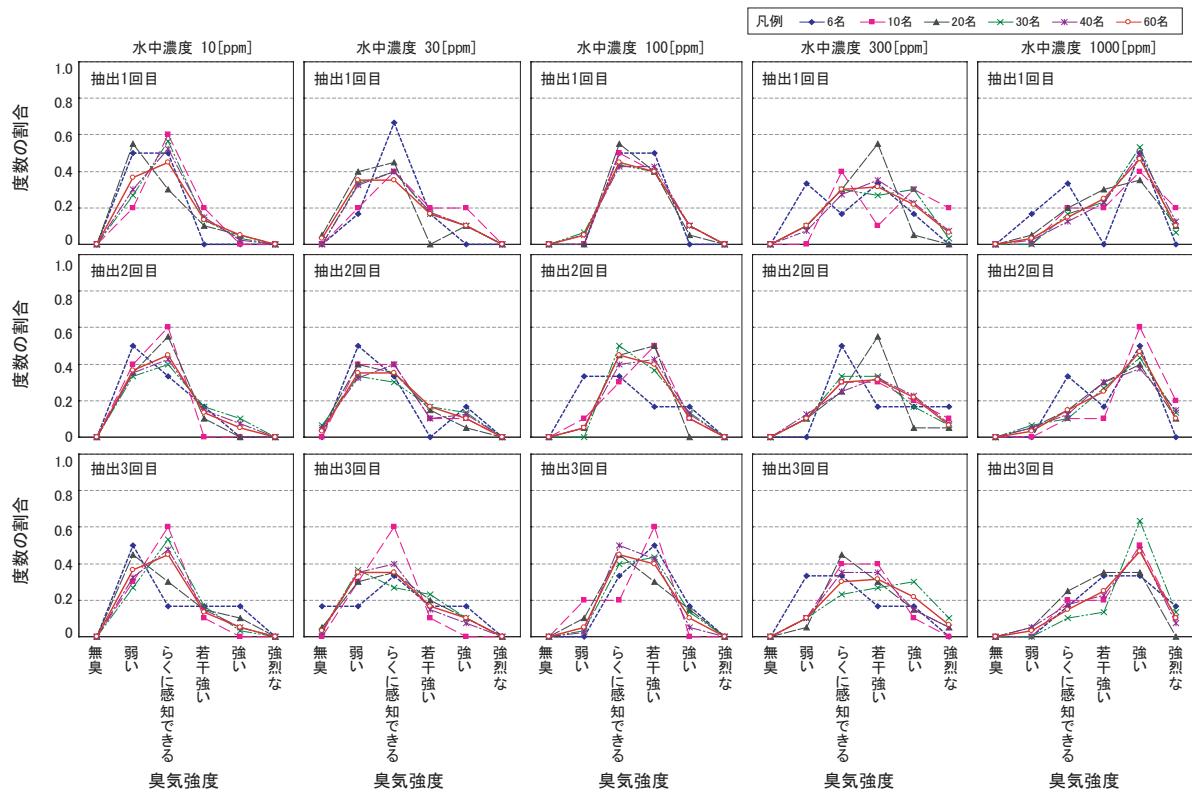


図 4.22 濃度別に表した臭気強度評価の度数割合の分布（抽出したパネル数による評価の比較）

の利用など、評価を正規分布とみなす仮定条件を用いる場合には注意する必要がある。特に系列範疇法の利用の際には、正規分布に近くするため尺度の表現用語の両端に評価が集中しすぎないようにしながら、全表現用語に評価が分布している必要性とこの正規分布である仮定とを満たす様、上手く提示刺激を調整する必要があると考えられる。尚、代表値で評価を表現する場合には、尺度両端付近では特に評価分布に偏りがおきやすいため、平均値よりも中央値を用いる方が無難であろう。

#### 4. 3. 8 10名以下の評価で多数パネル評価を代表する場合の妥当性の検討

前項では、結果的に20名以上のパネルがあれば母集団が行うであろうと想定される評価から乖離しないという推測が為されたが、実際に評価を行う場合には20名のパネルを用意することも難しいことは多い。そうすると、三点比較式臭袋法のように6名で評価を行うなどということもあり得る。そこで、本項では4.3.4で得られた60名の評価を利用して、60名から6名あるいは10名を抽出する試行を行った結果から、少数名から得られた評価がどの程度の信頼度をもって母集団評価を表せているのかについて考察を行う。

図4.23～図4.29は、60名からそれぞれ1名、2名、3名、4名、5名、6名、10名を抽出する試行を全組合せに対してそれらの臭気強度評価の平均値を求めた場合の度数分布を

示す。尚、図 4.23 の 1 名抽出の場合とはすなわち、60 名の評価の度数分布に等しい。図は、横軸が臭気強度（1：無臭～6：強烈な）を示し、縦軸は度数、縦の実線が予測値、一点鎖線が分布の標準偏差の範囲、二点鎖線が標準偏差の二倍の範囲を示す。図中の  $\pm \sigma$  に示した値は、それぞれの分布が予測値から  $\pm \sigma$  の範囲にどの程度の割合の度数を含んでいるのかを示し、正規分布であればこの値が 68.3% となる。

図 4.23 の 1 名抽出の場合（総組合せ 60 通り）には、非常に度数分布は広く、標準偏差も大きい。1000ppm に関しては、最頻値と予測値とが一致しておらず、この場合には平均値を代表値として用いることは適切とは言えない、偏りのある分布となっている。

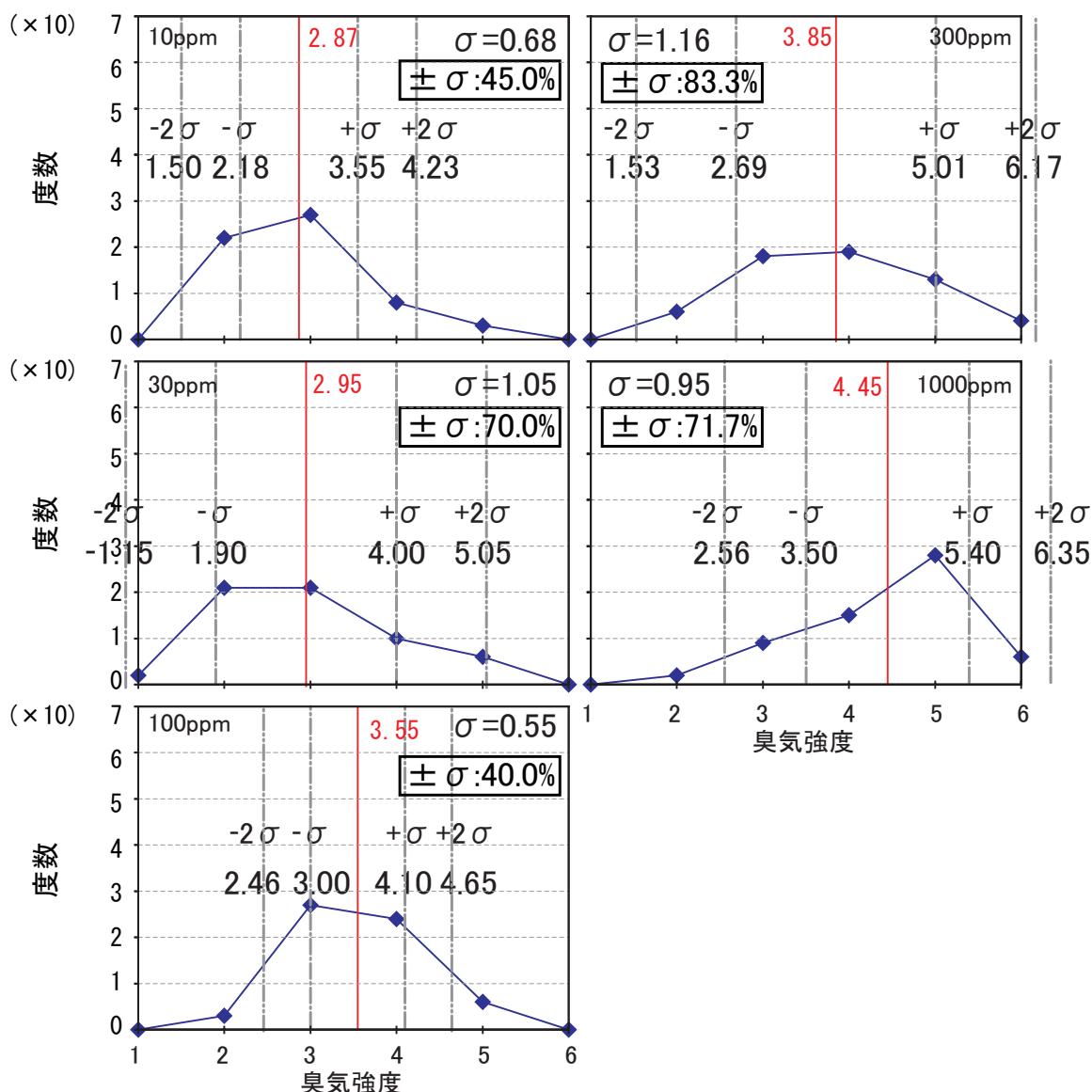


図 4.23 60 名から 1 名を抽出した場合の臭気強度評価の度数分布

図 4.24 の 2 名抽出の場合（総組合せ 1,770 通り）には、1 名抽出の場合よりも分布の標準偏差は小さく、 $\pm \sigma$  の値が正規分布に近い。ただ、依然として 10ppm、30ppm では、最頻値が予測値と一致していないこともわかる。

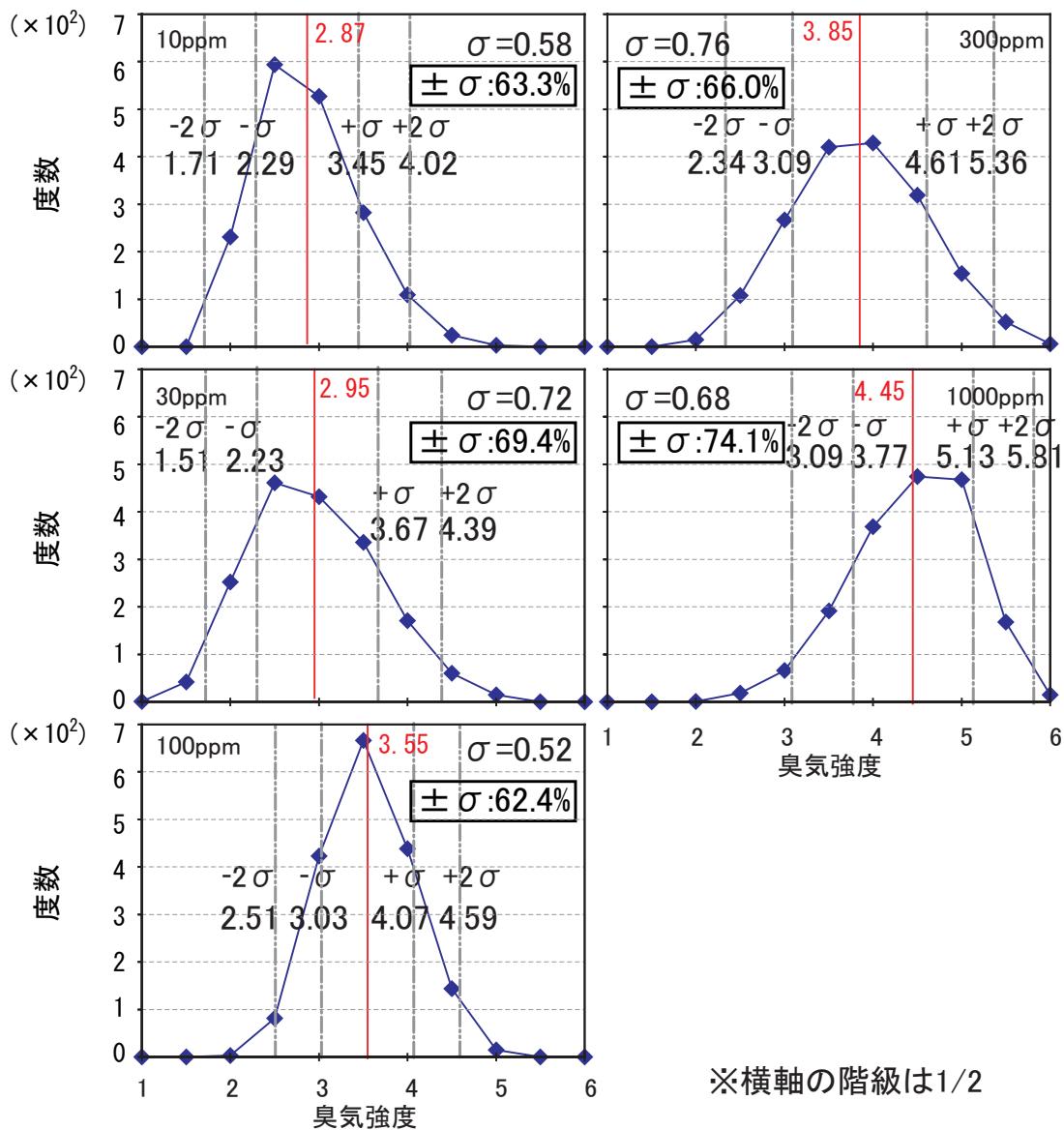


図 4.24 60 名から 2 名を抽出した場合の 2 名の臭氣強度評価平均値の度数分布

図 4.25 は 3 名抽出の場合（総組合せ 34,220 通り）を示す。度数分布のばらつきは比較的小小さく、標準偏差も小さい。予測値と度数の最頻値との関係は、いずれの濃度でも比較的一致が見られた。

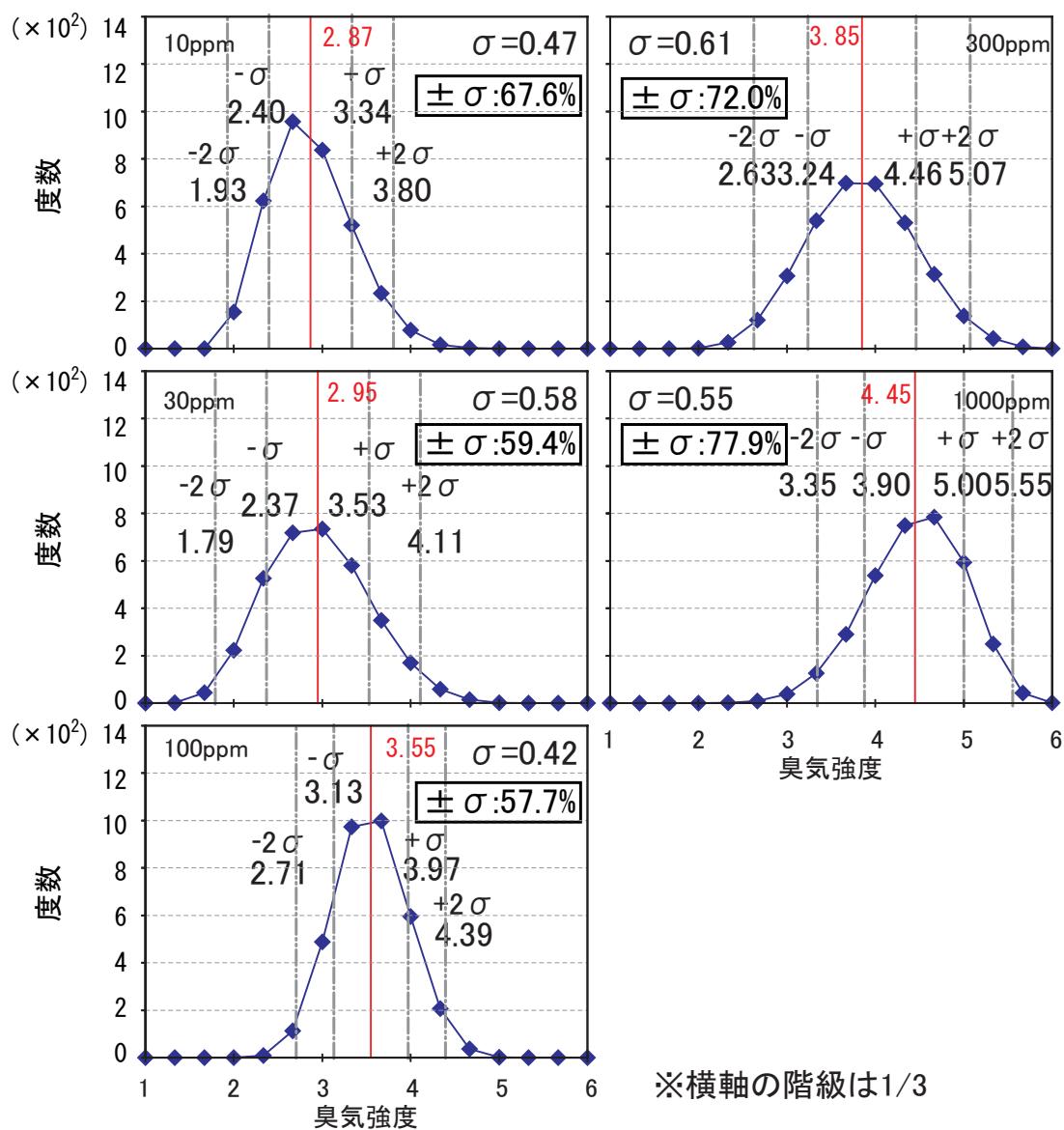


図 4.25 60 名から 3 名を抽出した場合の 3 名の臭氣強度評価平均値の度数分布

図4.26は4名抽出の場合(総組合せ487,635通り)を示す。標準偏差がほぼ0.5を下回り、予測値から両側に標準偏差の幅を取った場合に、尺度で1段階程度の幅に収まることがわかる。予測値と最頻値との整合度も高く、多数パネル評価に代えて代表値として採用できる可能性はある。

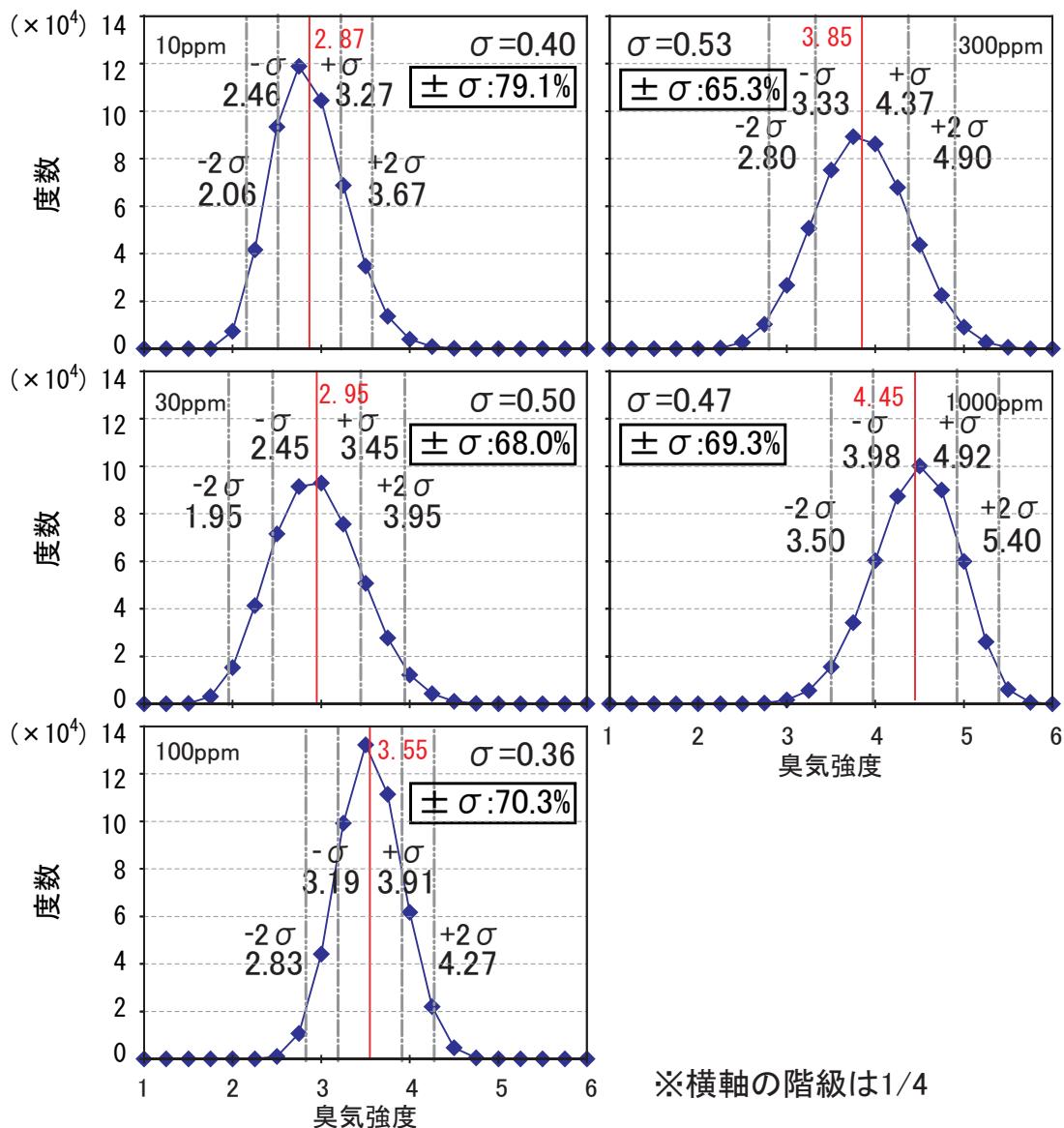


図4.26 60名から4名を抽出した場合の4名の臭気強度評価平均値の度数分布

図 4.27 は 5 名抽出の場合（総組合せ 5,461,512 通り）を表している。4 名抽出の場合と近いが、0.4 前後とやや標準偏差が小さい。

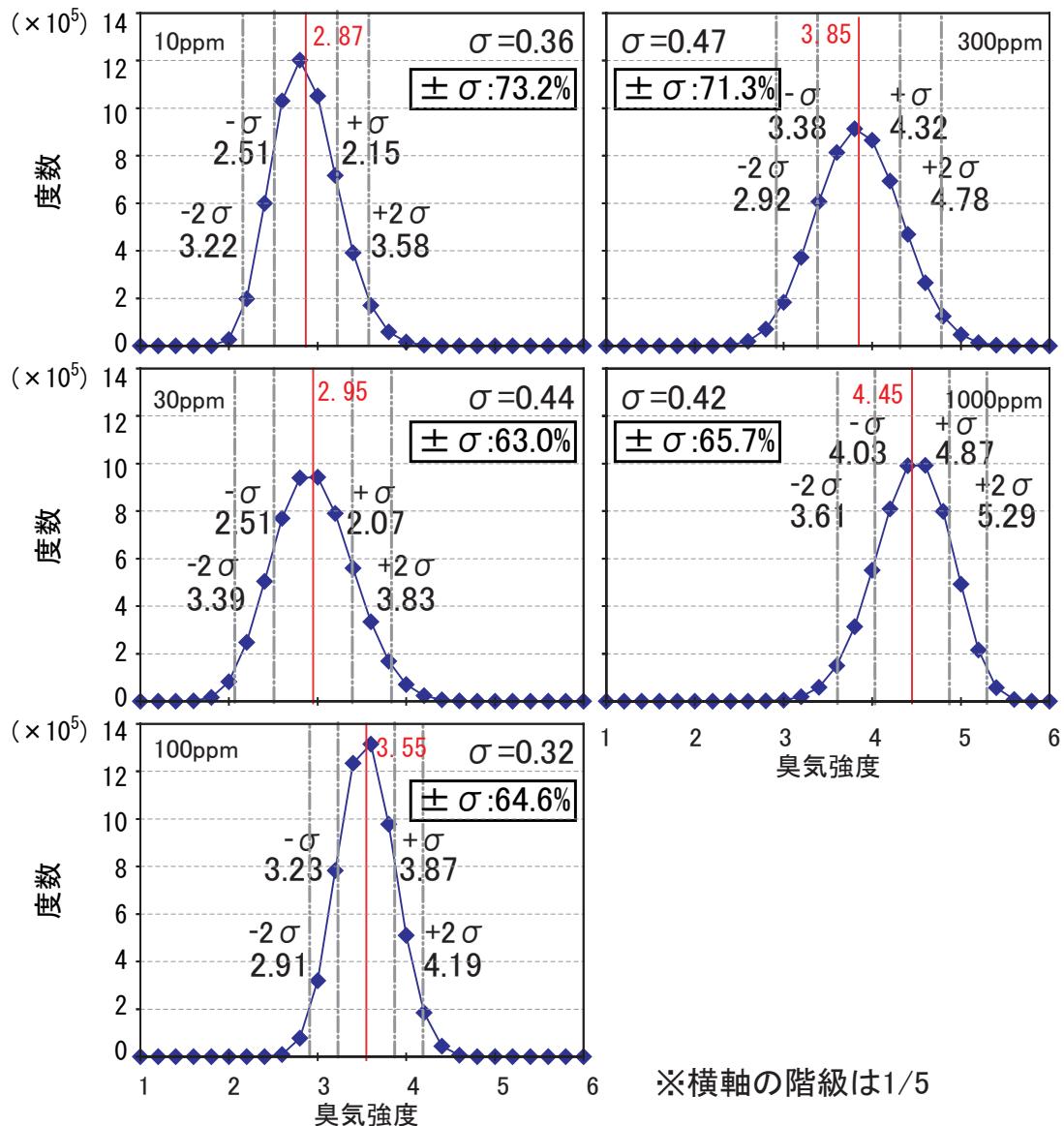


図 4.27 60 名から 5 名を抽出した場合の 5 名の臭氣強度評価平均値の度数分布

図 4.28 は 6 名抽出の場合（総組合せ 50,063,860 通り）を示す。5 名抽出の場合よりもさらに標準偏差は小さく、最頻値と予測値の整合度も非常に高い。 $\pm \sigma$  の値が正規分布と非常に近い値となっている。

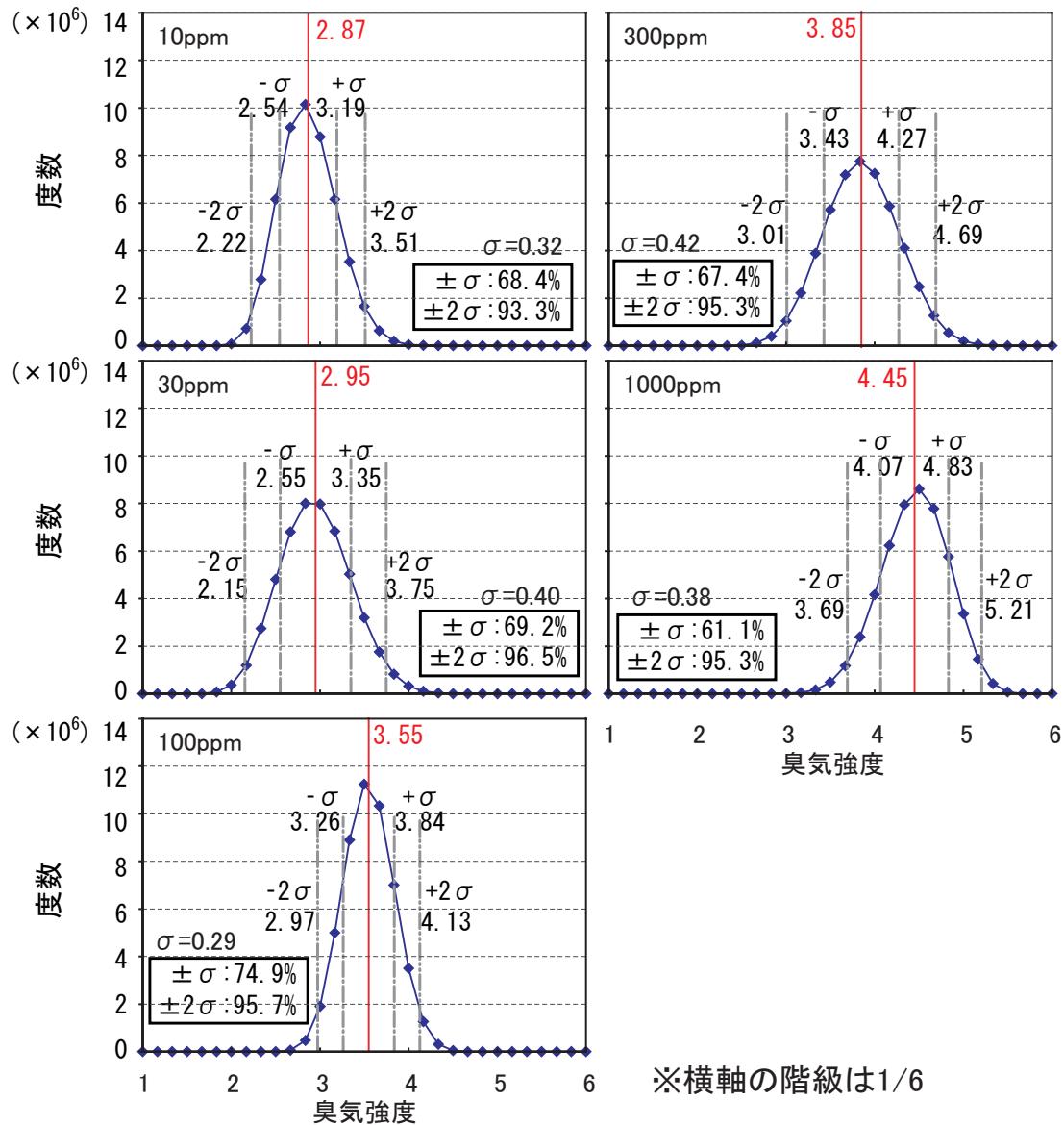


図 4.28 60 名から 6 名を抽出した場合の 6 名の臭気強度評価平均値の度数分布

図4.29は10名抽出の場合(総組合せ75,394,027,566通り)を示す。分布の標準偏差が0.3程度にあり、予測値から両側に標準偏差の幅を取っても、概ね尺度の0.6段階の幅に収まることから、10名から得られる評価値の精度はそれ以下の人数で行う場合よりもかなり高いことがうかがえる。

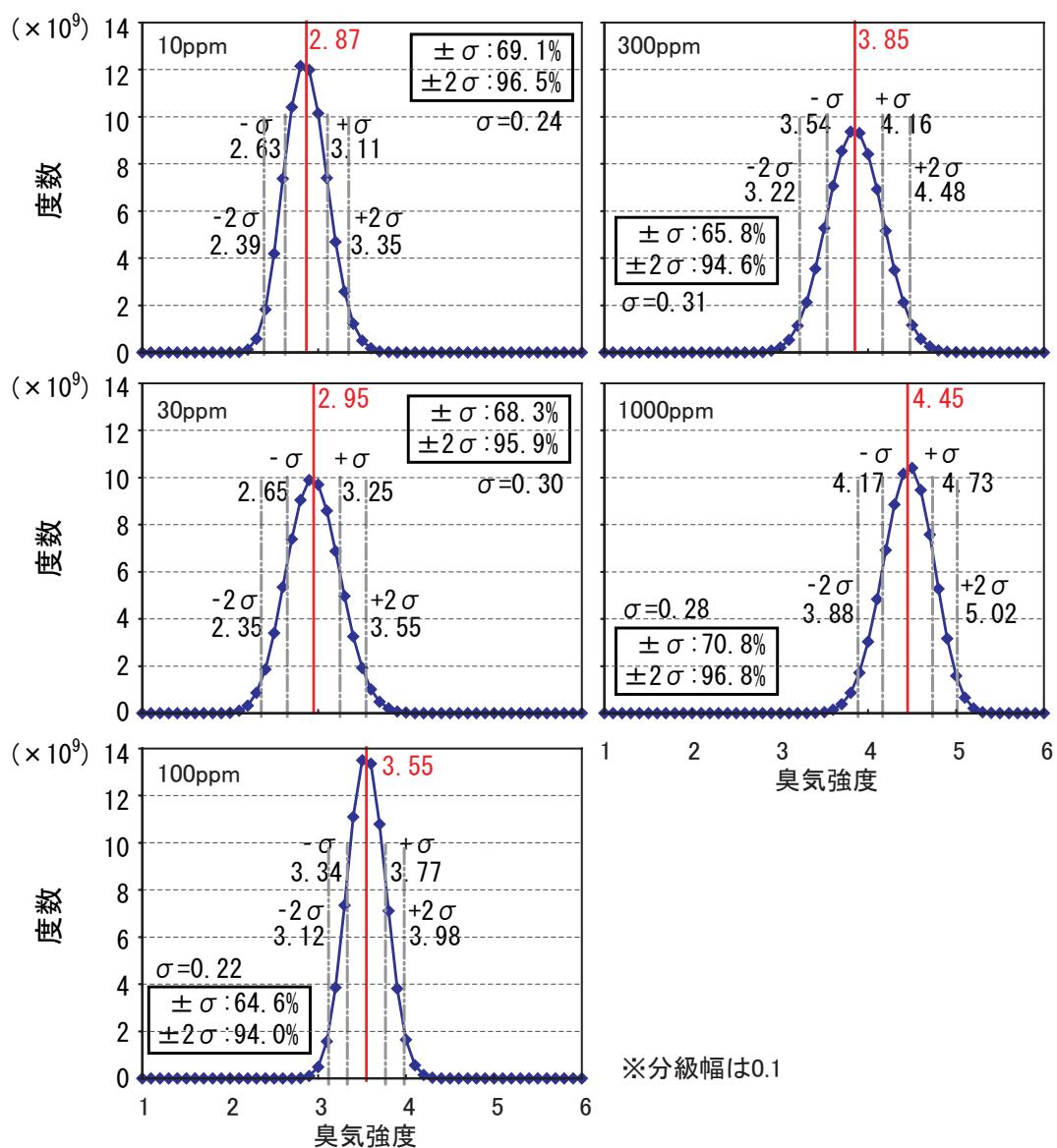


図4.29 60名から10名を抽出した場合の10名の臭気強度評価平均値の度数分布

図4.24～図4.29では、60名からそれぞれ1, 2, 3, 4, 5, 6, 10名を抽出する全組合せについて、臭気強度平均値の度数を調べた結果を示したが、そのうち特に抽出する人数が異なることで影響を受けていたのは、度数分布の標準偏差である。図4.30は図4.24～図4.29で示した図中の標準偏差について、横軸に臭気の濃度、縦軸に標準偏差を取ってパネル数ごとに比較したものである。抽出したパネル数が多い場合ほど、得られる標準偏差は小さくなることは、統計学の観点からも自然な傾向である。ただ、いずれのパネル抽出数の場合にも、臭気の濃度が30ppmと300ppmの場合に標準偏差が大きくなる傾向が見られ、100ppmでは最も小さくなる。この様な傾向になった理由はわからないが、元々の60名の評価の傾向を反映したものであろう。表4.6に、抽出元のデータである60名の臭気強度評価を対象に、濃度条件間の評価のばらつきについてF検定を実施した結果を示す。100ppmとその他の濃度条件との間に有意差が多く見られ、100ppmの評価のばらつきが他の濃度と異なることがわかる。しかし、その理由はわかっていない。

図4.31には、図4.30で示した標準偏差を、横軸にパネルの抽出人数を取って、臭気の濃度毎にプロットしたものを示す。プロットは、60名から各パネル人数を抽出した場合の臭気強度平均値の標準偏差を示す。ラインは、式(1)に基づいて60名の臭気強度評価

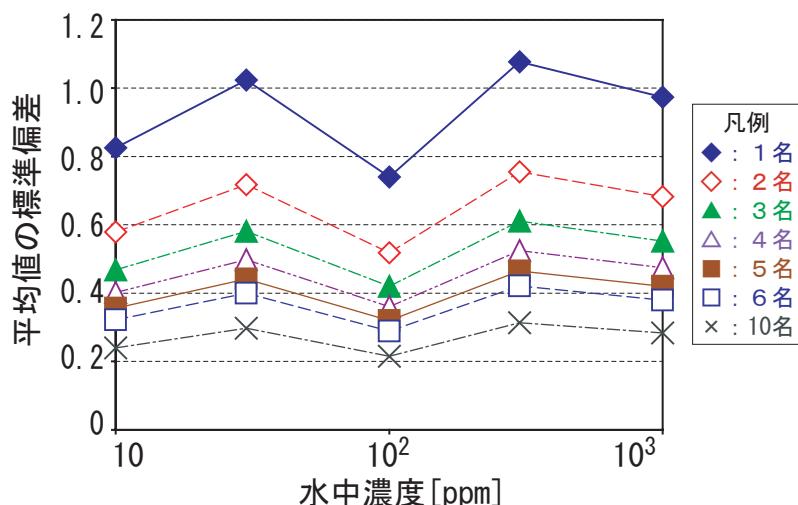


図4.30 60名からN名を抽出した場合のN名の臭気強度評価平均値の標準偏差  
(N=1, 2, 3, 4, 5, 6, 10名の場合)

表4.6 60名の臭気強度評価における濃度間の評価のばらつきに関するF検定結果

[ppm]	10	30	100	300	1000
10	/	/	/	*	/
30	/	/	**	/	/
100	/	/	/	**	*
300	/	/	/	/	/
1000	/	/	/	/	/

(\*:5%有意, \*\*:1%有意)

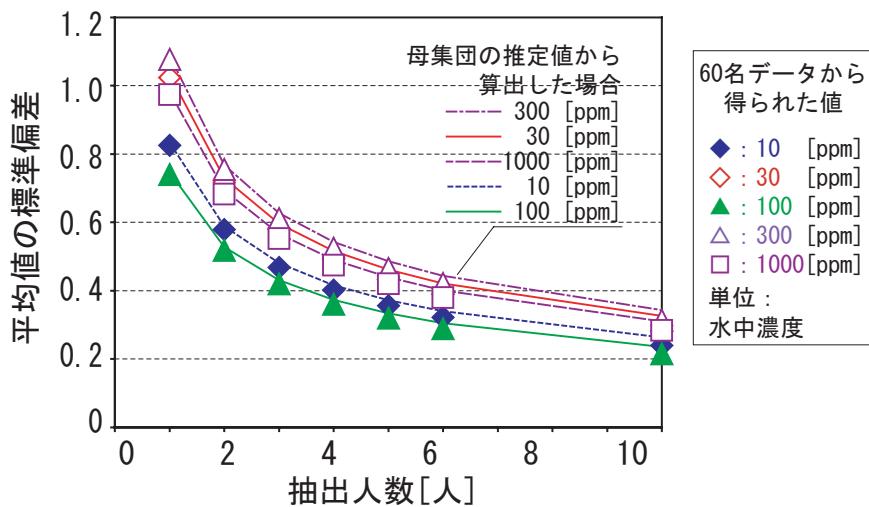


図 4.31 N 名を抽出した場合の N 名の臭気強度評価平均値の標準偏差  
(母集団から抽出する場合と 60 名標本から抽出する場合との比較)

から点推定した母集団の臭気強度評価の分散を用いて、母集団から N 名を抽出した場合の N 名の臭気強度評価の標準偏差を統計的に算出したもので、下式 (3) により求めた。

標本数 n の標本の分散が既知の場合、母集団の分散の点推定値は下式により求めることができる。

$$\sigma_p^2 = \frac{n}{n-1} \sigma_n^2 \quad \dots (1) \quad (\sigma_p^2: \text{母集団の分散})$$

$$(\sigma_n^2: \text{標本の分散 (標本数:n)})$$

N 個の母集団から一つの標本を取り出した場合の標本の和の分散は分散の加法定理から下式で表すことができ、また元の母集団が同じ (分散  $\sigma$  に従う) であれば、下記の様になる。

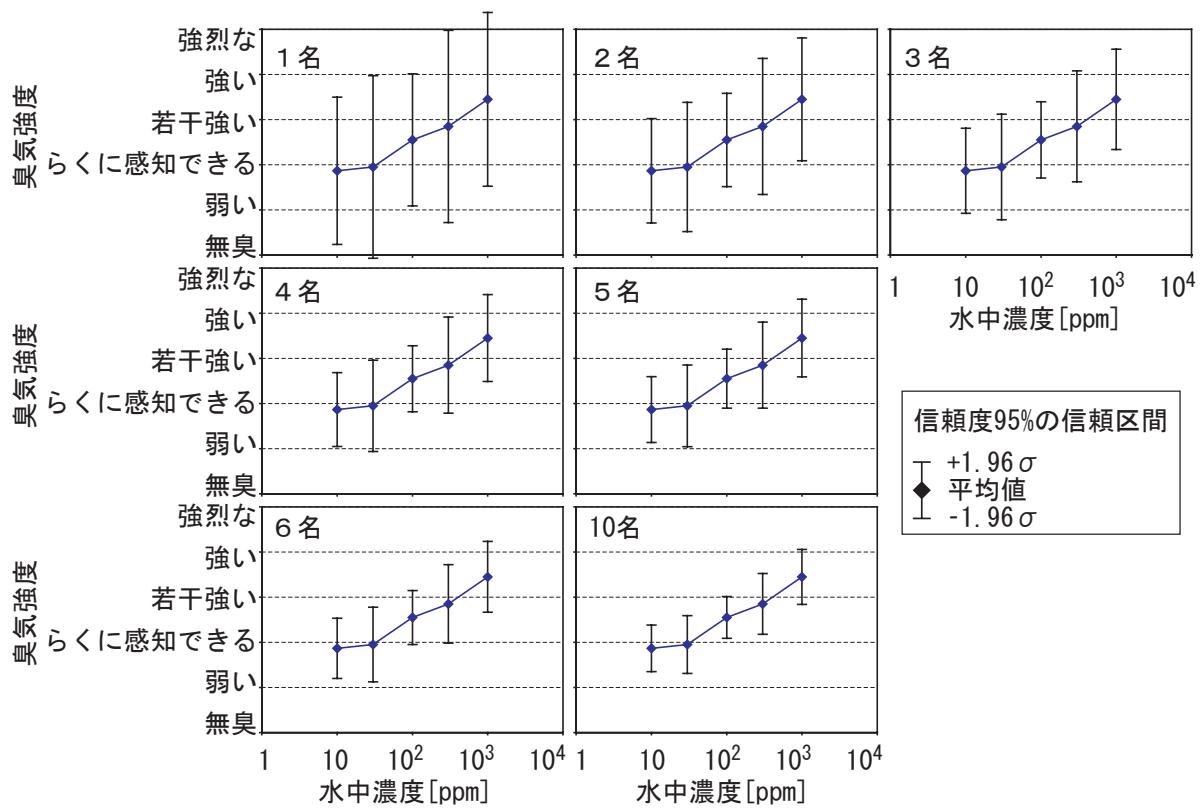
$$\sigma_s^2 = \sigma_1^2 + \sigma_2^2 + \dots + \sigma_N^2 = N\sigma^2 \quad \dots (2)$$

抽出した標本の平均値の分散は、上式の両辺を  $N^2$  で除したものと考えることができるので、平均値の標準偏差は下式の様に表せる。

$$\sigma_m = \frac{\sqrt{N}\sigma}{N} = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} \quad \dots (3) \quad (\sigma_m: \text{平均値の標準偏差})$$

図 4.31 のプロットとラインは若干ラインの方が大きいことが見てとれる。これは、母集団の分散について、60 名のデータを基に点推定したためによる差異である。図 4.32 を抽出パネル数ごとに見ると、抽出パネル数が 1 や 2 ではパネル数の差異による標準偏差への影響が大きいが、抽出パネル数が大きい域ではパネル数を増やしてもそれほど標準偏差を小さくすることにはつながらないことがわかる。

図 4.32 に、図 4.31 で推定された母集団からパネルを抽出する場合の平均値の標準偏差を基に算出した、95% 信頼区間を示す。プロットは予測値としており、いずれの抽出パネル数の場合でも同じ値として記載し、正規分布を仮定して算出した信頼区間を縦の線分で



(1) 予測値と推定区間の抽出パネル数ごとの比較

(2) 推定した信頼区間の値

濃度 [ppm]		抽出したパネル人数						
		1	2	3	4	5	6	10
10		1.63	1.15	0.94	0.82	0.73	0.67	0.52
30		2.02	1.43	1.17	1.01	0.90	0.83	0.64
100		1.46	1.03	0.84	0.73	0.65	0.60	0.46
300		2.13	1.51	1.23	1.06	0.95	0.87	0.67
1000		1.92	1.36	1.11	0.96	0.86	0.79	0.61

図 4.32 母集団から N 名を抽出する場合の N 名の臭気強度評価平均値の標準偏差に関して  
信頼度 95% で推定した信頼区間（平均値からの距離）

示し、パネル数ごとに比較した。パネル数ごとに見ると、1名ではほぼ全ての尺度の段階に評価が及ぶ可能性がある。4名で、概ね平均値を中心に尺度で2段階の範囲に収まる。10名では、概ね平均値を中心に尺度で1段階程度のばらつきとなる。また、この図のデータは、本章で実施した実験の結果ベースではあるが、母集団から N 名のパネルを選定した場合の N 名の臭気強度評価の平均値の取り得る区間と考えることができる。

#### 4. 3. 9 パネル数と非容認率の関係に関する検討

これまでには、においの主観評価を代表して臭気強度評価の検討を行ってきたが、日本建築学会の室内臭気規準<sup>8)</sup>でも非容認率の評価には、臭気強度や快・不快度とは別途人数の制限を課していることからも、パネル数と非容認率の関係についても知見があれば有意義

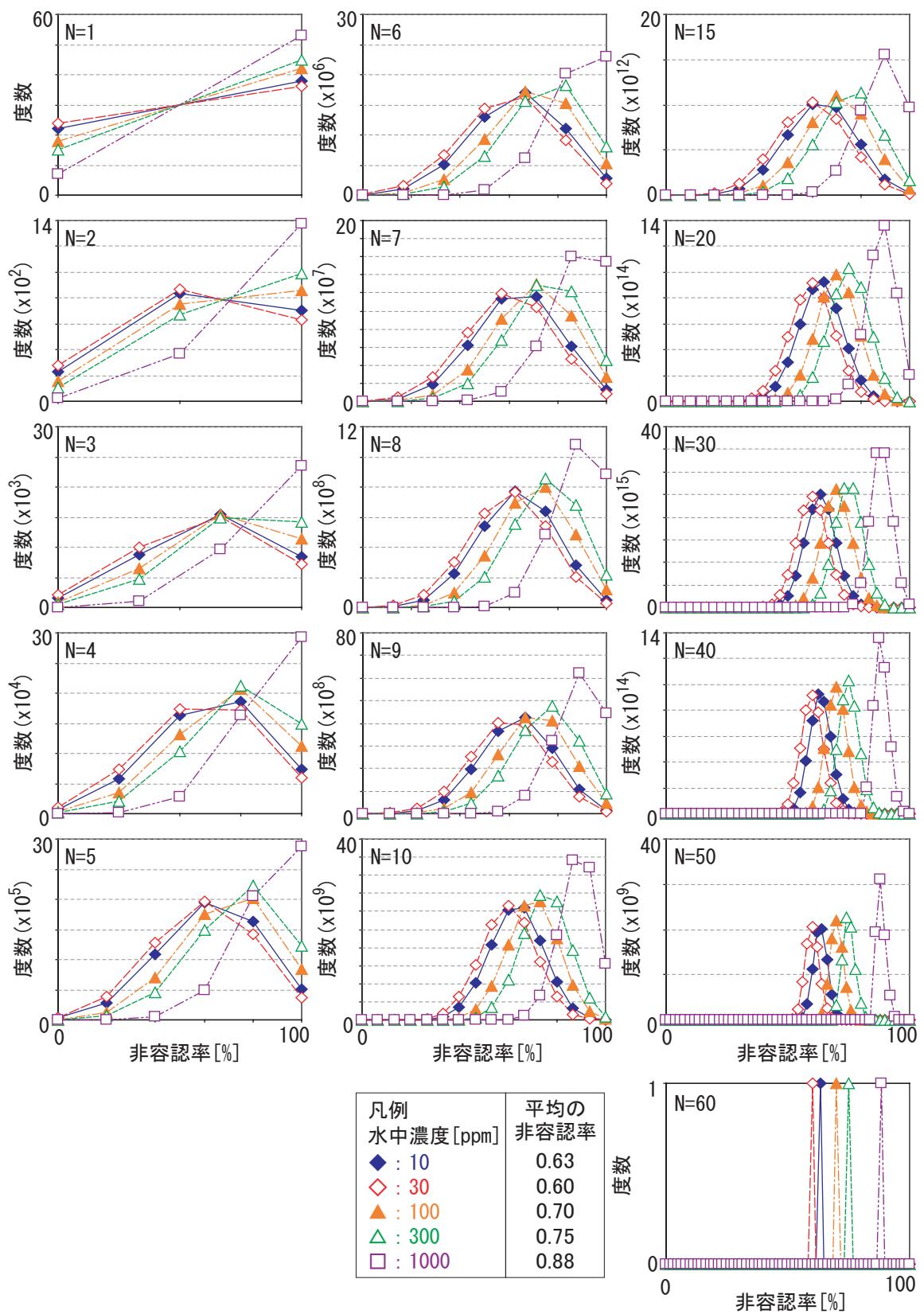


図 4.33 60 名から  $N$  名を抽出した場合の  $N$  名の非容認率の度数分布

である。

そこで、図 4.33 に 60 名の許容の可否の評価から、N 名を抽出した場合の N 名の非容認率について総当たりの計算を行い、度数分布を示した。横軸は非容認率、縦軸は度数を示し、臭気の濃度ごとに記した。それぞれの抽出パネルごとの度数分布は、平均すれば全て 60 名の場合の非容認率となる。抽出パネル数が多いほど、一つの濃度の刺激に対する非容認率のばらつきは小さくなる傾向にあり、1000ppm の濃度条件では度数の最頻値が他の濃度よりも高くなっている。非容認率が 100% 付近に評価されるため、評価のばらつきが小さく表れたものと思われる。

図 4.34 には、60 名から N 名を抽出して N 名の非容認率を算出する試行を総当たりで実施した場合の、非容認率の平均値の標準偏差を示した。横軸は抽出したパネル数、縦軸は標準偏差を示す。抽出したパネル数が多いほど、標準偏差は小さくなる傾向にあるが、1 ～ 6 名抽出の場合には標準偏差へのパネル数の影響が大きい一方で、それ以上パネル数が多くても、標準偏差への影響は比較的緩やかである。また、60 名の標本からの抽出のため、N=60 で標準偏差は 0 となっている。これをより一般的な数値と考えられる形で表すべく、母集団から抽出したパネルが「受け入れられない」と評価する確率を 60 名の非容認率に等しいと仮定して、確率  $p$  が非容認率であるベルヌーイ分布に従う母集団からの抽出であるとみなして下式を導いた。

$$\sigma_m = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = \frac{\sqrt{p(1-p)}}{\sqrt{N}} \quad \dots (4)$$

式 (4) に基づいて、母集団から抽出する場合の抽出人数と非容認率の標準偏差との関

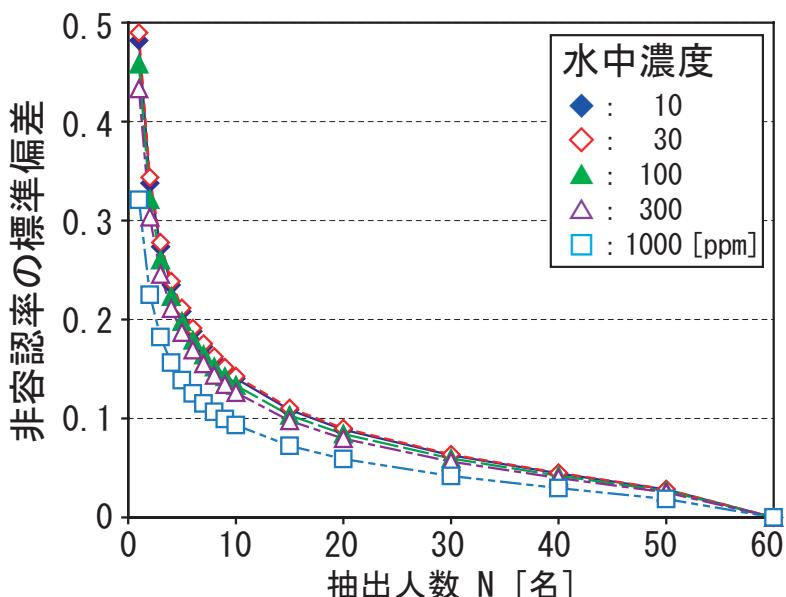


図 4.34 60 名から N 名を抽出した場合の N 名の非容認率の標準偏差

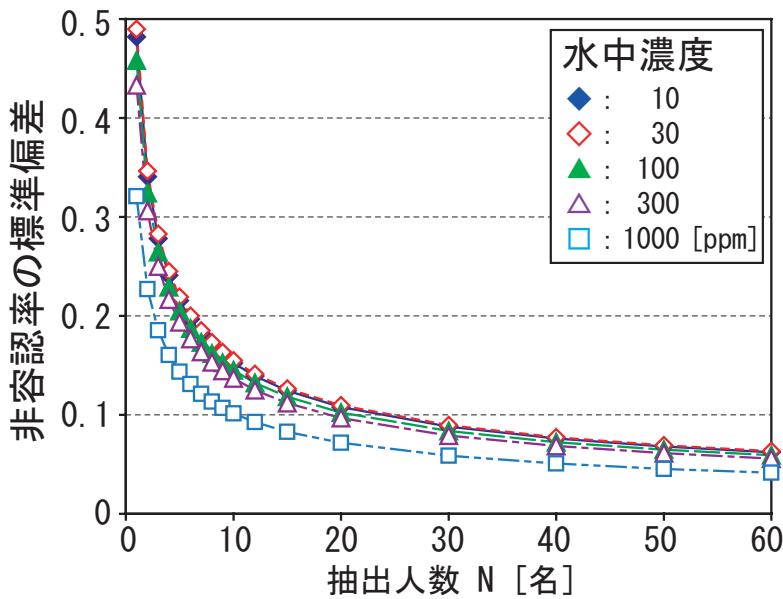


図 4.35 母集団から  $N$  名を抽出した場合の  $N$  名の非容認率の標準偏差

表 4.6 式 (4) に基づく非容認率  $p$  と抽出人数  $N$  ごとの非容認率の標準偏差  $\sigma_m$

$\sigma_m [%]$		N													
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
$p$	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.1	30.0	21.2	17.3	15.0	13.4	12.2	11.3	10.6	10.0	9.5	9.0	8.7	8.3	8.0
	0.2	40.0	28.3	23.1	20.0	17.9	16.3	15.1	14.1	13.3	12.6	12.1	11.5	11.1	10.7
	0.3	45.8	32.4	26.5	22.9	20.5	18.7	17.3	16.2	15.3	14.5	13.8	13.2	12.7	12.2
	0.4	49.0	34.6	28.3	24.5	21.9	20.0	18.5	17.3	16.3	15.5	14.8	14.1	13.6	13.1
	0.5	50.0	35.4	28.9	25.0	22.4	20.4	18.9	17.7	16.7	15.8	15.1	14.4	13.9	13.4
	0.6	49.0	34.6	28.3	24.5	21.9	20.0	18.5	17.3	16.3	15.5	14.8	14.1	13.6	13.1
	0.7	45.8	32.4	26.5	22.9	20.5	18.7	17.3	16.2	15.3	14.5	13.8	13.2	12.7	12.2
	0.8	40.0	28.3	23.1	20.0	17.9	16.3	15.1	14.1	13.3	12.6	12.1	11.5	11.1	10.7
	0.9	30.0	21.2	17.3	15.0	13.4	12.2	11.3	10.6	10.0	9.5	9.0	8.7	8.3	8.0
	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
$\sigma_m [%]$		N													
		15	16	17	18	19	20	25	30	40	50	60	80	100	
$p$	0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.1	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7	6.0	5.5	4.7	4.2	3.9	3.4	3.0	
	0.2	10.3	10.0	9.7	9.4	9.2	8.9	8.0	7.3	6.3	5.7	5.2	4.5	4.0	
	0.3	11.8	11.5	11.1	10.8	10.5	10.2	9.2	8.4	7.2	6.5	5.9	5.1	4.6	
	0.4	12.6	12.2	11.9	11.5	11.2	11.0	9.8	8.9	7.7	6.9	6.3	5.5	4.9	
	0.5	12.9	12.5	12.1	11.8	11.5	11.2	10.0	9.1	7.9	7.1	6.5	5.6	5.0	
	0.6	12.6	12.2	11.9	11.5	11.2	11.0	9.8	8.9	7.7	6.9	6.3	5.5	4.9	
	0.7	11.8	11.5	11.1	10.8	10.5	10.2	9.2	8.4	7.2	6.5	5.9	5.1	4.6	
	0.8	10.3	10.0	9.7	9.4	9.2	8.9	8.0	7.3	6.3	5.7	5.2	4.5	4.0	
	0.9	7.7	7.5	7.3	7.1	6.9	6.7	6.0	5.5	4.7	4.2	3.9	3.4	3.0	
	1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	

係を図 4.35 に示す。 $N=60$  でも 0.05 すなわち 5% 程度の標準偏差であることがわかる。また、式 (4) より、非容認率の標準偏差は、 $N$  のみならず、 $p$  すなわち母集団の非容認率にも影響を受けることがわかる。式 (4) の分子から、非容認率の標準偏差は非容認率 50% で最大となり、非容認率 0% と 100% で最小となることがわかる。表 4.6 は、式 (4) に基づ

いて算出した、非容認率  $p$  と抽出人数  $N$  ごとの非容認率の標準偏差を示したもので、非容認率は代表的に 10%(0.1) 刻みに、 $N$  は 20 名以上は代表的な人数で示した。網掛けの行は  $p=0.2$ 、すなわち日本建築学会規準<sup>8)</sup> で定める規準値である非容認率 20% と評価されるであろう臭気の非容認率の標準偏差を示している。規準では 60 名の評価を必要としているが、その場合の非容認率の標準偏差は 5.2% であり、 $1.96 \sigma_m$  の範囲である 95% 信頼区間を考えれば、 $\pm 10.2\%$  となる。

但し、制御しようとする臭気の濃度と非容認率との関係から、もっと標準偏差の幅が緩やかであっても問題のない場合や、より厳しくなければならない場合もある。また、特に少数名の場合には、1 名の評価が結果として算出される非容認率に及ぼす影響が大きくなることため、それらも全て考慮してパネル数は決定する必要があり、一概にどの数値を採用すればよいというわけではない。図 4.34 や表 4.6 のような資料を基に、適切に評価パネルの人数を設定する必要がある。

#### 4.4 本章のまとめ

60 名のパネルによる 1 回の主観評価と 6 名のパネルによる 10 回の評価との評価傾向の差異について検討した結果、低濃度域で両者に差異があることがわかった。この理由として、下記の二点が示唆された。

- ・同一パネルに対する複数回の検査によりパネルが嗅覚疲労を起こし、低濃度域の臭気に対する感度が鈍化した可能性
- ・6 名のパネル群が低濃度域に関して一般パネルより感度が低いパネルであった可能性

そのため、嗅覚疲労については別途検証実験を行ったが、初回の評価よりも 2 回目以降がやや低い評価となる傾向以外には上記の理由を裏付ける結果は得られなかった。また、併行した検討の中で、検査間隔が今回よりも短い 1 分間隔であれば、嗅覚疲労の影響は無視できない可能性が高いことが明らかとなった。

また、選抜 6 名の評価の特異性を、60 名から 6 名を選ぶ全組合せについて抽出したシミュレーションを基に検証した結果、低濃度における評価が全般的に低いパネル群である可能性が示された。

多数パネル評価と遜色なく扱える評価をもたらすパネル数について、60 名から 6、10、20、30、40 名を抽出して評価を比較する検討を実施し、20 名以上であれば、比較的 60 名の評価に近い評価となることがわかった。また、10 名以下で評価を行う場合の評価のばらつきに対する扱いについて、60 名から 1、2、3、4、5、6、10 名を選抜して、その全組合せの臭気強度平均値を度数分布で示した。さらにその結果から、母集団から 1、2、3、4、5、6、10 名を抽出した場合に平均値の取りうる範囲の区間推定を行った。非容認率についても同様の検討を実施し、抽出人数ごとのばらつきの程度を明らかにした。

## 参考文献

- 1) C. P. Yaglou, E. C. Riley, D. I. Coggins: Ventilation requirements, ASHVE Transaction vol. 42, pp. 133-162, 1936
- 2) C. P. Yaglou: Ventilation requirements for cigarette smoke, ASHAE Transaction vol. 61, pp. 25-32, 1955
- 3) P. O. Fanger: Introduction of the olf and the decipol units to quantify air pollution perceived by humans indoors and outdoors, Energy and Buildings vol. 12, pp. 1-6, 1988
- 4) B. Berg-Munch, G. Clausen, P. O. Fanger: Ventilation requirements for the control of body odor in spaces occupied by women, Environment International vol. 12, pp. 195-199, 1986
- 5) P. O. Fanger, J. Lauridsen, P. Bluysen, G. Clausen: An pollution source in offices and assembly halls, Quantified by the olf unit, Energy and Buildings vol. 12, pp. 7-19, 1988
- 6) D. W. Robinson, R. S. Dadson: A re-determination of the equal-loudness relation for pure tones, British Journal of Applied Physics vol. 7, pp. 166-181, 1956
- 7) 岩崎好陽, 福島悠, 中浦久雄, 矢島恒広, 石黒辰吉: 三点比較式臭袋による臭気の測定(Ⅰ) 発生源における測定, 大気汚染学会誌 13, pp. 246-251, 1978
- 8) 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
- 9) T. Hiraishi, K. Kudoh, S. Sugimoto and S. M. Ching: Preservation Strategy of Irrigation Ponds in Urban District: Historical Development, Present Status, and Future Perspectives, the 21th EAROPH World Congress and Mayor's Caucus, pp. 1-8, 2008
- 10) 例えば Piggot et al: RATIO SCALES AND CATEGORY SCALES OF ODOUR INTENSITY, Chemical Senses and Flavor 1, pp. 307-316, 1975
- 11) 大迫政浩, 西田耕之助, 宮田健一, 光田恵: 程度表現語の数値的検討に基づく臭気の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
- 12) 富田武志, 山中俊夫, 甲谷寿史, 松尾真臣: 建築材料から発生するにおいの主観評価(その4) においの印象及び評価項目間の関係, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2, pp. 959-960, 2001. 9
- 13) 藤本徹: 嗅覚に基づくにおいの測定法に関する基礎的研究, 大阪大学卒業論文, 2008. 3

## 第5章 言語評定尺度の表現用語間隔に関する検討

### 5. 1 はじめに

臭気環境を評価し、対策を講じるためには臭気の測定が欠かせないが、日本建築学会規準<sup>1)</sup>内でも挙げられている様に、人間の鼻で臭気を嗅いで評価を行う測定法（嗅覚測定法）が現在最も一般的に用いられる手法である。臭気濃度の測定のみを目的とする場合には、三点比較式臭袋法による閾値算出の方法の様に、パネルが臭気を検知するか否かによる。一方で、臭気の種類ごとににおいの質が異なり、臭気濃度と人間の感じるにおいの強さや快・不快、容認率の関係が異なることが既往の研究<sup>2)</sup>より明らかにされており、におい環境を総合的に評価するためには、においの強さ、快・不快を含めた主観評価が欠かせない。

パネルににおいの主観評価を行わせる場合には、熱環境、音環境、視環境の評価の場合でもしばしば用いられる言語評定尺度が用いられるのが一般的である。悪臭防止法をはじめとした法規等に臭気強度尺度や快・不快度尺度が挙げられていることが大きい要因であると思われるが、もう一点の要因として、臭気という分野が刺激の強さのみで評価できず、臭気質も含めた人間が下す評価でもって環境評価がなされるべきとの考えが基底にあるためと思われる。複雑な評価体系が想像されるにおい環境評価に対しては、現状では言語評定尺度を用いて評価する手法は、適切な評価方法であると考えている。ただ一方で、言語を配した尺度を用いることにより、パネル個人ごとに尺度の解釈にばらつきがあることが懸念され、それによって評価に影響が生じている可能性が考えられるため、尺度に採用される表現用語の組合せによる評価への影響を明らかにする必要がある。

また、現在、多くの臭気測定の場や研究の場で一般的に使用される言語評定尺度は、悪臭防止法でも用いられている6段階臭気強度尺度や9段階快・不快度尺度であるが、他にも多くの研究者によりそれぞれ多様な尺度が利用されており、このことが過去に行われてきた研究結果の比較を困難にしている。過去の研究成果を横断的に評価することができれば、多様なにおいの種類に対するそれぞれの研究成果を同列に評価することができ、今後の臭気測定法の進歩に対して有益であるとも考えられ、言語評定尺度に関する研究が必要であると考える。

におい評価のための尺度を対象として、パネルが認識する表現用語間隔について検臭を伴った検討を実施した例は少ないが、大迫らによる研究<sup>3)</sup>が挙げられる。ここでは、1,8 cineole、1,2 dichloroethane、Dimethyl disulfide、Methyl amineの4種のにおいを嗅がせて、大迫による8段階臭気強度尺度等について系列範疇法<sup>4)</sup>により表現用語間隔を算出しており、尺度中央付近の表現用語間隔が狭く、外ほど広く、臭気物質によって若干間隔が異なる

るという傾向が報告されている。このような検討は、本来使用される尺度すべてについて行われるべきであり、これまで用いられてきたものの、検証されていない各尺度についても検討を行う必要がある。

また、検臭を伴う表現用語間隔認識に関する懸念事項としては、尺度を提示されたパネルが認識する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<sup>5)</sup>）や数字（例えば悪臭防止法<sup>6)</sup>）が表現用語に傍記される場合が挙げられる。それら傍記情報によって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、各提示方法による評価への影響が懸念される一方で、提示方法についての規定がなされないまま、におい評価のデータが蓄積されていくことは危険である。しかし、このような検討を実施した研究例は見当たらず、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。

大迫らによる研究<sup>3)</sup>に限らず、音など主観評価が実施される分野では、パネル評価に基づく表現用語間隔の把握には、系列範疇法<sup>4)</sup>が用いられることが非常に多い。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パネル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、例えばパネルに認識される表現用語の順序に逆転が見られる場合には、この手法の適用が不適切であると思われる。他にも、パネル評価の分布が正規分布とはならない場合も多いことから、より簡便に表現用語間隔の把握が可能な手法があれば便利である。

上記の様に尺度語の認識という複雑な対象に対して要素を分解して考えれば、最も原始的な要素は「言語の示す意味」となると考えられ、つまり尺度を構成する表現用語が示す評価対象の程度であると思われる。そこで、既往研究で用いられてきた様々な尺度の表現用語間隔について、言語の意味上での示す程度を把握することが第一歩であろう。このような臭気の複数の種類の尺度間の相互関係を調べた研究には、大迫らによる研究<sup>3)</sup>が挙げられる。大迫らは、被験者においを嗅がせずに、その尺度を構成する表現用語が示すと考えるにおいの強さや快不快の度合いを調査しており、その結果より環境省の臭気強度尺度では表現用語が等間隔ではないことを示している。しかし、この調査は6段階など尺度の段階数を固定して、その中に12個の表現用語を配置するという手法で行われたため、6段階尺度を構成する本来の6つの表現用語のみで調査する場合とは結果が異なる可能性が考えられる。また、木村ら<sup>7)</sup>はタバコ臭を嗅がせた上での臭気強度評価について、環境省尺度他、合計4種の臭気強度尺度について評価を得てその相関関係を示したが、尺度間比較に関しては相関図を示すに留まっている。一方、音環境の分野では、騒音調査のための言語評定尺度に関して多くの研究が行われており、Levine<sup>8)</sup>は、うるささの度合について、

被験者に 7 段階を意識させて一軸上に形容詞を配置させる手法で標準うるさき尺度の構成を行った。また、国内では山下ら<sup>9)</sup>によって、うるさき尺度構成に関する研究が複数行われている。山下らは、語句が示すと考えられるうるさきの程度について、音を聞かせずに配置させる場合の検討と、それより得られた幾つかの段階数の尺度を用いて実際に音を聞かせた場合に対して系列カテゴリー法による間隔尺度値の検討を行っており、等間隔性の高い尺度構成用語を提案している。臭気に関しても、このような検討が行われるべきである。

Levine<sup>8)</sup> が標準うるさき尺度の形容詞を選択する際には、尺度を構成する形容詞の基準として、おおよそ等間隔である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。織田<sup>10)</sup> は、分割された枠のうち塗りつぶされた枠の多少について研究を行った結果、示す度合の近い表現用語を同一尺度に用いるべきではないこと、示す度合の順序が逆転する表現用語の配列を避けるべきとしている。臭気評価に用いられる言語評定尺度に関しても、被験者が心理評価を行う場合に混乱をきたす可能性はできる限り避けるべきである。それゆえ、表現用語の示す程度値が順序通りに並んでおり、できるだけ等間隔である尺度であり、かつ各段階の用語にばらつきが小さい、すなわち多くの被験者がその程度の感覚と対応していると認める表現用語で構成されているべきであると考えられる。

また、言語の解釈を扱う以上、問題となる可能性が高い点として、文化、あるいは教育的背景等の違いによる言語認識の差異がある。現在大学等の研究機関では被験者の大部分が 20 代学生によって行われる場合が多いが、学生よりも年齢層の高い世代、例えば主婦等で実施する場合もある。このとき、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<sup>11)</sup> は騒音のうるさき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で比較した。この中で、当時の 20 代被験者の表現用語の強さに対する認識が他の世代とは異なる傾向を示すことを明らかにしており、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<sup>12)</sup> 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。

これらを踏まえて本章では、まずこれまで行われてきた建築空間に存在するにおいに關

する既往研究として行われてきた、体臭、タバコ臭、建材臭、排泄物臭などから代表的な研究を取り上げて、それぞれの研究で用いられてきた臭気強度尺度と快・不快度尺度に着目し、パネルがこれら既存尺度で採用されたそれぞれの表現用語間隔認識を明らかとする目的とする。そして第一に最も原始的な検討として、臭気提示を伴わない言語イメージのみに基づく間隔の認識と、その評価のばらつきとについて明らかにし、各尺度の持つ性質、すなわちそれぞれの尺度を構成する語句が、その語句の組合せの中で示す心理的連続体上の程度や範囲を把握し、各尺度間の相対的な関係を明らかにする。第二に、言語認識を扱うという点から懸念される、文化・教育的背景の異なる世代による間隔の認識の差異について明らかにし、第一の検討の有意性について検討する。そして第三に、上記を踏まえた上でより現実の評価状態に近い検討として、実際ににおいを嗅がせる際に行われる尺度の提示の手法によって、認識される表現用語間隔が言語イメージのみの表現用語間隔の認識とどの程度異なるのかを明らかにし、実際のにおい実験時に認識される表現用語間隔と共に、尺度提示の方法が評価に及ぼす影響についても明らかとするという三点を目的とする。

具体的には、いずれも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について取り上げ、三つの検討を実施した。一つ目は、若年齢層被験者に対して言語イメージのみによる表現用語間隔の認識について、把握を試みたものである。二つ目は、同様の手法で中・高年齢者層被験者について実験を実施し、若年齢層の結果と比較を行ったものである。三つ目は、検臭した臭気の評価時にパネルに認識される表現用語間隔の把握であり、臭気評価実験の結果から算出した表現用語間隔に関する検討である。

## 5. 2 言語の意味に基づく表現用語間隔認識に関する検討

### 5. 2. 1 実験概要

#### 1) 選択した言語評定尺度

国内における臭気関連の既往研究に用いられてきた尺度のうち、実験対象として選択した尺度は、臭気強度尺度に関しては表 5.1、快・不快度尺度については表 5.2 に示す尺度である。臭気強度尺度は、環境省による 6 段階尺度<sup>6)</sup>、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<sup>5)</sup>、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<sup>13), 14)</sup>、樋崎による 7 段階尺度<sup>15)</sup>、Yaglou による 7 段階尺度<sup>16)</sup>を樋崎により日本語化したもの<sup>17)</sup>、南野による 7 段階尺度<sup>18)</sup>、大迫による 8 段階尺度<sup>3)</sup>及び、尺度内の一部言語を置き換えた場合の影響を見るために作成した尺度で、樋崎尺度の用語「強烈」を Yaglou 尺度で用いられる用語「猛烈」と置換した 7 段階尺度の合計 8 種類とした。一方、快・

表 5.1 実験に用いた言語評定尺度（臭気強度尺度）

Intensity			
環境省尺度	阪大尺度	Fanger・岩下尺度	
無臭	無臭	無臭 (No odor)	
やっと感知できるにおい	弱いにおい	かすかに感じるにおい (Slight odor)	
何のにおいであるかがわかる弱いにおい	らくに感知できるにおい	軽度に感じるにおい (Moderate odor)	
楽に感知できるにおい	若干強いにおい	強く感じるにおい (Strong odor)	
強いにおい	強いにおい	非常に強く感じるにおい (Very strong odor)	
強烈なにおい	強烈なにおい	耐えがたく感じるにおい (Overpowering odor)	

Intensity			
櫛崎尺度	Yaglou尺度	南野尺度	大迫尺度
無臭	無臭 (None)	臭わない	感じない
微弱	最小限界 (Threshold)	少し臭う	やっと感知できるにおい
弱い	明確 (Definite)	臭う	何のにおいであるかわかる弱いにおい
明確	普通 (Moderate)	かなり臭う	質がらくに感知できるにおい
強い	強し (Strong)	強く臭う	やや強いにおい
猛烈	猛烈 (Very strong)	非常に臭う	強いにおい
耐ええず	耐ええず (Overpowering)	耐えられない	非常に強いにおい
			極端に強烈におい

表 5.2 実験に用いた言語評定尺度（快・不快度尺度）

Hedonics		
環境省尺度	櫛崎尺度	阪大尺度
極端に不快	とても不快	極端に不快
非常に不快	不快	かなり不快
不快	少し不快	不快
やや不快	快でも不快でもない	やや不快
快でも不快でもない	少し快い	快でも不快でもない
やや快	快い	やや快
快	とても快い	快
非常に快		かなり快
極端に快		極端に快

不快度については、環境省による9段階尺度<sup>6)</sup>、櫛崎による7段階尺度<sup>19)</sup>、山中ら大阪大学における研究で用いられている9段階尺度<sup>5)</sup>の合計3種類とした。尚、本論文では便宜上、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。また、各尺度は屋外悪臭、室内の体臭、タバコ臭、建材臭ほか、それぞれ多様な臭気を対象に使用されたものであるが、本論文では、臭気によって尺度を使い分けることを想定するものではない。

## 2) 実験方法と実験手順

実験方法は、一つのマグネットに一つの表現用語を表記し、それらを実際の言語評定尺度と同じ構成で1セットとしたマグネット群を用意し、「においの強さ」もしくは「においの快・不快」を表す線分が書かれた評価用紙に貼り付けることによって、その用語が示すにおいの強さの度合いと快・不快度の度合いについて回答者による評価を行った（図5.1）。線分は臭気強度尺度を対象とする場合には「全くにおいがない」から「想像しうる

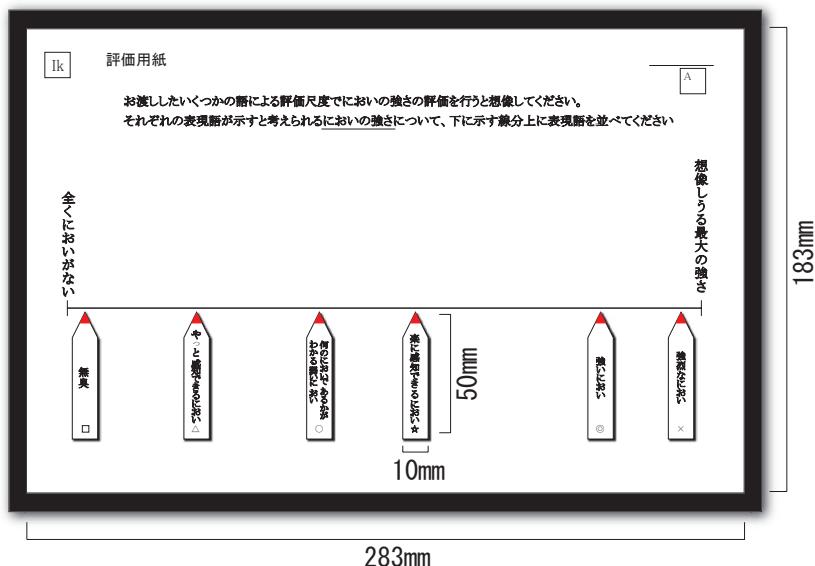


図 5.1 マグネットと評価用紙（環境省臭気強度尺度の例）

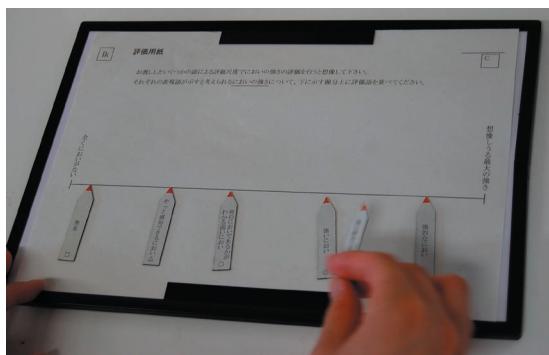


図 5.2 実験風景

最大の強さ」の範囲を意味するものとし、快・不快度尺度を対象とする場合には「想像しうる最大の不快」から「想像しうる最大の快」の範囲を意味するものとした。尚、各マグネットには、表現用語の他に集計用に識別記号を記したが、これらは順序や間隔に影響を及ぼさない様に配慮し、図形記号を順不同に配した。

実験手順としては、一つの尺度について、尺度を構成する表現用語が表記されたマグネット群を回答者に渡し、それらを横一列に並べて全ての表現用語を確認させた後、それぞれのマグネットを線分上に納得がいくまで配置、調整させた。その際には、マグネット上端部がその用語の示すにおいの強さの度合、または快不快の度合となる様に被験者に指示し、同一箇所に複数表現語を配置することも可とした。以上の実験を前述の全ての言語評定尺度について、表 5.1 及び表 5.2 内の順序で行った。尚、実験に際して想起すべきにおいの種類に対する誘導や教示は行わなかった。実験の様子を図 5.2 に示す。

### 3) スケジュールと被験者

実験は 2007 年 11 月 13 日～2008 年 1 月 11 日、2008 年 2 月 28 日～4 月 9 日及び 2008 年 11 月 16 日～2009 年 6 月 28 日に、大阪大学工学部 S1 棟 828 号室、826 号室及び実験用コンテナ、各実験遂行者の自宅等で行い、19 歳から 83 歳の男女 118 名に実験を行った結果、114 名から有効な回答を得た。被験者については、年齢層による言語認識の差異を見

るために、3つの年齢層で被験者群を分け、20歳代前後の50名（男性27名、女性23名（19～29歳：平均22.4歳））を「若年齢層」群、40～50歳代の50名（男性20名、女性30名（46～59歳：平均52.8歳））を「中年齢層」群、60歳以上の14名（男性7名、女性7名（60～83歳：平均73.1歳））を「高年齢層」群とした。「中年齢層」群と「高年齢層」群については、学生に実験道具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用いて、用紙に記載の通りに発言し行動することで実験を手順通りに進める様に指示をし、練習を行った上で実験を遂行させた。尚、1人当たりの実験時間は20分程度であった。

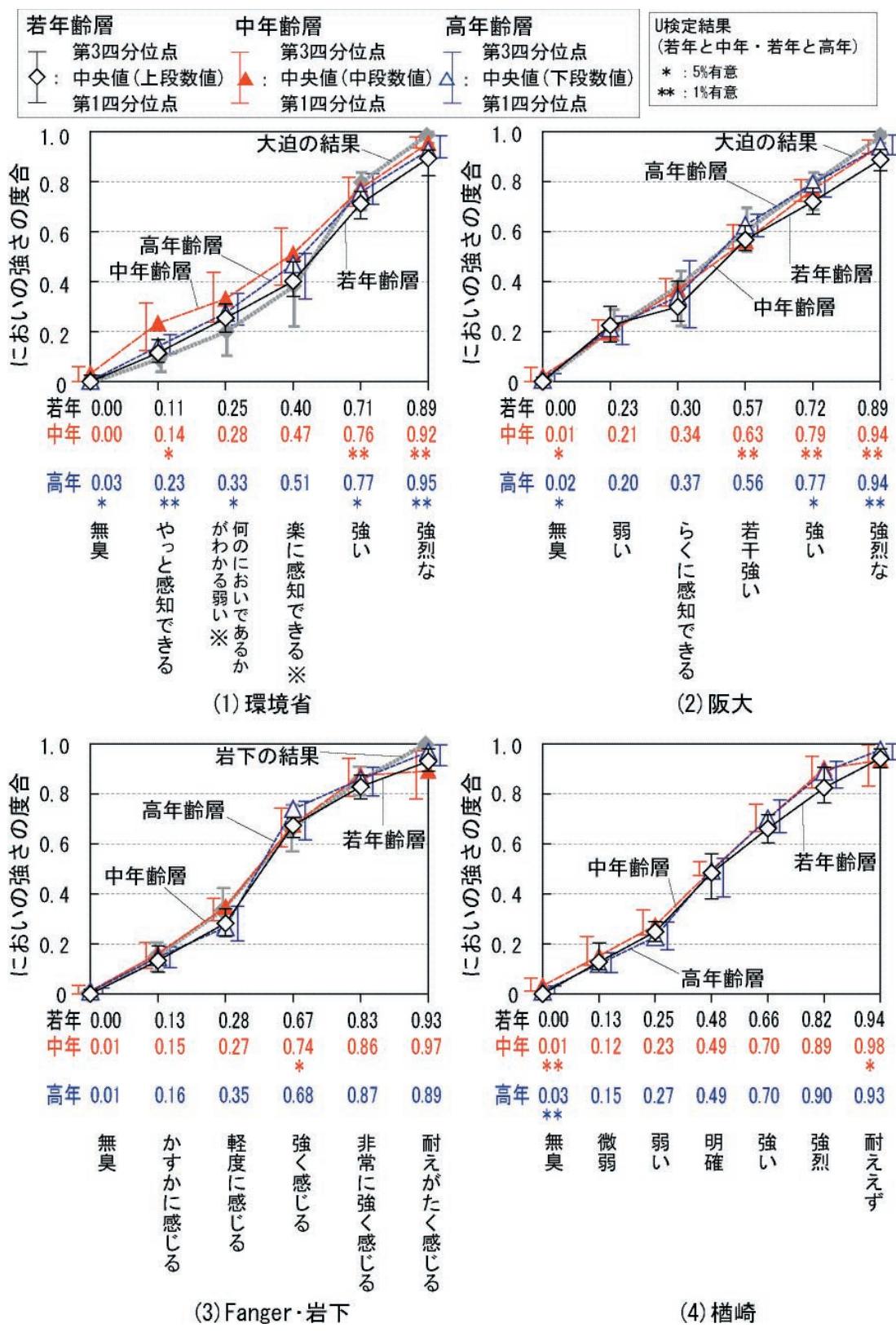
### 5. 2. 2 言語イメージに基づく表現用語間隔

#### 1) 臭気強度尺度

臭気強度とにおいの強さの度合いとの関係を図5.3及び図5.4に示す。図の縦軸は、「評価されたにおいの強さの度合い」を0～1で表したものであり、評価用紙に描かれた線分の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基準化したものである。横軸は各尺度を実際に用いられている元々の表現用語の順に並べた臭気強度の表現用語で表す。図中のプロットは、◇が「若年齢層」群の被験者による評価の中央値、▲が「中年齢層」、△が「高年齢層」群被験者による評価の中央値を示し、線分上側が第3四分位点、下側が第1四分位点を示す。環境省尺度、阪大尺度、大迫尺度については、大迫により得られた検討結果のうち段階数が同じであるものについて図から値を読み取りプロット（◆）したものとFanger・岩下尺度は、岩下ら<sup>20)</sup>により実施された研究結果を併記（◆）したものである。図中のプロットは中央値を示し、灰色の線分で上側が第3四分位点、下側が第1四分位点を示す。但し、図中※印の表現用語は、大迫らの研究では「何のにおいであるかわかる弱いにおい」、「らくに感知できるにおい」とされており、今回用いた用語とわずかに異なることを示す。

(1) 環境省尺度は、「若年齢層」では「無臭」から4つ目の「楽に感知できるにおい」で強さの度合は0.4にしか過ぎず、においの強さの度合として弱い側に表現用語が偏っているため、「楽に感知できるにおい」と「強いにおい」の間隔が広くなり、中程度を示す表現用語が欠けていることがわかる。これは、大迫らの結果とも近い傾向である。「中年齢層」と「高年齢層」では、「楽に感知できるにおい」は0.5付近にあり、「若年齢層」ほどではないがにおいの強さの弱い側に表現用語が偏っている。また、「中年齢層」は「若年齢層」と傾向は近いものの、低強度と高強度の語で有意差が見られる。「高年齢層」と「若年齢層」とを比較すると、ほとんどの表現用語に有意差が認められた。

(2) 阪大尺度では、「若年齢層」では「弱いにおい」と「らくに感知できるにおい」の間



(※は大迫の研究では「何のにおいであるかわかる弱い」「らくに感知できる」であったことを示す)  
 図 5.3 各臭気強度尺度の表現用語が示すにおいの強さの度合

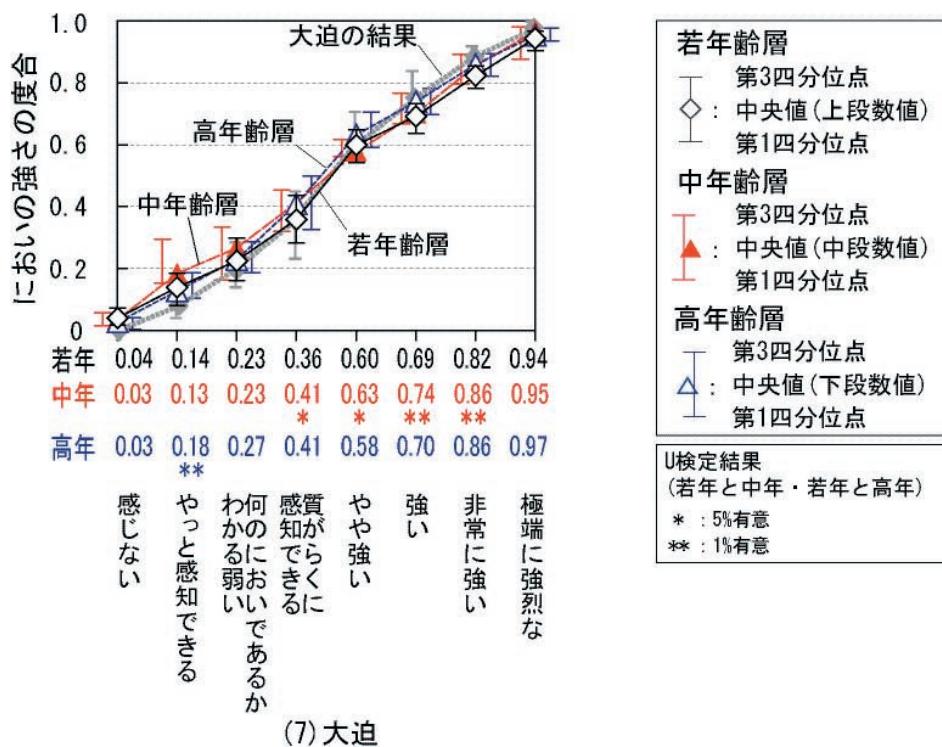
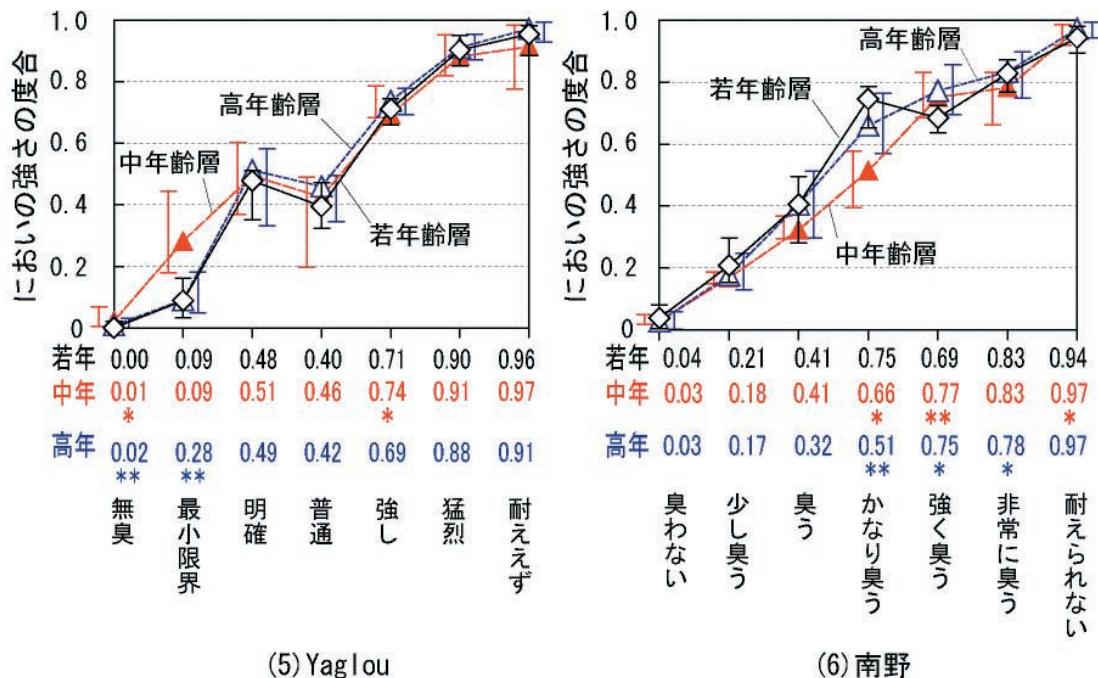


図 5.4 若年層における各臭氣強度尺度の表現用語が示すにおいの強さの度合

隔が狭く、被験者はこれらを近い意味で解釈していると考えられる。また、大迫らの結果と比べて、表現用語の等間隔性が低い傾向がうかがえるが、これは大迫らの結果で示されている様に、「らくに感知できるにおい」の四分位範囲（第1四分位点から第3四分位点の幅）が広いために被験者による認識が分かれやすいことが一因として考えられる。「中年齢層」では「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。一方で、「高年齢層」ではかなり高い等間隔性を示しており、「若年齢層」との有意差については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、「若年齢層」では「軽度に感じるにおい」と「強く感じるにおい」の間隔が広く、弱いにおいと強いにおいでの表現用語の二極化が見られ、中程度のにおいの強さを示す表現用語が欠けていることがわかる。一方で、他の尺度の表現用語と比較して、各表現用語の四分位範囲が全て小さく、被験者間で認識の差が小さい語句が選択されていると言える。この傾向は、岩下らの結果<sup>20)</sup>と比較しても非常に近い傾向であるといえる。「中年齢層」では「軽度に感じる」と「強く感じる」の間隔が極端に広く、弱いにおいと強いにおい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。一方で、「高年齢層」では、「若年齢層」と比べて「軽度に感じる」の強さの程度が高く「強く感じる」の強さの程度が低いため、若干等間隔性が高く評価されている。ただし、「高年齢層」と「若年齢層」との間に有意差が確認できなかったことから、この二語に対する強さの程度の認識にはばらつきがあるものと推測できる。

(4) 楢崎尺度は、「若年齢層」では比較的等間隔性が高い傾向がうかがえる。「中年齢層」では多少「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。「高年齢層」では、「無臭」から「弱い」までの評価が「若年齢層」よりもやや高く、「強烈」と「耐ええず」の示す程度が非常に近い傾向にある。「中年齢層」、「高年齢層」とも、「若年齢層」との間に有意差はほとんど見られなかった。

(5) Yaglou 尺度は、「若年齢層」では「明確」と「普通」に逆転が見られ、順序尺度として適切ではない。また、「明確」、「普通」共に四分位範囲が大きいことから、においの評価の際には個人差が生じやすい尺度であると考えられる。「中年齢層」では「明確」に、「高年齢層」では「最小限界」と「明確」、「普通」に大きなばらつきが見られ、評価の際の個人差に影響が大きいと予測できる。これらの傾向は「若年齢層」とも一致する。特に「高年齢層」では、「最小限界」の示す度合の中央値が他の年齢層よりかなり高くなっている、「高年齢層」では「最小限界」という語を、許容限界の最小値と捉えて高強度に評価した可能性が考えられる。

(6) 南野尺度は、「若年齢層」では「かなり臭う」と「強く臭う」に逆転が見られ、これも順序尺度として適切ではない。また、においの強さの度合として強い側に位置する表現用語が多い。「臭わない」という語は「無臭」よりもわずかながら値が大きく認識されており、両者が完全な同意ではなく、わずかなにおい程度では「臭わない」と評価できると認識されていることがわかる。「臭う」は四分位範囲が大きく、被験者ごとに表現用語への認識にばらつきが大きいことがわかる。「中年齢層」、「高年齢層」では「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、「中年齢層」では「かなり」が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る。「高年齢層」ではさらに低い評価となっていることからも、世代によって徐々に「かなり」が「非常に」という意味で用いられるようになってきたことが推測できる。この傾向は、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<sup>3)</sup>の結果と同じ傾向である。この尺度が用いられたのは1976年頃であり、この時代に被験者だったと考えられる年齢層は、今回の「高年齢層」にこれらの表現用語による構成であっても問題はなく評価が行えたと推測できる。

(7) 大迫尺度については、「若年齢層」では環境省尺度同様に「感じない」から「質がらくに感知できるにおい」までの4つの表現用語で強さの度合は0.04～0.36を示し、においの強さの度合として弱い側に表現用語が偏っている。また、「やや強いにおい」から「極端に強烈なにおい」の間についても同様においの強さの度合として強い側に表現用語が偏っており、この2群の間の中程度のにおいの強さの度合いを表す表現用語が欠けている。大迫らの結果<sup>3)</sup>と比較しても、同様の傾向が見られる。「中年齢層」では「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、いくつか

の語で有意差が見られる。「高年齢層」では、かなり等間隔性が高い傾向にあり、似た言語が使われている阪大尺度と同様の傾向である。ただし、「若年齢層」との比較では有意差はほとんど見られない。

今回検討を行った全ての尺度に共通することとして、においの強さの度合が中程度であることを表す表現用語が採用されていない尺度が多く、また、採用されている場合でも中程度を表す表現用語は被験者ごとの認識のばらつきが大きいことが挙げられる。

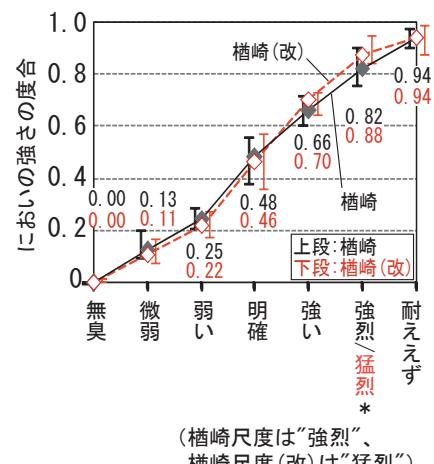


図 5.5 楠崎尺度と楠崎尺度（改）との比較（若年齢層による評価）

図 5.5 は、「若年齢層」被験者にのみ行った楠崎尺

度（改）と樋崎尺度との比較を示す。プロットは中央値で、縦の線分で上端が第3四分位点、下端が第1四分位点を示す。また、図中\*印は、両尺度の対応する表現用語に関するそれぞれの強さの度合の中央値の差についてメディアン検定を行った結果、「強烈」と「猛烈」との間に有意水準5%の有意差が見られたことを示す。尚、他の6つの表現用語の中央値間には有意水準5%以下の有意差は検出されなかった。両者を比較すると、「強烈」より「猛烈」

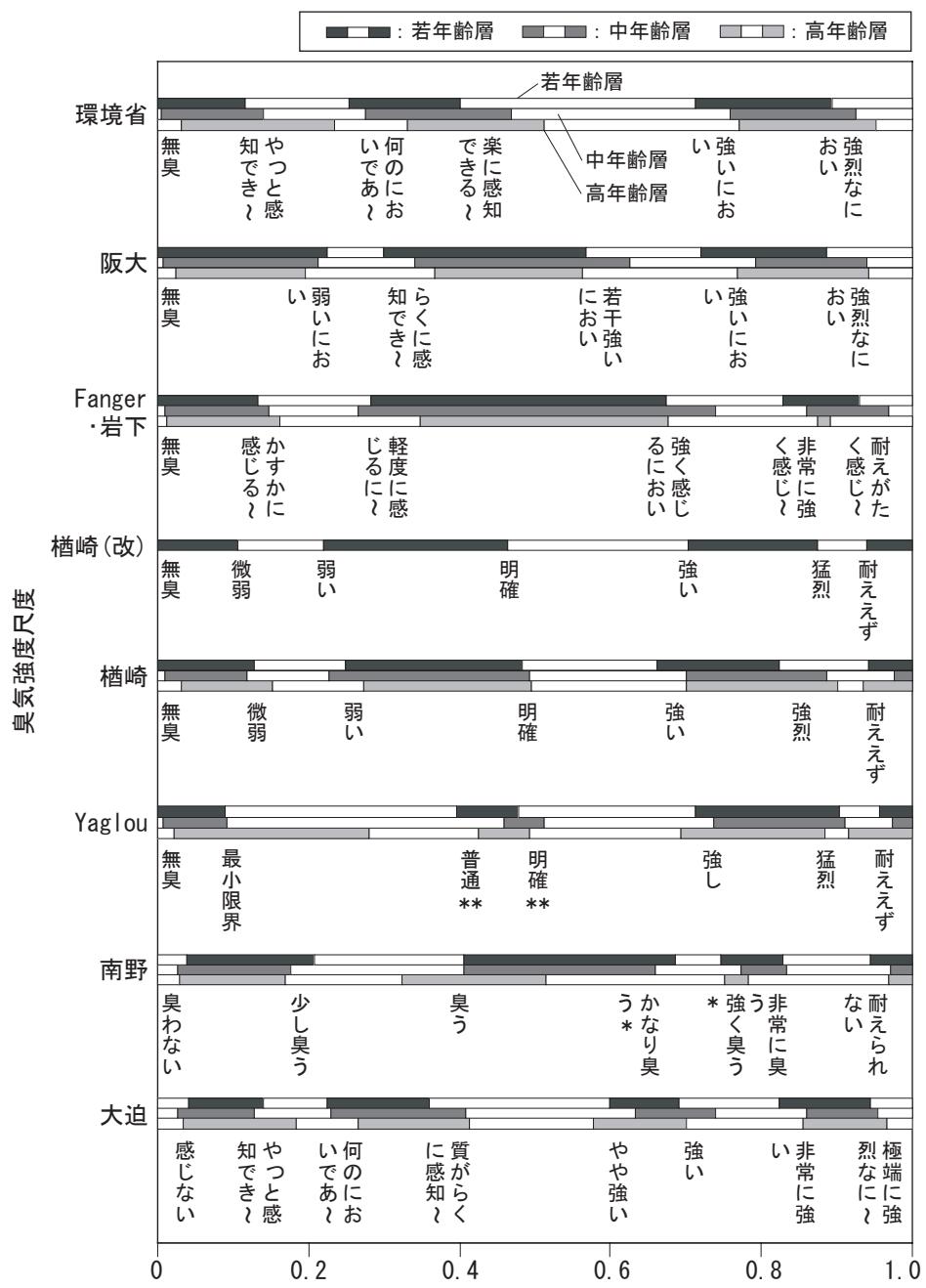


図 5.6 臭気強度尺度間の表現用語間隔の比較

という用語の方がにおいの強さの度合として強い側に認識されていることがわかる。また、メディアン検定により有意差の見られた表現用語以外については両尺度とも同程度の強さの程度値となっており、今回の実験手法での実験結果の再現性が認められる。また、楢崎尺度の方が楢崎尺度（改）より等間隔性が優れている。

図 5.6 にそれぞれの年齢層による臭気強度尺度間の関係を示す。尺度ごとの表現用語の強さの度合（中央値）を比較すると、似た形容である表現用語が示すにおいの強さの度合は、尺度構成用語や尺度の段階数に関わらず近い値を示すことがわかる。例として、「強いにおい」、「強し」、「強く臭う」、あるいは「耐えられない」、「耐えがたく感じるにおい」、「耐ええず」、あるいは環境省尺度と大迫尺度の「やっと感知できるにおい」などが挙げられる。表 5.3 に意味・表現共に近いと考えられる表現用語に関して、「若年齢層」と「中年齢層」では 50 名、「高年齢層」では 14 名の評価間の中央値についてメディアン検定を行った結果について示す。「楽に感知できる」では、「若年齢層」で 3 種の尺度に関してそれぞれ有意な差が見られ、「中年齢層」及び「高年齢層」でも環境省尺度と阪大尺度との間に有意差が見られ、周囲の語に影響を受けやすい表現用語であると考えられる。「強烈」では、「若年齢層」では楢崎尺度のみ他より小さい度合のにおいの強さを示し、有意差が見られるが、これは環境省尺度と阪大尺度では、この語が最大の度合を示す表現用語であるのに対して、

表 5.3 各臭気強度尺度表現用語間のメディアン検定結果

やっと感知できる

何のにおいであるかが分かる弱い

	大迫			大迫		
	若年	中年	高年	若年	中年	高年
環境省	—	—	—	—	*	—

	環境省		
	若年	中年	高年
環境省	—	*	—

弱い

	阪大			楢崎			楢崎(改)		
	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年
阪大	—	—	—	—	—	*	—	—	—
楢崎				—	—		—	—	—

楽に感知できる

	環境省			阪大			大迫		
	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年
環境省	—	—	—	—	*	*	*	—	—
阪大				—	—		—	—	—

明確

	Yaglou			楢崎			楢崎(改)		
	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年
Yaglou	—	—	—	—	—		—	—	—
楢崎				—	—		—	—	—

強烈

	環境省			阪大			楢崎		
	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年
環境省	—	—	—	—	—	—	—	—	—
阪大				—	—		—	—	—

耐えられない

	Fanger			楢崎			楢崎(改)			Yaglou			南野		
	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年
Fanger	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—
楢崎				—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—
楢崎(改)				—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—
Yaglou				—	—		—	—	—	—	—	—	—	—	—

強い

	環境省			阪大			Fanger			楢崎			楢崎(改)			Yaglou			南野			大迫		
	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年
環境省	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
阪大				**	*	*	*	*	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—
Fanger							—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—
楢崎							—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	**	—
楢崎(改)							—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Yaglou							—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	*	—	—
南野							—	—	—	—	—	—	—	*	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—

樋崎尺度にはさらに度合の強い「耐ええず」が用意されているために、相対的に「強烈」の示す度合が小さくなつたものと考えられる。「中年齢層」と「高年齢層」では、樋崎尺度の「強烈」のみ示す度合いが極端に低いという傾向ではないが、検定における有意差は「中年齢層」で環境省尺度—樋崎尺度間と阪大尺度—樋崎尺度間に、「高年齢層」では環境省尺度—樋崎尺度間に見られる。同様に「強い」のいくつかの尺度間でも有意差が見られ、「強い」より度合の強い側に配置される表現用語の個数が1つ或いは複数存在する場合に、複数ある場合の方が、より度合の強い表現用語の影響を受けて「強い」の示す度合が相対的に弱く認識されるものと考えられる。また、「強い」という語に関しては、「中年齢層」では多くの尺度間に有意差が見られており、「中年齢層」では「強い」という語の示す強さの度合は、周辺の表現用語に影響を受けやすい可能性がある。

上記以外については概して有意差は見られず、それぞれの表現用語が被験者に想起させるにおいの強さの度合が、その言語固有の度合通りに被験者に認識され、尺度によらず類似の表現用語が同程度の強さの度合を示すという本実験結果に反映されたと考えられる。

## 2) 快・不快度尺度

快・不快度と快不快の度合の関係を図5.7に示す。実験では、想起すべきにおいの種類についての誘導や教示は行っていないため、被験者は快側の表現用語の評価には快な臭気、不快側には不快な臭気を想起したものと考えられる。図より全ての年齢層で快・不快度は(1)環境省尺度、(2)樋崎尺度、(3)阪大尺度の3種とも非常に等間隔性が高いことがわかる。また、いずれの尺度でも「快でも不快でもない」はほぼ中央にあり、この用語を中心にして他の表現用語はほぼ対称に配置されていることがわかる。但し、(2)樋崎尺度では他の尺度と比べ、表現できる快・不快度の範囲がやや狭い。また、快不快の度合いの範囲が「若年齢層」よりも「中年齢層」、「中年齢層」よりも「高年齢層」の方が広い傾向にあり、尺度の段階数が表現用語間に及ぼす影響は、年齢層によって異なる可能性が示唆された。大迫らの結果と比較すると、環境省尺度の尺度の両端にわずかに違いが見られるものの、環境省尺度、阪大尺度共に非常に近い結果が得られている。

快・不快度尺度間の関係を図5.8に示す。臭気強度と同様に、同一の表現用語はほぼ同じ位置にあることが確認できる。表5.4に意味・表現共に近いと考えられる表現用語間の差異についてメディアン検定を行った結果を示す。環境省尺度と樋崎尺度との関係を除いて有意差は見られず、各表現用語の言語固有の度合が評価結果に概ね反映されたと考える。

## 3) 順序一致率

織田<sup>10)</sup>が述べている様に、尺度を構成する表現用語の順序が、その表現用語が示す程度値の順序通りではない尺度を用いることは、評価を行う被験者の混乱を避けるべきという観点から適切ではないと考える。そこで、本実験結果よりそれぞれの尺度において、全て

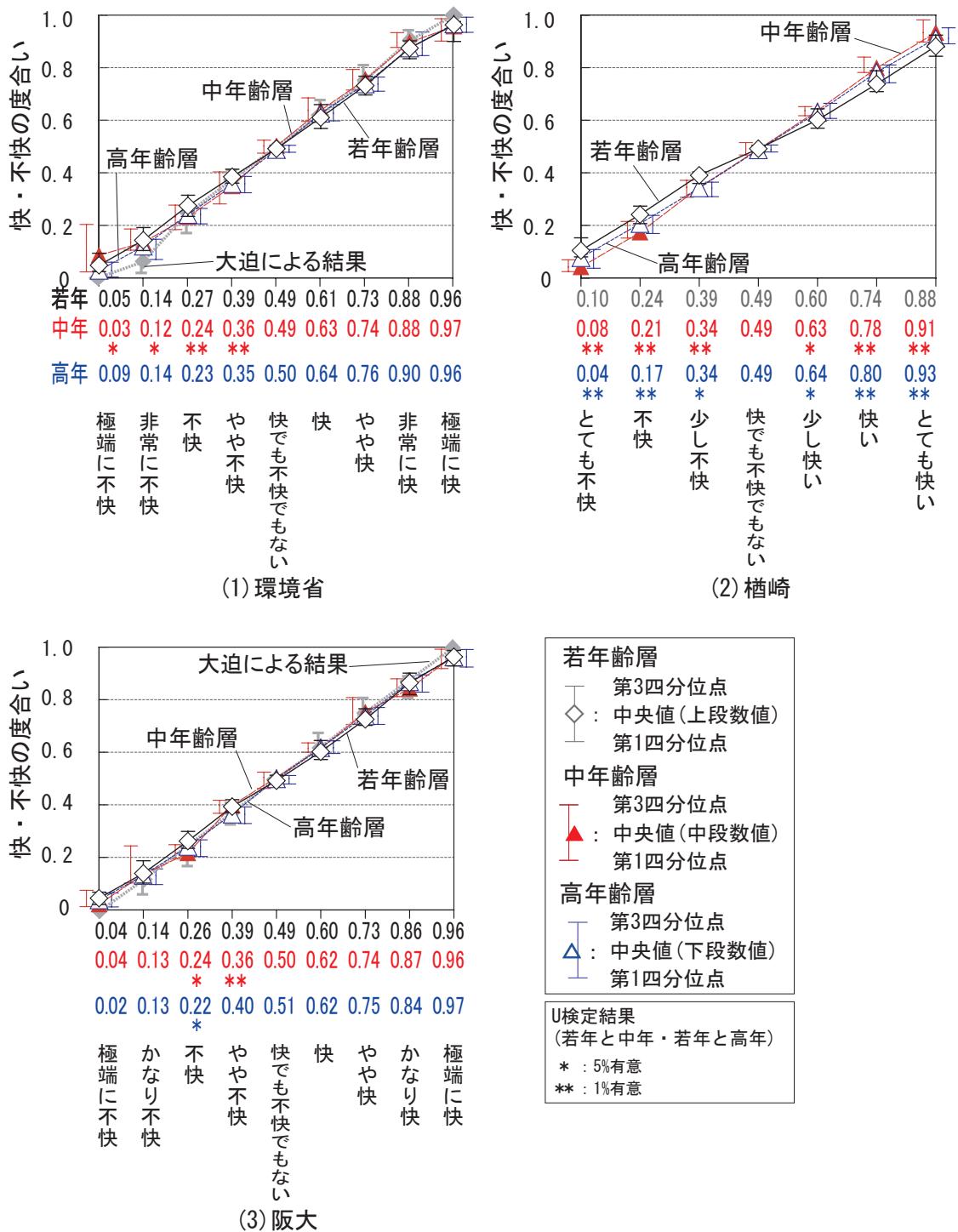


図 5.7 各快・不快度尺度の表現用語が示すにおいの快不快の度合

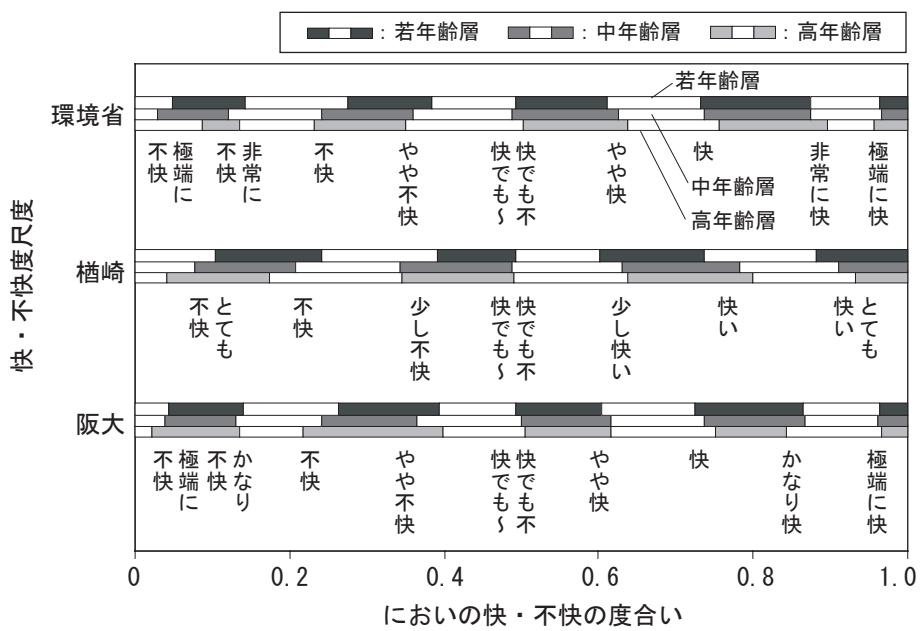


図 5.8 快・不快度尺度間の表現用語間隔の比較

表 5.4 各快・不快度尺度表現用語間のメディアン検定結果

極端に快			やや不快			快でも不快でもない					
	阪大	環境省		阪大	環境省		環境省	横崎	阪大		
若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年
環境省			環境省			環境省			環境省		
一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一
極端に不快			やや快			快					
	阪大	環境省		阪大	環境省		環境省	横崎	阪大		
若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年
一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一	一
快			環境省			環境省			環境省		
	環境省	横崎		環境省	横崎		環境省	横崎	阪大		
若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年	若年	中年	高年
一	**	*	一	一	一	一	**	*	一	一	一
横崎										**	

表 5.5 順序一致率の世代間比較

臭気強度尺度			環境省	阪大	Fanger ・岩下	横崎	Yaglou	南野	大迫	
順序一致率			若年齢層	70%	92%	78%	18%	22%	80%	
			中年齢層	69%	84%	80%	16%	53%	69%	
			高年齢層	79%	64%	57%	21%	36%	43%	
快・不快度尺度			環境省	横崎	阪大					
順序一致率			若年齢層	86%	96%	88%				
			中年齢層	74%	90%	74%				
			高年齢層	57%	86%	50%				

の表現用語の順序がもとの順序と一致した被験者数の全被験者数に対する割合を順序一致率と定義し、各尺度の表現用語の順序に対する被験者の認識について整理した。ただし、表現用語を全く同位置に配置した場合は不一致として取扱った。各尺度に対する順序一致率を表5.5に示す。臭気強度尺度では、「若年齢層」で環境省尺度とFanger・岩下尺度の順序一致率が高いことから、表現用語の順序に対する被験者の混乱を引き起こしにくいと考えられる。一方で、図5.4で表現用語の順序に逆転が見られたYaglou尺度と南野尺度の順序一致率は非常に低い。快・不快度では、全ての尺度が高い順序一致率を示した。「中年齢層」では、臭気強度でFanger・岩下尺度と樋崎尺度が高い一致率を示し、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、「若年齢層」と同様に順序に逆転が生じているためと考えられる。南野尺度は「若年齢層」と比較して高い順序一致率となり、「中年齢層」では中央値で逆転が見られないことと合致する。「高年齢層」では、「中年齢層」よりも全体的にさらに低い順序一致率となっており、年齢層が高くなるほど全般的に順序一致率が低くなるものと思われる。ただし、南野尺度については「中年齢層」で最大となっており、「中年齢層」では「かなり臭う」と「強く臭う」の順序が本来尺度の作成者によって意図された通りに捉えられたためと考えられるが、同様に中央値では本来通りの順序を示した「高年齢層」は低い順序一致率となっており、年齢層が高いほど全般的に順序一致率が低くなる傾向の方が大きく影響したと予測される。全年齢層を通して比較的順序一致率が高かったのは、阪大尺度やFanger・岩下尺度であり、環境省尺度や樋崎尺度、大迫尺度では「高年齢層」での順序一致率の低さが目立った。特に、環境省尺度と大迫尺度に共通して用いられている「やっと感知できるにおい」「何のにおいであるか(が)わかる弱いにおい」「(質が)楽(らく)に感知できるにおい」の3語で逆転が生じる例が多く見られた。樋崎尺度では「耐ええず」を比較的弱い度合いに回答する例が多く見られ、類似語の用いられているYaglou尺度、南野尺度でも同様の傾向が見られたが、Fanger・岩下尺度の「耐えがたく感じるにおい」では不一致の割合は比較的少なかった。快・不快度では「中年齢層」、「高年齢層」共に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、「中年齢層」、「高年齢層」と年齢層が高くなるにつれ、全体的に低い値となる傾向にあるが、樋崎尺度に関しては全年齢層にわたってかなり高い順序一致率を示しており、年代にかかわらず認識のしやすい表現用語によって構成されていることがわかる。

#### 4) 各尺度の環境省尺度への読み替え資料の作成

本節の結果を基に、各尺度を環境省尺度に読み替えるための資料を作成した。表5.6及び表5.7に各臭気強度尺度から環境省の臭気強度尺度へ、表5.8に各快・不快度尺度から環境省の快・不快度尺度へ換算するための式及び表を示す。表は今回設定した年齢層(「若

表 5.6 各尺度から環境省尺度への読替え表（臭気強度尺度）

$$TI = \frac{X_i - I_i}{I_{i+1} - I_i} + i \quad (TI = \text{環境省尺度における換算値})$$

(1) 「若年齢層」の読替え表

$I_i$	$I_0$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$
環境省	無臭	やっと感知できる	何のにおいであるかがわかる弱い	楽に感知できる	強い	強烈な	
	0.00	0.11	0.25	0.40	0.71	0.89	1.00
$X_i$	$i=0$	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$	$i=5$	
阪大	無臭	弱い	らくに感知できる	若干強い	強い	強烈な	
	0.00	0.23	0.30	0.57	0.72	0.89	
Fanger・岩下	無臭	かすかに感じる	軽度に感じる	強く感じる	非常に強く感じる	耐えがたく感じる	
	0.00	0.13	0.28	0.67	0.83	0.93	
Yaglou	無臭	最小限界		普通	明確	強し	猛烈
	0.00	0.09		0.40	0.48	0.71	0.90
楢崎	無臭	微弱	弱い	明確	強い	強烈	耐ええず
	0.00	0.13	0.25	0.48	0.66	0.82	0.94
楢崎(改)	無臭	微弱	弱い	明確	強い	猛烈	耐ええず
	0.00	0.11	0.22	0.46	0.70	0.88	0.94
南野	臭わない	少し臭う		臭う	強く臭う	かなり臭う	非常に臭う
	0.04	0.21		0.41	0.69	0.75	0.94
大迫	感じない	やっと感知できる	何のにおいであるかわかる	質が楽に感知できる	やや強い	強い	非常に強い
	0.04	0.14	0.23	0.36	0.60	0.69	0.94

(2) 「中年齢層」の読替え表

$I_i$	$I_0$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$
環境省	無臭	やっと感知できる	何のにおいであるかがわかる弱い	楽に感知できる	強い	強烈な	
	0.03	0.14	0.28	0.47	0.76	0.92	1.00
$X_i$	$i=0$	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$	$i=5$	
阪大	無臭	弱い	らくに感知できる	若干強い	強い	強烈な	
	0.01	0.21	0.34	0.63	0.79	0.94	
Fanger・岩下	無臭	かすかに感じる	軽度に感じる	強く感じる	非常に強く感じる	耐えがたく感じる	
	0.01	0.15	0.27	0.74	0.86	0.98	
Yaglou	無臭	最小限界		普通	明確	強し	猛烈
	0.01	0.09		0.46	0.51	0.74	0.97
楢崎	無臭	微弱	弱い		明確	強い	強烈
	0.01	0.12	0.23		0.49	0.70	0.98
南野	臭わない	少し臭う		臭う		かなり臭う	非常に臭う
	0.03	0.18		0.41		0.66	0.97
大迫	感じない	やっと感知できる	何のにおいであるかわかる	質が楽に感知できる	やや強い	強い	非常に強い
	0.03	0.13	0.23	0.41	0.63	0.74	0.95

表 5.7 各尺度から環境省尺度への読替え表（臭気強度尺度）

$$TI = \frac{X_i - I_i}{I_{i+1} - I_i} + i \quad (TI = \text{環境省尺度における換算値})$$

(3) 「高年齢層」の読替え表

$I_i$	$I_0$	$I_1$	$I_2$	$I_3$	$I_4$	$I_5$	$I_6$
環境省	無臭	やっと感知できる	何のにおいであるかがわかる弱い	楽に感知できる	強い	強烈な	
	0.03	0.23	0.33	0.51	0.77	0.95	1.00
$X_i$	$i=0$	$i=1$	$i=2$	$i=3$	$i=4$	$i=5$	
阪大	無臭	弱い	らくに感知できる	若干強い	強い	強烈な	
	0.02	0.20	0.37	0.56	0.77	0.94	
Fanger・岩下	無臭	かすかに感じる	軽度に感じる	強く感じる	非常に強く感じる	耐えがたく感じる	
	0.01	0.16	0.35	0.68	0.87	0.89	
Yaglou	無臭	最小限界	普通	明確	強し	猛烈	耐ええず
	0.02	0.28	0.42	0.49	0.69	0.88	0.91
柏崎	無臭	微弱	弱い	明確	強い	強烈	耐ええず
	0.03	0.15	0.27	0.49	0.70	0.90	0.93
南野	臭わない	少し臭う	臭う		かなり臭う	非常に臭う	耐えられない
	0.03	0.17	0.32		0.51	0.75	0.78
大迫	感じない	やっと感知できる	何のにおいであるかわかる	質が楽に感知できる	やや強い	強い	非常に強い
	0.03	0.18	0.27	0.41	0.58	0.70	0.86

年齢層、「中年齢層」、「高年齢層」)別となっており、読替えを行う尺度の表現用語が属する区分(表中の i)に応じて求めた TI 及び TH が、環境省尺度で表現した各尺度の換算値を示す。読替えようとする評価が得られた年代と被験者の年齢から、表内の 2009 年時点ではいずれの年齢層に該当するのかを選択して、読替えを行う。これより、今回取り上げた各尺度で得られた評価から、環境省尺度での尺度表記に読替えることが可能となる。

表 5.8 各尺度から環境省尺度への読み替え表（快・不快度尺度）

$$TH = \frac{Y_i - H_i}{H_{i+1} - H_i} + i \quad TH = \frac{Y_i - H_i}{H_i - H_{i-1}} + i \quad (TH = \text{環境省尺度における換算値})$$

$i \geq 0 \quad i < 0$

(1) 「若年齢層」の読み替え表

$H_i$	$H_{-5}$	$H_{-4}$	$H_{-3}$	$H_{-2}$	$H_{-1}$	$H_0$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$	$H_5$
環境省		極端に不快	非常に不快	不快	やや不快	快でも不快 でもない	やや快	快	非常に快	極端に快	
	0.00	0.05	0.14	0.27	0.39	0.49	0.61	0.73	0.88	0.96	1.00
$Y_i$	$i=-4$	$i=-3$	$i=-2$	$i=-1$	$i=0$		$i=1$	$i=2$		$i=3$	$i=4$
柏崎		とても不快	不快	少し不快	快でも不快 でもない	少し快		快い		とても快	
		0.23	0.24	0.39	0.49	0.60		0.74		0.89	
阪大	極端に不快	かなり不快	不快	やや不快	快でも不快 でもない	やや快		快	かなり快		極端に快
	0.04	0.14	0.26	0.39	0.49	0.60		0.73	0.86		0.96

(2) 「中年齢層」の読み替え表

$H_i$	$H_{-5}$	$H_{-4}$	$H_{-3}$	$H_{-2}$	$H_{-1}$	$H_0$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$	$H_5$
環境省		極端に不快	非常に不快	不快	やや不快	快でも不快 でもない	やや快	快	非常に快	極端に快	
	0.00	0.03	0.12	0.24	0.36	0.49	0.63	0.74	0.88	0.97	1.00
$Y_i$	$i=-4$	$i=-3$	$i=-2$	$i=-1$	$i=0$		$i=1$	$i=2$		$i=3$	$i=4$
柏崎		とても不快	不快		少し不快	快でも不快 でもない		少し快	快い		とても快
		0.08	0.21		0.34	0.49		0.63	0.78		0.91
阪大	極端に不快	かなり不快	不快	やや不快	快でも不快 でもない	やや快		快	かなり快		極端に快
	0.04	0.13	0.24	0.36	0.50	0.62		0.74	0.87		0.96

(3) 「高年齢層」の読み替え表

$H_i$	$H_{-5}$	$H_{-4}$	$H_{-3}$	$H_{-2}$	$H_{-1}$	$H_0$	$H_1$	$H_2$	$H_3$	$H_4$	$H_5$
環境省		極端に不快	非常に不快	不快	やや不快	快でも不快 でもない	やや快	快	非常に快	極端に快	
	0.00	0.09	0.14	0.23	0.35	0.50	0.64	0.76	0.90	0.96	1.00
$Y_i$	$i=-4$	$i=-3$	$i=-2$	$i=-1$	$i=0$		$i=1$	$i=2$		$i=3$	$i=4$
柏崎	とても不快		不快	少し不快	快でも不快 でもない			少し快	快い	とても快	
	0.04		0.17	0.34	0.49			0.64	0.80	0.93	
阪大	極端に不快	かなり不快	不快		やや不快	快でも不快 でもない	やや快	快	かなり快		極端に快
	0.02	0.13	0.22		0.40	0.51	0.62	0.75	0.84		0.97

### 5. 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

#### 5. 3. 1 検臭手法の確認

4章では、ポリエチレンテレフタレート製のにおい袋（容量3L）を用いる手法に替えて、PETボトル法を検証の上、使用した。本章の以降の検臭を伴う実験では、PETボトル法よりもにおい袋を用いた検臭に近い手法を取りながら、かつ省資源で精度が十分であると考えられるサンプリングバッグ（ポリエチレンテレフタレート製：容量10L）から検臭する手法を考案した。具体的な方法としては、容量10Lのサンプリングバッグに臭気を封入して実験者は被験者に試料提示を行う。パネルは検臭時に適宜必要な分量だけサンプリングバッグから臭気を押し出して嗅ぎ、臭気の残ったサンプリングバッグは回収して、別のパネルの検臭に用いるという手法である。この手法では、気体の検臭を行っているという点では、におい袋を押し出して臭気を嗅ぐ場合と行動の内容などほぼ差異はない。但し、鼻あてを用いない分、サンプリングバッグから検臭する場合には、におい袋（9mm）とサンプリングバッグ（6mm）の口径が異なる点で、臭気の吹出し量の差異として評価に影響を及ぼす可能性はある。

コスト面から見ると、単純に袋を単数回利用した場合でも、14名以上のパネルに同臭気を提示するのであれば、におい袋を用いるよりもサンプリングバッグ（10L）の利用は有利である。また、パネル数分のにおい袋への注射器を用いた原臭の希釀作業という準備の観点からみても、準備すべき袋の数を減らすことができ、作業効率の向上が見込める。さらに、サンプリングバッグは、におい袋よりも厚さがあり丈夫である為、同種同濃度の臭気提示に対して繰り返し利用を見込めるため、袋の廃棄量削減にも効果がある。

そこで、サンプリングバッグを用いた検臭手法を用いるに当たって、におい袋から検臭した場合との間に評価の差異の程度について検証を行った。

実験では、n-butanolを水中濃度で10ppm、100ppmに調整した2種のにおいを用意し、それぞれのヘッドスペースの臭気をにおい袋（3L）とサンプリングバッグ（10L）とに封入して、計4条件の臭気試料を作成し、パネル17名（男性7名、女性10名：21～25歳の学生）に対して提示して、臭気強度、快・不快度、許容の可否について評価させた。尚、本実験では、におい袋、サンプリングバッグ共に鼻あては使用せず実験を実施した。

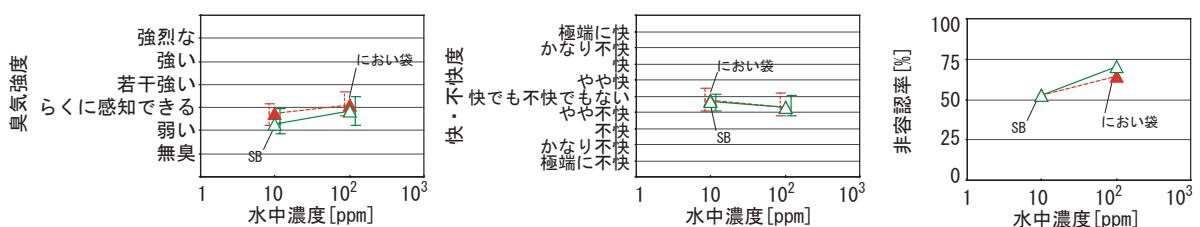


図 5.9 水中濃度と臭気強度、快・不快度、非容認率との関係  
(におい袋検臭とサンプリングバッグ検臭の比較)

結果を図5.9に示す。図の横軸は臭気の水中濃度、縦軸はそれぞれ左から臭気強度、快・不快度、非容認率であり、臭気強度と快・不快度に関しては、プロットは中央値、線分の下端は第一四分位点、上端が第三四分位点を示す。各プロットは、▲がにおい袋による結果、△がサンプリングバッグによる結果を示す。臭気強度と快・不快度については、におい袋ーサンプリングバッグの評価間にマンホイットニーのU検定を行ったが、いずれにも有意差は確認できなかった。どちらの手法も袋内臭気を押し出して嗅ぐ形式であったため、評価に及ぼす影響はほぼないと考えることができる。

### 5.3.2 実験概要

試料臭気として、欧州で用いられることが多い1-butanol(n-butanol)を採用した。また、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、表5.9の水中濃度に調整した各液体試料のヘッドスペースの臭気を採取してサンプリングバッグ(容量10L)に封入し、提示試料とした。表には、ラウールの法則に基づき算出したヘッドスペースの気中濃度換算値を併記する。尚、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であり、ある温度の溶液の蒸気圧Pは、純溶媒の蒸気圧P0で次のように表わされる。

$$P = P_0 \times x \quad (x: \text{溶媒のモル分率})$$

実験は、2008年12月9日～2009年1月23日にステンレスで内装した実験室にて実施した。実験室には換気設備が無いため、南北の窓を100mm程度ずつ開けて十分に換気を行い、

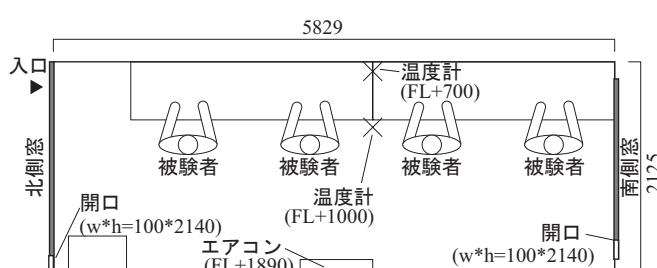


図5.10 実験室平面

表5.9 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



図5.11 スケジュール

表5.10 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 櫛崎 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 櫛崎	環境省



図 5.12 カード尺度

[1]においの強さについて お答え下さい
無臭
やっと感知できる
何のにおいであるかがわかる弱いにおい
楽に感知できるにおい
強いにおい
強烈なにおい

図 5.13 傍記なし尺度

[1]においの強さについて お答え下さい
0：無臭
1：やっと感知できる
2：何のにおいであるかがわかる弱いにおい
3：楽に感知できるにおい
4：強いにおい
5：強烈なにおい

図 5.14 数字傍記尺度

実験時は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°C の範囲、相対湿度が 15 ~ 52% の範囲であった（図 5.10）。パネルは本学学生（20 ~ 22 歳、男子 4 名、女子 10 名）計 14 名とし、図 5.11 の様なスケジュールで 1 日につき各パネル 1 ~ 2 回の主観評価実験を行った。検臭には鼻あては使用せず、押し出した臭気を吸引する手法とした。試料の提示順は各回各パネルで順不同とし、パネルに試料の内容に関する情報は与えなかった。

評価項目は表 5.1 及び表 5.2 に示すもの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、前節で言語イメージのみの表現用語間に逆転がみられた 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 5.10）。「カード尺度」とは、図 5.12 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保障されない。「傍

記なし尺度」とは、図 5.13 の様に表現用語群が尺度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 5.14 の様に「傍記なし尺度」の表現用語に数字が傍記され、表現用語間の等間隔性が想起されやすいと考えられる。

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、適切な報酬を支払った。

### 5.3.3 水中濃度と各評価との関係

図 5.15 に水中濃度と各臭気強度評価との関係を示す。図の横軸は 1-butanol の水中濃度、

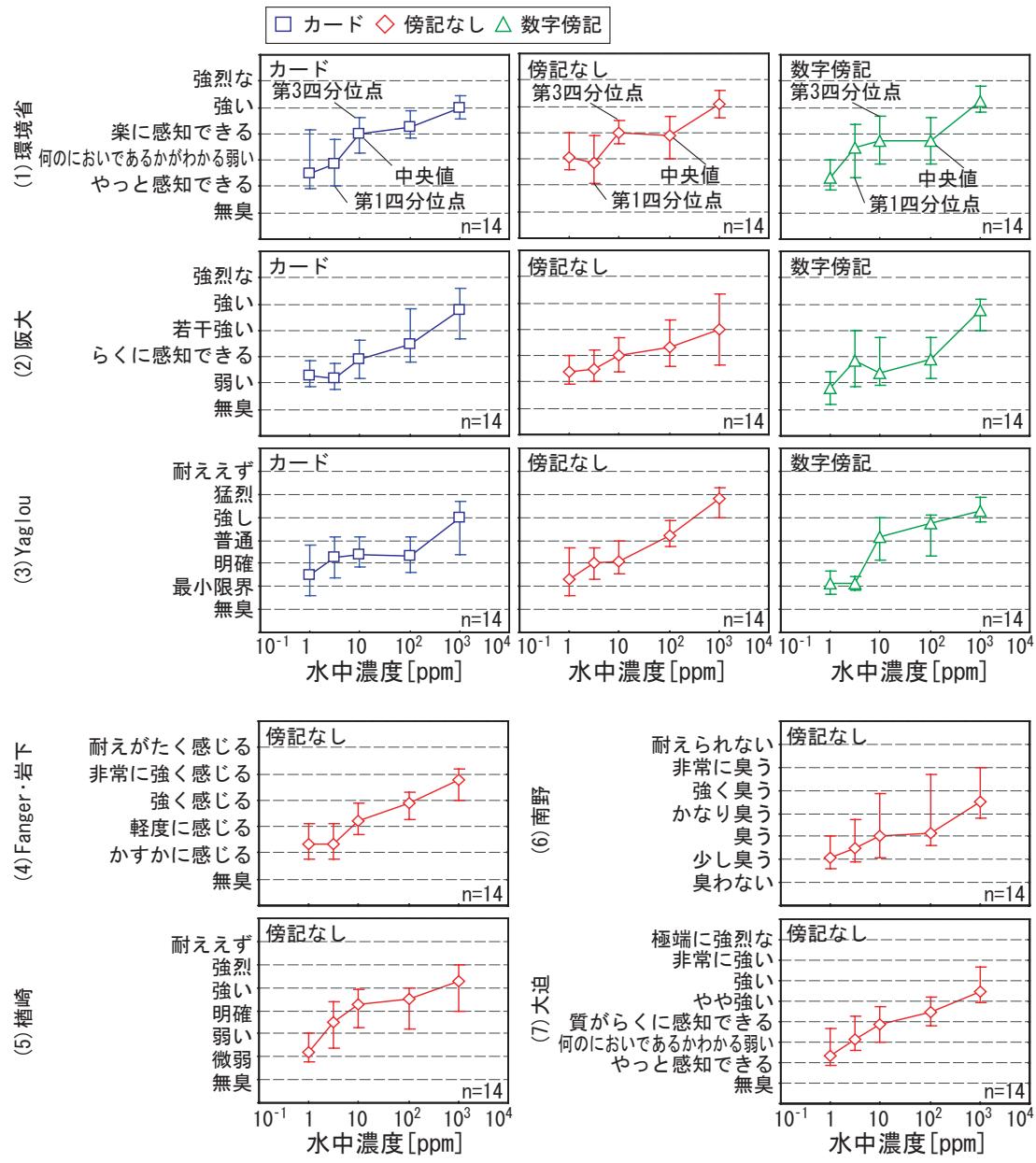


図 5.15 濃度と各臭気強度尺度との関係

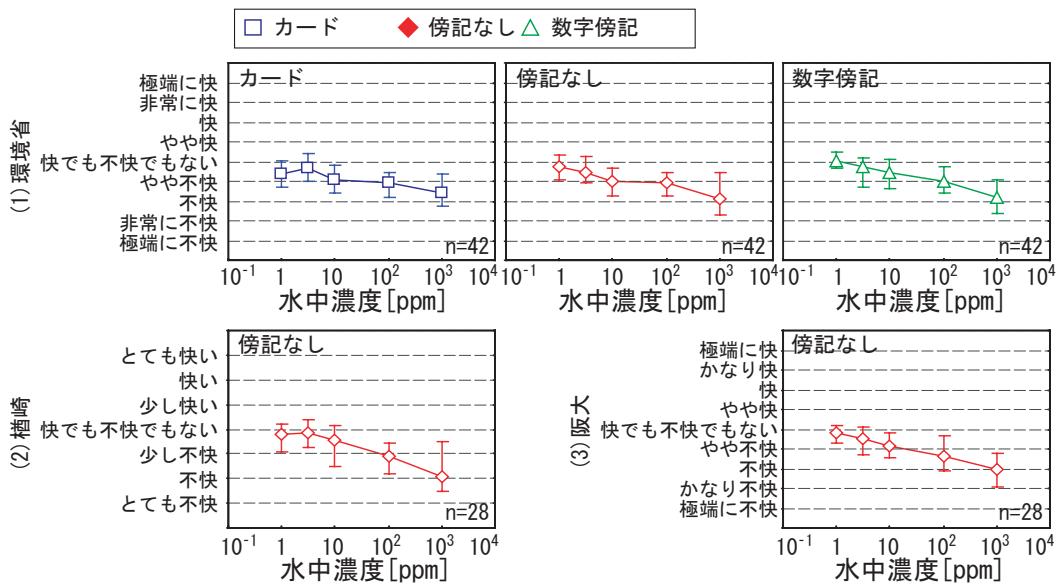


図 5.16 濃度と各快・不快度尺度との関係

縦軸は臭気強度であり、プロットは14名の評価の中央値、上下の線分で第3、第1四分位点を示す。全ての臭気強度尺度で水中濃度が高くなるほど臭気強度が高く評価されることがわかる。各尺度の特徴をみると、高濃度での評価のばらつきが(1)環境省尺度では小さく(2)阪大尺度では大きい。また、(4)Fanger・岩下尺度、(5)樋崎尺度及び(7)大迫尺度では全ての濃度で評価のばらつきが比較的一様で、水中濃度に対する中央値の分布も直線的である。(6)南野尺度では、「臭う」付近と「非常に臭う」付近で評価の二極化が見られ、ばらつきが非常に大きい。

図5.16に水中濃度と各快・不快度評価との関係を示す。プロットは(1)環境省尺度では14名による3回の42個の評価の中央値、(2)樋崎尺度と(3)阪大尺度では14名による2回の28個の評価の中央値を示す。すべての快・不快度尺度で水中濃度が高くなるほど快・不快度が低く評価されることがわかる。各尺度とも比較的評価のばらつきは均一で、水中濃度に対する中央値の分布も直線的である。

### 5.3.4 系列範疇法に基づく表現用語間隔の把握

#### 1) 各尺度の特性

各尺度の特性をより顕著に把握するため、表現用語間隔の導出のために一般的に用いられることが多い系列範疇法<sup>4)</sup>を用いて各表現用語間隔を算出した。図5.17及び図5.18は臭気強度尺度における表現用語と系列範疇法による算出値との関係を示す。横軸は順序尺度である各臭気強度尺度の表現用語、縦軸は系列範疇法による算出値を示し、点線は、前節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ものである。重ねる際には、それぞれの手法で得られた検臭結果に基づく各

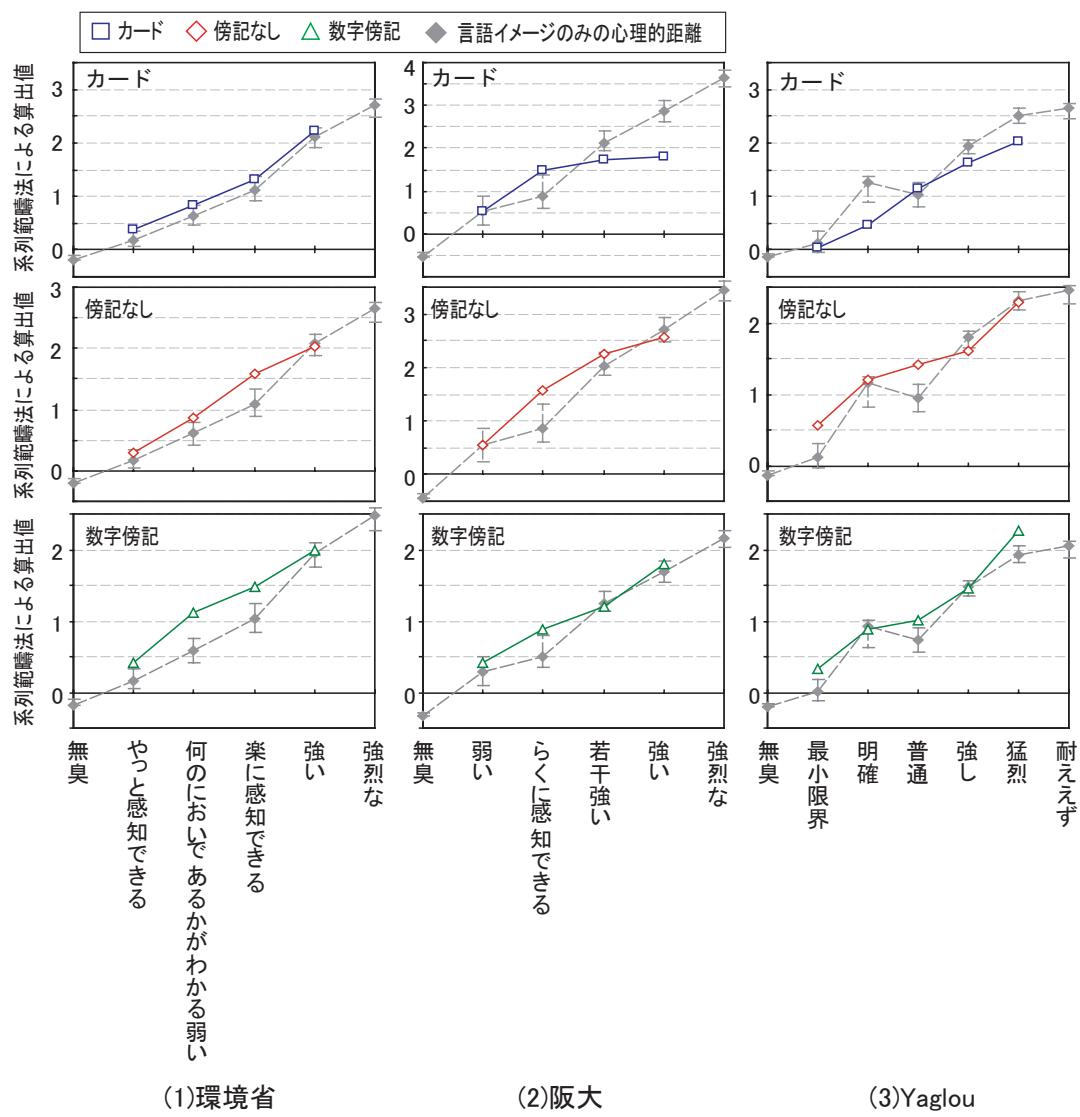


図 5.17 系列範疇法に基づく臭気強度尺度の表現用語間隔

算定値と元の順序尺度との関係について、本節の実験により得られた各尺度の第一カテゴリー語の算定値と最大カテゴリー語の算定値とを、図 5.3 及び図 5.4 の「若年齢層」の評価における第一カテゴリーの値及び最大値と合うように図 5.3 及び図 5.4 の縦軸を調整して重ねた。「傍記なし尺度」同士（図中◇プロット）で比較すると、(1) 環境省尺度や (4) Fanger・岩下尺度でプロットが直線上にあり、等間隔性が高いと言え、前報の傾向とは異なる。対して (2) 阪大尺度や (5) 楠崎尺度、(6) 南野尺度では低強度の表現用語で間隔が広く、高強度の表現用語で間隔が狭い傾向にある。これらは、5.3 節で示された臭気提示を伴わない表現用語間隔の傾向と異なる。(3) Yaglou 尺度では、「明確」から「強し」までの間隔が狭い。尺度表現用語の順序を規定して間隔の把握を行うという系列範疇法の手法上、表現用語の示す程度値の逆転は反映できないため、5.3 節の (3) Yaglou 尺度や (6)

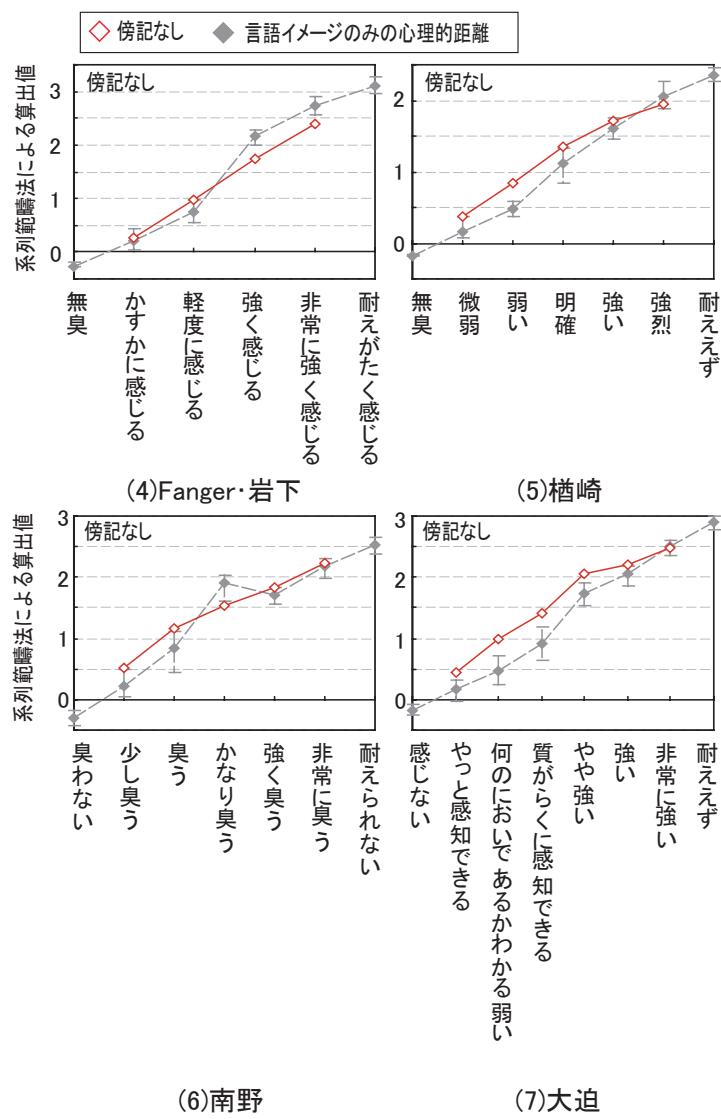


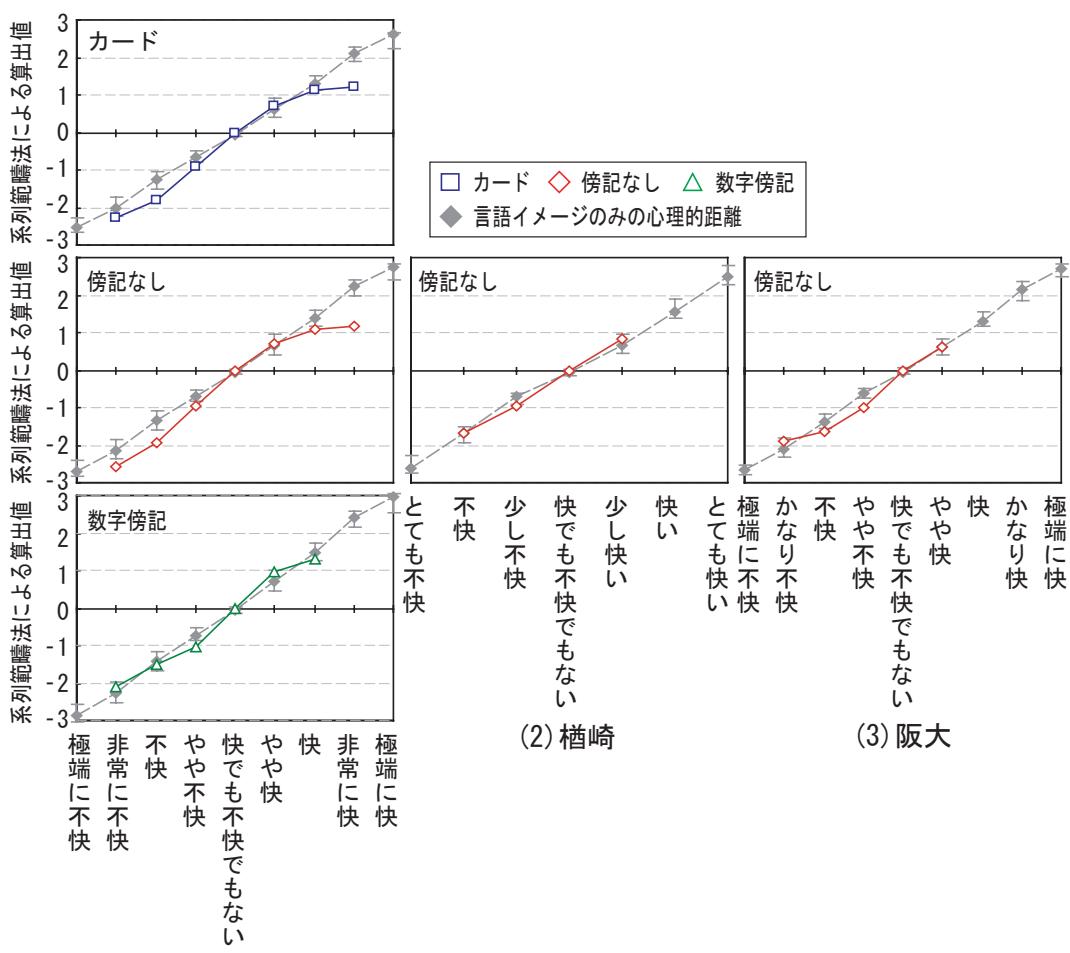
図 5.18 系列範疇法に基づく臭気強度尺度の表現用語間隔

南野尺度で見られた逆転箇所と傾向が異なる。

図 5.19 は同様の関係を快・不快度について示したものである。点線は、5.3 節で明らかにした臭気提示なしの場合の表現用語間隔である。図を重ねる手法としては、中庸のカテゴリ一語の算定値と最も不快側カテゴリ一語の算定値を、図 5.7 の対応する語の示した値と合うように図 5.7 の縦軸を調整して本節で得られた結果に重ねるという手法を用いた。ここでは、(1) 環境省尺度と (3) 阪大尺度とは不快の程度の大きい「極端に不快」に近いほど間隔が狭い傾向にある。(2) 楢崎尺度では等間隔性が高い。5.3 節では両端の表現用語も含めて等間隔性は高い傾向が全尺度で得られたが、本実験結果はそれとは異なる。

## 2) 尺度提示方法が評価に及ぼす影響の検討

本節では図 5.17 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



(1) 環境省

図 5.19 系列範疇法に基づく快・不快尺度の表現用語間隔

臭気強度尺度の提示手法（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。カード尺度の（1）環境省尺度では低強度、（2）阪大尺度では高強度の表現用語で間隔が狭い傾向がみられるが、傍記なし尺度や数字傍記尺度ではそれらの間隔が等間隔に近づくことがわかる。逆に（3）Yaglou 尺度では、カード尺度の方が他の二提示方法よりも等間隔となった。

同様に快・不快度に関して図 5.19 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、三種の提示方法共にほぼ傾向は一致し、この尺度では提示方法による表現用語間隔への影響は見られない。

### 5.3.5 新表現用語間隔導出法（最大相関係数法）の提案

尺度の表現用語間隔算出の手法として、前項で用いた系列範疇法<sup>4)</sup>が広く用いられるが、この手法は順序尺度であることが前提となっており、表現用語順序の逆転がみられる場合には適用は適切ではないとも考えられる。そこで、以下の手法を考え、今回の検臭に対する

る評価に適用し、手法の妥当性について確認した。

手法の仮定条件は、濃度の対数－臭気強度関係が Weber-Fechner 則に従うことである。この場合、両者の関係は線形関係になると考えられる（図 5.20）。しかし実際の主観評価実験結果を濃度の対数－臭気強度関係について表現すると、両者の関係は完全に線形となるとは限らない。この理由にはパネル固有の評価傾向の影響等も考えられるが、主因を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従って濃度の対数－臭気強度関係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、実験結果より濃度の対数－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、臭気強度尺度では、第 1 カテゴリーと最大カテゴリーに固定値を与える、その間のカテゴリーを示す値を変数として、濃度の対数－臭気強度関係の積率相関係数を最大にする変数を準ニュートン法により算出した（以下、最大相関係数法と呼ぶ）。快・不快度では、中庸を示すカテゴリーに固定値を与える他は臭気強度の場合と同じである。

### 1) 各尺度の特性

図 5.21 及び図 5.22 は最大相関係数法により算出された臭気強度尺度における表現用語と算出値との関係を示す。横軸は順序尺度である各臭気強度尺度の表現用語、縦軸は算出値を示し、点線は図 5.3 及び図 5.4 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ものである。重ねる手法は前項と同様に、本節の実験により得られた各尺度の第一カテゴリー語の算定値と最大カテゴリー語の算定値とを、図 5.3 及び図 5.4 の「若年齢層」の評価における第一カテゴリーの値及び最大値と合うように図 5.3 及び図 5.4 の縦軸を調整して重ねた。「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) 環境省尺度と (2) 阪大尺度では低強度に表現用語が多くみられる。(3) Yaglou 尺度では 5.3 節で得られた結果と同様の箇所に逆転がみられ、(6) 南野尺度では「強く臭う」が「臭う」よりも低強度と算出された。(5) 楠崎尺度と (7) 大迫尺度は比較的等間隔性が高く、5.3 節の臭気提示なしの場合の評価とも近い。

図 5.23 は臭気強度の場合と同様に快・不快度についても不快側に限定すれば臭気の濃度との間に Weber-Fechner 則が成立するとして、快側の評価を除いて最大相関係数法により算出された快・不快度尺度における表現用語と算出値との関係を示したものである。点線で、図 5.7 で得られた言語イメージのみの場合の評価を示した。図を重ねる手法として

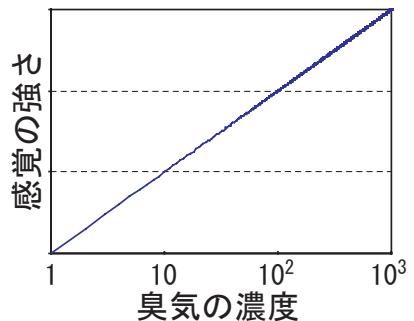
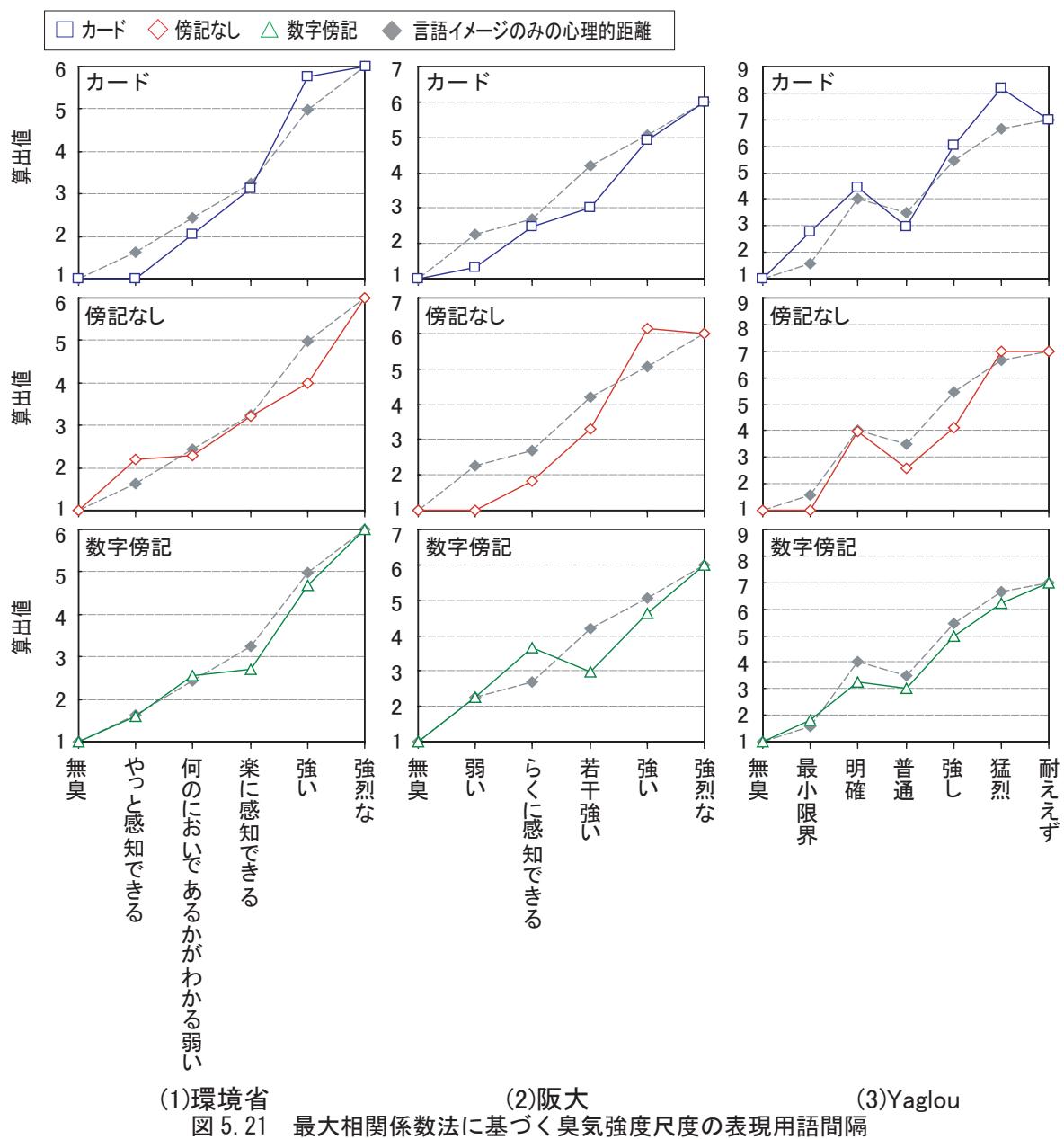


図 5.20 Weber-Fechner 則



は、前節同様に、中庸のカテゴリー語の算定値と最も不快側カテゴリー語の算定値を、図 5.7 の対応する語の示した値と合うように図 5.7 の縦軸を調整して本節で得られた結果に重ねた。「傍記なし尺度」の尺度間を比較すると、(2) 楠崎尺度と (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」で算出値が非常に低く見えるが、これは「極端に不快」の評価の個数が 2 個と少なく、かつ非常に高い評価であったため、比較用の図 5.7 のプロットが異常に高い「極端に不快」評価に合わされる形で表記され、「非常に不快」評価と「不快」評価が外れている様に見えてしまったものである。本来は、「快でも不快でもない」から「非常に不快」辺りに比較用の図 5.7 のプロットが引かれるべき

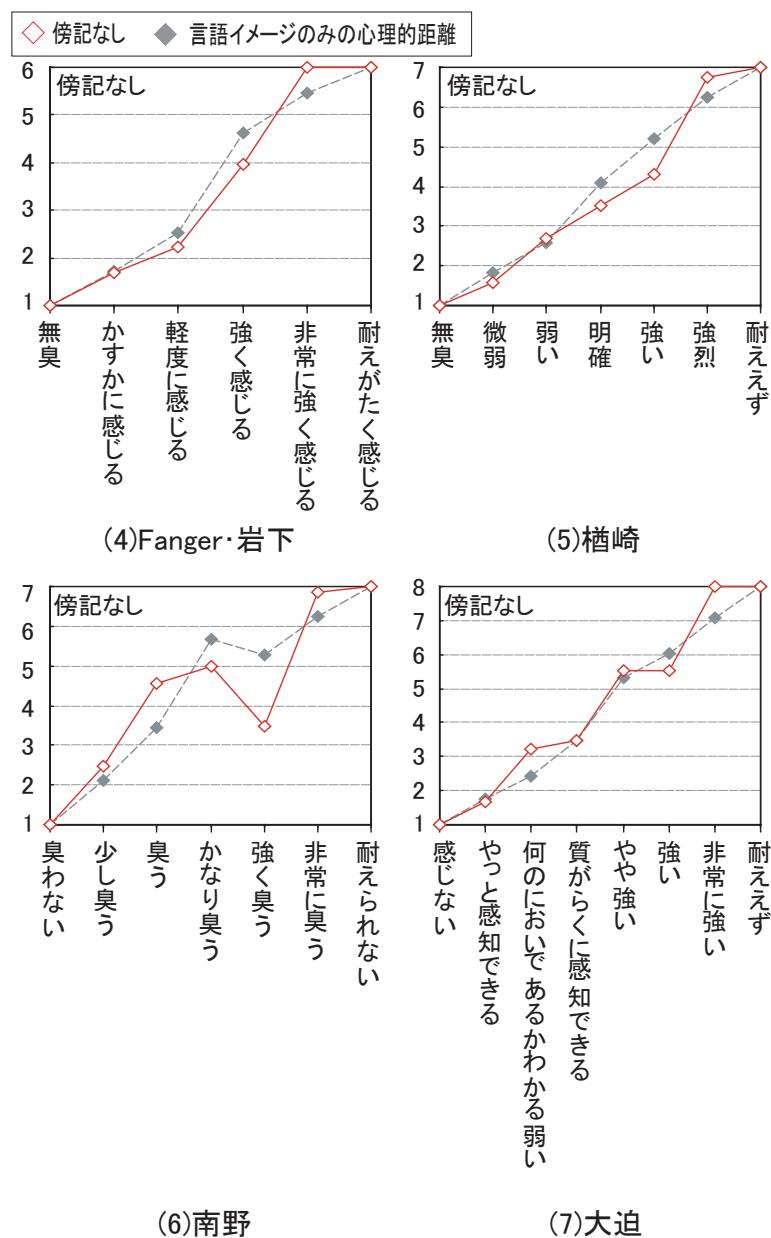


図 5.22 最大相関係数法に基づく臭気強度尺度の表現用語間隔

であり、検臭ありの場合の結果と 5.3 節で得られた結果間について、「快でも不快でもない」と評価数の少ない「極端に不快」とを合致させる形で表記することとした手法の問題である。

## 2) 尺度提示方法が評価に及ぼす影響の検討

本節では図 5.21 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。(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

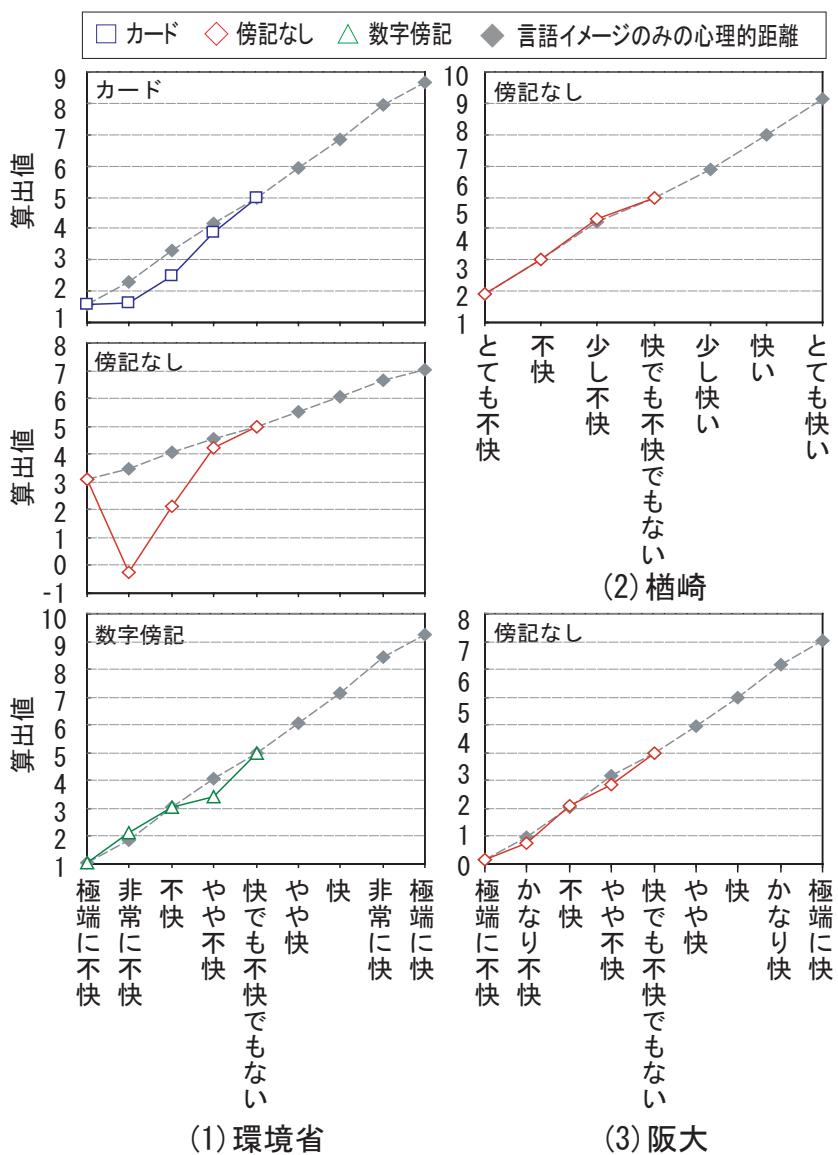


図 5.23 最大相関係数法に基づく快・不快尺度の表現用語間隔

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 5.3 節で得られた結果と同様に「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るが、他の提示方法に比べて等間隔が高い傾向が見られた。

同様に快・不快度に関して図 5.22 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にあった。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。

### 5. 3. 6 最大相関係数法の妥当性

本論文で新しく提案した最大相関係数法は、簡便さと順序尺度を仮定条件に持たない点が優れた手法であり、実際に Yaglou 尺度の「明確」と「普通」の程度の逆転が再現できた。しかし、南野尺度では「強く臭う」が「かなり臭う」より低い程度となる逆転は再現したもの、「臭う」よりも低い程度となり、十分に表現できているのかは不明である。

本節の3種の尺度提示手法のうち、言語イメージのみの実験(2.2)と最も近いと思われるカード尺度について、系列範疇法(図 5.17、18、19)と最大相関係数法(図 5.21、22、23)の結果を比較すれば、尺度の両端が表記できる点と、用語が示す程度の逆転の再現を含めた尺度の持つ性質の傾向を再現できている点で、最大相関係数法は優れていると考えられる。一方で問題としては、各表現用語の評価数がそれぞれ十分な数だけなければ、それだけ信頼性の低い表現用語間隔しか算出できないことが挙げられ、この点は系列範疇法でも抱える問題である。とりわけ最大相関係数法は、評価数の多寡にかかわらず表現用語間隔の算出が可能であり、算出手順上で評価数を目にしないまま結果に到達できるという点で、間隔の算出に当たっては評価数をよく確認し、注意する必要がある。

### 5. 4 本章のまとめ

本章で得られた成果をまとめると以下の通りである。

- 1) 既存の8種類の臭気強度尺度について、言語イメージのみの表現用語間隔に対して基本的特性と順序一致率の観点から各尺度の特徴を把握した。Yaglou 尺度と南野尺度では、一部表現用語間に本来の順序と逆転して認識された。また、尺度間比較では、概して類似した表現用語は言語的に固有のにおいの強さの度合通りに被験者に認識される傾向が見られた。但し、中程度を示す語については周囲の影響を受ける可能性が示唆された。
- 2) 既存の3種類の快・不快度尺度について、言語イメージのみの表現用語間隔に対して基本的特性と順序一致率の観点から各尺度の特徴を把握した。快・不快度尺度はいずれも等間隔性が高く、いずれの尺度でも「快でも不快でもない」がほぼ中央であった。

尺度段階数の少ない階級尺度では表現できる快不快の度合が狭い傾向が見られた。

- 3) 各尺度から環境省尺度への読み替えを行うための資料を作成し、既往研究のデータを環境省尺度に換算することを可能にした。
- 4) 言語イメージのみに基づく表現用語間隔を中年齢層、高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、南野尺度で年齢層による表現用語の逆転の有無に違いが見られた。
- 5) 新たな間隔算出手法として最大相関係数法を提案した上で、この手法を用いて臭気提示を伴う場合の各尺度の特性について明らかにし、提案法が簡便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。
- 6) 三種の尺度提示方法による評価結果の比較を行い、尺度の提示方法が評価に影響を及ぼす可能性が示唆された。

測定時の物差したる言語評定尺度は、その表現用語の構成によって言語的意味のみに基づく程度の度合いも、実際の評価の際に提示された尺度に対する表現用語間隔の認識も異なることがわかった。においの評価を行う対象によって、閾値付近を詳細に評価の差異を調べたい場合や、広い濃度領域のにおい評価を得たい場合など、構成される表現用語が異なる尺度が今後も作られ、用いられる可能性は大いにある。この場合には、必ずその尺度の持つ性質として、表現用語間隔の明示を行うべきである。

また、評価時の尺度提示方法による表現用語間隔認識には今後より一層の注意を払う必要があると思われ、少なくとも実験概要には評価に用いた尺度の提示方法まで明記すべき

## 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, 山中俊夫, 甲谷寿史：建築材料から発生するにおいの心理評価（その2）木材、畳、コンクリートのにおいに関する検討、日本建築学会大会学術講演梗概集, D-2, pp. 951-952, 2002
- 3) 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の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
- 4) 田中良久：心理学的測定法 第2版、東京大学出版会, 1977
- 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) 木村建一, 田辺新一, 小峯裕己, 杉浦正二, 岩田利枝, 土井晋：喫煙空間の空気環境に関する実験研究、その2. 人間の臭気強度・不満足率に基づく必要換気量の試算、空気調和・衛生工学会学術講演論文集, pp. 669-672, 1988

- 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) 山下俊雄, 矢野隆, 小林朝人: 騒音のうるささの尺度構成に関する実験研究, *日本音響学会誌*, 50巻, 3号, pp. 215-216, 1994
- 10) 織田揮準: 評定尺度構成に関する研究(II), *名古屋大學教育学部紀要 教育心理学科*, pp. 89-104, 1969
- 11) 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
- 12) 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
- 13) B. Berg-Munch, G. Clausen, P. O. Fanger: Ventilation requirements for the control of body odor in spaces occupied by women, *Environment International*, Vol. 12, pp. 195-199, 1986
- 14) 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
- 15) 楠崎正也: 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
- 16) C. P. Yaglou, E. C. Riley, D. I. Coggins: Ventilation Requirements, *ASHVE Transaction*, 42, pp. 133-162, 1936
- 17) 楠崎正也: 喫煙と室内空気汚染, *空気清浄*, 第14巻, 第4号, pp. 12-22, 1976
- 18) 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
- 19) 平石年弘, 楠崎正也, 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
- 20) 岩下剛, 木村建一, 吉沢晋, 池田耕一, 田辺新一, 土井晋, 佐藤友昭: パネルの不快者率に基づく必要換気量・知覚空気汚染の予測と臭気強度スケールの検討, *空気調和・衛生工学会学術講演会講演論文集*, pp. 785-788, 1989

## 第6章 建築材料のにおい評価構造の把握

### 6. 1 はじめに

これまででは、嗅覚測定法に係る数々の評価への影響要因のうち大きいと思われるものを取り上げて、嗅覚測定法の精度向上を目的とした検討を行ってきた。本章では、においの主観評価を行う上での評価の側面たる評価項目がどのような性質を持ち、互いにどのような関係にあるのかについて把握することで、においの主観評価のメカニズムを把握し、主観評価実験を行う際の基礎資料とすることを目的とする。また、においの濃度測定に用いられる三点比較式臭袋法は、比較的精度が安定しつつあるものの、手順上の実験者側への負担は比較的大きいことから、三点比較式臭袋法の様な繰返し検臭を要する手法による環境評価を、単発的な検臭による主観評価を基にした環境評価で代用できれば、測定の簡易化の観点から有意義であるので、その可能性についても検討する。

これまでの章でも述べている様に、生ゴミや排水口、便所の臭気だけではなく、建材臭や調理臭など、様々な性質をもつにおいが比較的閉ざされた空間内に多様に存在する建築内におい環境の是非の評価については、日本建築学会での規準<sup>1)</sup>でも定められている様な、においの濃度、臭気強度、または非容認率のみならず、においの質から判断される評価が最終的なにおい環境の評価に及ぼす影響も大きいと考えられる。つまり、大迫ら<sup>2)</sup>が述べている様に、においの評価は、心理的な影響を受けないにおいの強さの評価だけではなく、においの質に対する主観評価によっても左右されると考えられ、それらが総合的に評価された上で最終的なにおい環境評価が行われると考えられる。そのため、心身ともに健康に過ごすためのにおい環境制御を目的とすれば、濃度や臭気強度によるにおい環境評価だけではなく、においの質に基づくにおい環境評価に対する検討も必要であり、さらに最終的なにおい環境評価に対して上記の二種類の評価が及ぼす影響を明らかにすることも必要と考えられる。

建築内に関するにおいの濃度や強度を扱う研究は過去も多数行われており、例えば樺崎ら<sup>3)</sup>による体臭の研究や長島、南野ら<sup>4)</sup>によるタバコ臭、平石ら<sup>5), 6)</sup>による尿尿臭、タバコ臭、香水についての研究、光田ら<sup>7)</sup>による生ごみ臭に対する研究などが挙げられ、悪臭関連ではにおいの濃度と強度評価や快不快に関する評価、容認性に関する検討がなされている。

また、悪臭以外でも、生活空間で在室者が曝される時間が長いと思われる建築材料から発生するにおいは重要であると考えられ、Knudsen<sup>8)</sup>らにより床材や壁紙材、シール材等について濃度と容認性の関係が調査されている。平間ら<sup>9)</sup>も木質建材とビニル壁紙について

臭気強度と快・不快度の関係を検討している。

一方で、においの質に対しては、吉田<sup>10)</sup>によるにおい質に基づく有香化学物質の分類や、斎藤ら<sup>11)</sup>による環境臭気におけるにおい質評価のための記述語の検討が挙げられる。特に斎藤らは、におい評価に対しては、複数の記述語によるにおいの質の評価を行うことが重要であり、これらと併せて臭気濃度、強度、快不快に関する評価、身体部位の不快感を表す項目の計測により、臭気の心理評価を総合的に行うべきであると述べている。におい評価の一尺度としての嗜好性については、良いにおいにも悪いにおいにもなり得る臭気を対象とする場合には、3.6節で取り上げた様に、その臭気への嗜好が快不快に影響を及ぼす可能性があるため、今回の建材臭について嗜好性に関する検討の必要があると考える。また、いくつかの形容詞対で代表して評価するにおいの印象についても検討が必要であろう。本章で扱う建材臭に関しては、においの強さ、快適性、容認性のみならず、嗜好性や印象についても含めて検討することとする。

これらを踏まえて、本章では生活空間でのにおい環境評価を想定し、建築材料から発生するにおいを取り上げて、濃度をパラメータとした主観評価実験を行い、その中でにおいの強さ、快適性、嗜好性、におい質に対する印象、容認性という既往の研究<sup>12)</sup>より得られているにおいの主観評価を構成すると考えられる5つの側面について、それぞれの側面が臭気の濃度とどのような関係にあるかを把握し、各主観評価の相互関係を検討した上で、それらの主観評価構造を明らかとすることを目的とする。さらに、冒頭で述べた濃度や臭気強度に基づく評価とにおい質に対する評価とがそれぞれ総合的なにおい環境評価に及ぼす影響度合についても明らかにし、建築材料の種類とそのにおいの濃度が既知である場合に、そのにおいの主観評価が予測できる指標の確立を目指す。また、手順が測定初心者には比較的敷居が高いと思われる三点比較式臭袋法による濃度の測定を行わずに、直接主観評価を得た結果からどの程度の濃度に制御すれば適切なにおい環境が実現できるのかを表

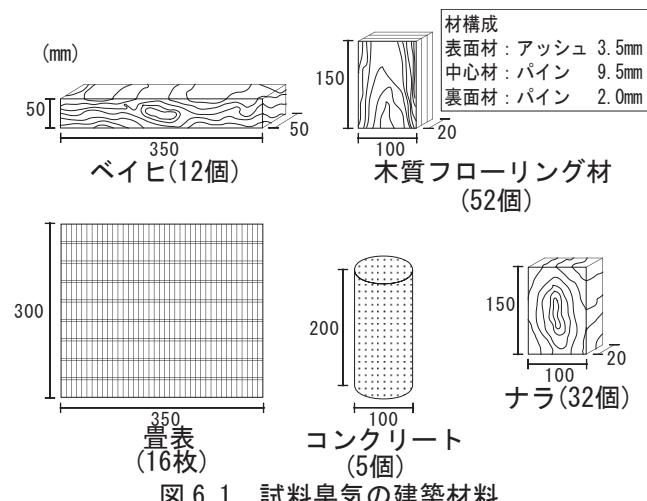


図 6.1 試料臭気の建築材料

せる指標の確立に資することも考慮している。

## 6. 2 実験方法

### 6. 2. 1 建築材料の選定

建築空間を構成する材料のうち、一般的に室内においを発する建築材料として、木材、木質フローリング、畳、コンクリートを選定した。木材については、代表的な針葉樹としてベイヒ、広葉樹としてナラを選んだ。木質フローリングについては、旧 JAS 規格で Fc0(現 F☆☆☆)相当のもの、畳については畳表を一定の大きさに切り揃えたものを用い、

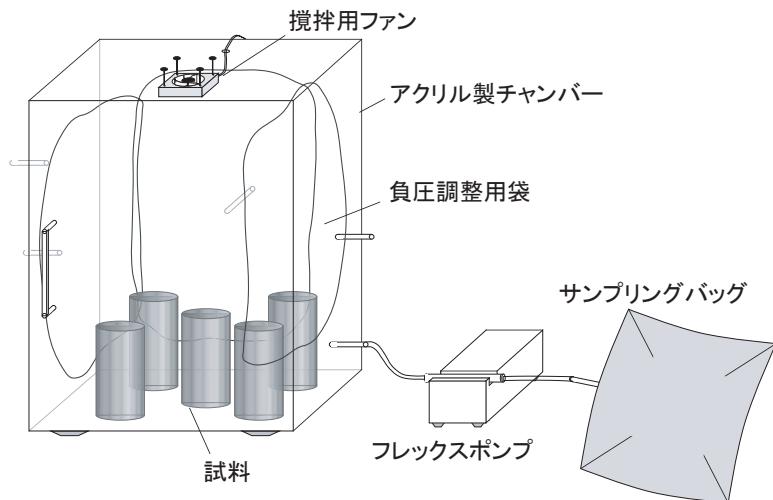


図 6.2 試料臭気採取装置

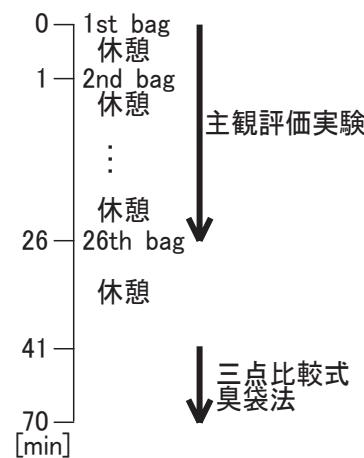
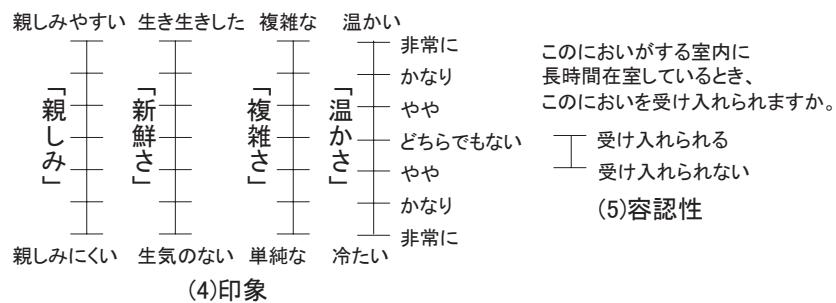


図 6.3 実験スケジュール

表 6.1 評価項目

無臭	極端に快	極端に好き
弱い	かなり快	かなり好き
らくに感知できる	快	好き
若干強い	やや快	やや好き
強い	快でも不快でもない	好きでも嫌いでもない
強烈な	やや不快	やや嫌い
(1)臭気強度	不快	嫌い
	かなり不快	かなり嫌い
	極端に不快	極端に嫌い
(2)快・不快度		
(3)嗜好度		



コンクリートについてはにおいの発生が多いと考えられる雨天時を想定し、150ccの水を含ませた（図6.1）。

### 6.2.2 試料臭気の採取

本実験では実空間に存在する濃度との対応は特に考慮せず、広い濃度範囲での心理評価傾向の把握をすべく、以下の様にして高濃度の臭気を採取した。まず内部の空気をファンで攪拌できる機能を備えた気密なチャンバー内に試料を入れた後、密閉状態を保ちチャンバー内が十分に臭気で満たされた1時間後に、ポンプを用いて臭気をサンプリングバッグに捕集した。ポンプによる吸引時にチャンバー内が負圧となり、チャンバー外の空気がチャンバー内に流入することを防ぐため、内圧調整用袋を設けてチャンバー内圧力を一定に保った（図6.2）。

### 6.2.3 実験手順

実験は2001年11月20日～12月6日に行った。主観評価実験は採取日の異なる試料臭気を用いて合計3回実施し、主観評価実験の後には、15分の休憩時間を経て三点比較式臭袋法試験を行い、各回に採取した試料臭気の臭気濃度を求めた（図6.3）。パネルはT&Tオルファクトメータに合格した22～26歳の建築系男子学生10名とした。実験は大阪大学工学部の教室を用いて実施し、実験前には窓を開け十分換気を行った。実験中も十分換気の行われた状態で行い、実験時の室温は18°C程度、相対湿度は40%程度であった。

前項の様にして5種類の建築材料より得られた試料臭気を、注射器を用いてそれぞれ希釈倍数が1倍、3倍、10倍、30倍、100倍の5段階（ベイヒのみ300倍も含めた6段階）となる様におい袋（ポリエチレン製：容量3L）に臭気を注入し、計26条件の提示用試料を作成し、パネルに順不同に提示した。検臭には鼻あてを用い、袋内臭気を押し出して吸引する手法とした。におい袋内の臭気の内容について、パネルには告知せず行った。

表6.1に主観評価実験に用いた評価項目と尺度を示す。ここで強さ、快適性の評価尺度については大迫の研究結果<sup>13)</sup>より等間隔性が高いと考えられる表現語を選定し、6段階尺度、9段階尺度としたものを用い、嗜好性については快適性の尺度を好き嫌いの語に置き換えた9段階尺度、印象については既往の研究<sup>12)</sup>により抽出された4因子（親しみ、新鮮さ、複雑さ、温かさ）を代表する形容詞対を選択してそれぞれSD法に準じた7

表6.2 三点比較式臭袋法結果

	回数	臭気濃度	臭気濃度の対数	対数の平均	臭気濃度	平均値との偏差
ベイヒ	1	977	2.99	3.07	1181	2.7%
	2	974	2.99			2.7%
	3	1732	3.24			5.4%
ナラ	1	143	2.16	2.35	224	8.2%
	2	664	2.82			20.1%
	3	118	2.07			11.8%
木質	1	255	2.41	2.18	153	10.2%
	2	118	2.07			5.1%
	3	118	2.07			5.1%
畳	1	807	2.91	2.74	548	6.1%
	2	452	2.66			3.1%
	3	452	2.66			3.1%
コンクリート	1	174	2.24	2.10	126	6.7%
	2	118	2.07			1.3%
	3	97	1.99			5.3%

段階尺度とした。容認性については、そのにおいのする室に長時間いることを想定した上で許容の可否を回答させた。

### 6. 3 実験結果と考察

#### 6. 3. 1 試料臭気の臭気濃度

三点比較式臭袋法により得られた試料臭気の臭気濃度算出結果を表 6.2 に示す。3 回の試料臭気採取には同一の建築材料を用いたことから、回を追うほど臭気発生量が減少する可能性が考えられた。表 6.2 に示す様に、1 回目より 3 回目の方が算出された臭気濃度が低い建築材料が見られるが、臭気濃度の対数の平均値からの偏差が概ね 10% 程度以内であり、岩崎ら<sup>14)</sup>の調査結果では 6 名のパネルから上下カットを行った 4 名の閾値測定が 10% 以内の範囲に 91% の確率で入るとされており、この 3 回のばらつきは、建築材料の臭気発生量の減少によるものではなく、パネルのばらつきによるものと考えた。

尚、ナラでは 2 回目のみ測定値が大きく、上記の 10% を超える偏差であったが、今回の検討では 3 回の試料臭気の臭気濃度における対数平均値を臭気濃度の値として以下の考察を行うこととした。

#### 6. 3. 2 臭気濃度と各評価項目との関係

図 6.4～図 6.11 に臭気濃度と各評価項目との関係を示す。円の面積で評価値の個数を示し、プロットはそれらの 50 パーセンタイルを示す。ここで、各心理評価値は 1 回の実験で得られた 10 名の評価のうち、上下 2 個ずつカットして得られた 6 個の評価値を 3 回分合計した計 18 個とした。

##### 1) 臭気濃度と臭気強度との関係

図 6.4 に臭気濃度と臭気強度との関係を示す。全ての建築材料で臭気濃度が高いほど臭

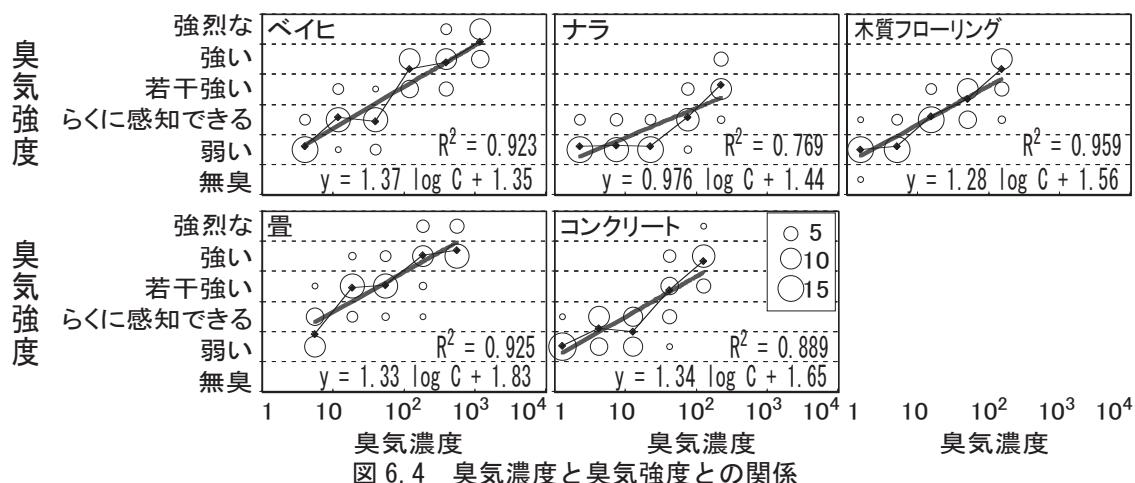


図 6.4 臭気濃度と臭気強度との関係

臭気強度も高い傾向が見られ、建築材料ごとにその傾きが異なる。図6.4の直線は評価値の平均値を最小二乗法により回帰したものである。いずれの建築材料についても回帰線はプロットに比較的よく合っていると言え、Weber-Fechner則に適合していると考えられる。また、回帰線の傾きは建築材料ごとに異なる。臭気濃度と臭気強度の対応関係を押さえておくことは、手間の多く掛かる三点比較式臭袋法によって得られる臭気濃度の測定を行わずして、臭気強度評価から臭気濃度を推定することにつながるため、臭気測定の簡易化に寄与できると考えられる。

## 2) 臭気濃度と快・不快度、嗜好度との関係

図6.5に臭気濃度と快・不快度との関係を、図6.6に臭気濃度と嗜好度との関係を示す。快・不快度と嗜好度は臭気濃度に対して非常に近い傾向を示している。木質フローリングでは、臭気濃度が高いほど快・不快度、嗜好度とも高い傾向が見られるが、他の建築材料では逆に臭気濃度が高いほど快・不快度、嗜好度とも低い傾向が見られる。

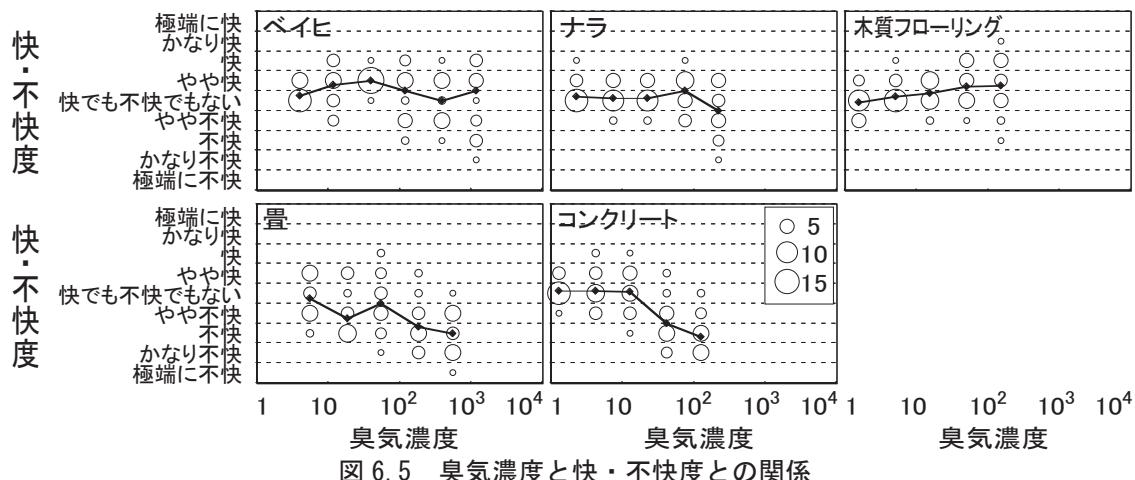


図6.5 臭気濃度と快・不快度との関係

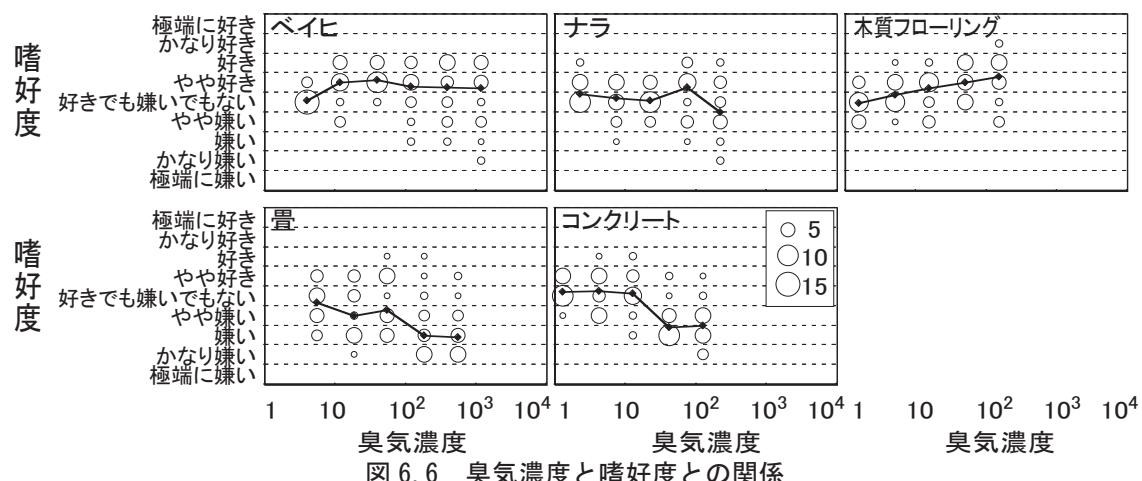


図6.6 臭気濃度と嗜好度との関係

### 3) 臭気濃度と印象との関係

図6.7に臭気濃度と印象の「親しみ」因子との関係を示す。木質フローリング以外の建築材料では臭気濃度が高いほど「親しみ」が低い傾向が見られ、木質フローリングでは逆に「親しみ」は高い傾向が見られる。図6.8に臭気濃度と「新鮮さ」因子との関係を示す。コンクリート以外の建築材料で臭気濃度が高いほど「新鮮さ」が高い傾向が見られる。コンクリートでは、臭気濃度が高いほど「新鮮さ」が高い側から低い側に広く分布する傾向

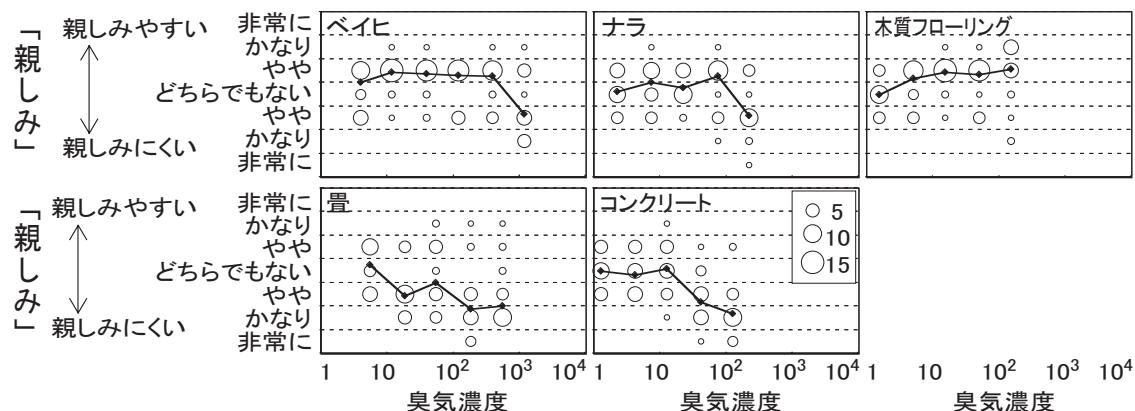


図6.7 臭気濃度と「親しみ」との関係

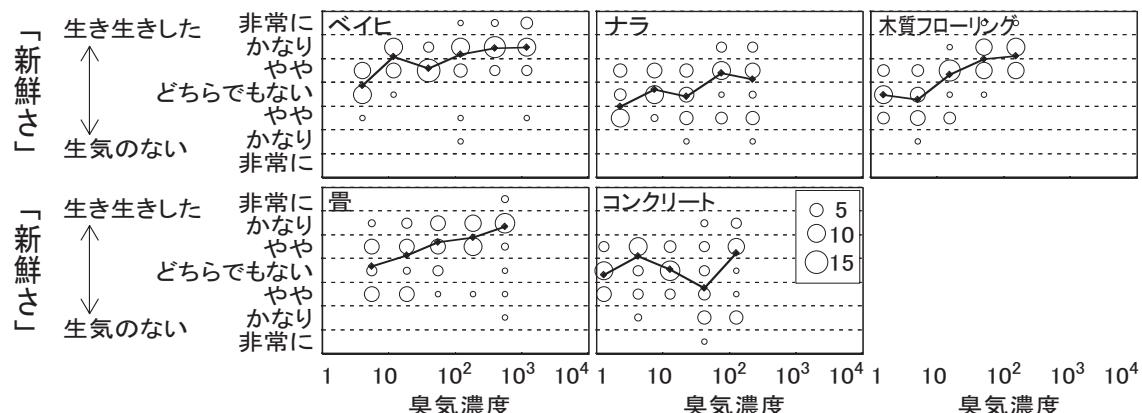


図6.8 臭気濃度と「新鮮さ」との関係

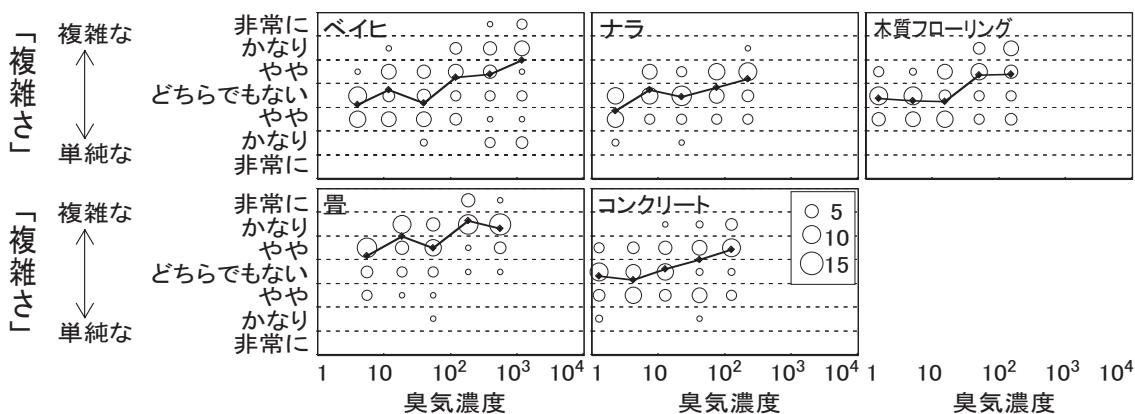


図6.9 臭気濃度と「複雑さ」との関係

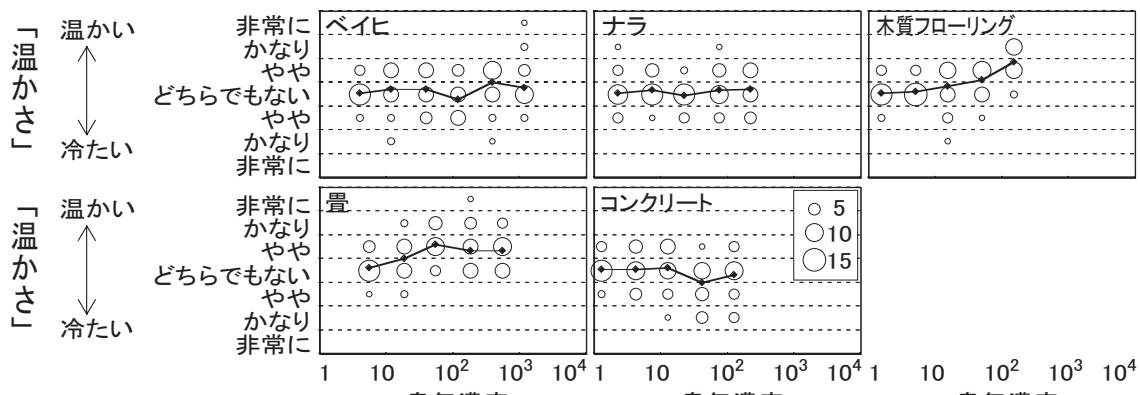


図 6.10 臭氣濃度と「温かさ」との関係

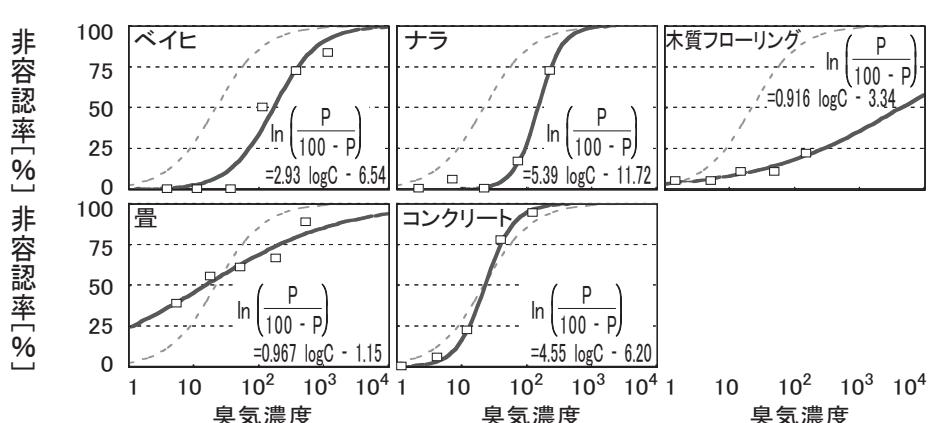


図 6.11 臭氣強度と非容認率との関係

にある。図 6.9 に臭氣濃度と「複雑さ」因子との関係を示す。全ての建築材料で、臭氣濃度が高いほど「複雑さ」が高い傾向が見られ、特に畳では全般的に「複雑さ」が高い。図 6.10 に臭氣濃度と「温かさ」因子との関係を示す。木質フローリングと畳では、臭氣濃度が高いほどわずかに「温かさ」が高い傾向が見られるが、全体的には臭氣濃度による評価への影響は小さい。

#### 4) 臭氣濃度と非容認率との関係

図 6.11 に、臭氣濃度と非容認率の関係を示す。臭氣濃度と容認性との関係は、縦軸を「受け入れられない」と回答した人の割合（非容認率）で示す。実線は両軸の関係に関するロジットモデルによる回帰線を示し、点線は光田ら<sup>7)</sup>による生ごみ臭における回帰線を示す。ロジットモデルは、二者の関係をロジスティック分布に従うと仮定して近似するもので、下式を適用した。

$$\ln\left(\frac{P}{100-P}\right) = A \log C + B \quad \begin{array}{l} P : \text{非容認率} \\ C : \text{臭氣濃度} \\ A, B : \text{定数} \end{array}$$

全ての建築材料で、臭氣濃度が高いほど非容認率が高い傾向が見られる。また、木質フローリングでは高い臭氣濃度でも非容認率が低く、畳では低い臭氣濃度でも非容認率が高

い傾向が見られる。本検討結果によれば、ロジットモデルは、先の2種を除いたベイヒ、ナラ、コンクリートについては適用が可能と考えられる。畳では適用できる可能性は示唆されるものの、更なるデータの蓄積が必要と考えられる。生ごみ臭との比較については、コンクリートが生ごみに比較的近い傾向を示しており、ベイヒ及びナラでは同臭気濃度での非容認率は生ごみに比べて低い。一般的に悪臭とされる生ごみ臭に近い傾向が見られたコンクリートは、悪臭に近い臭気であると考えることができる。

### 6. 3. 3 各評価項目間の関係

ここでは、前項とは異なり上下カットを行わずに全ての評価値（30個）を用いて考察を行う。両軸は各評価項目とし、円の面積で評価値の個数、 $r_s$ 値でスピアマンの順位相関係数を示す。

#### 1) 臭気強度と快・不快度、嗜好度との関係

図6.12に快・不快度と嗜好度との関係を示す。全ての建築材料で非常に強い正の相関があり、快・不快度が高いほど嗜好度も高い傾向が見られる。両者は密接な関係にあると思われる。

図6.13に臭気強度と快・不快度及び嗜好度との関係を示す。畳で強い負の相関、コンクリートでやや強い負の相関があり、臭気強度が高いほど快・不快度、嗜好度とも低い傾向が見られる。一方で、ベイヒや畳では臭気強度が高いほど快・不快度が高くなる傾向についても図中より読み取ることができ、パネルごとに臭気強度と快・不快度との関係の示す傾向が異なる可能性が考えられる。臭気強度と快・不快度の関係については、大迫ら<sup>15)</sup>によって、不快なにおいほど生理的な強度よりも感覚的な強度を高く評価する傾向にあることが述べられている。今回の結果で建築材料ごとに相関が異なる傾向が見られたのは、

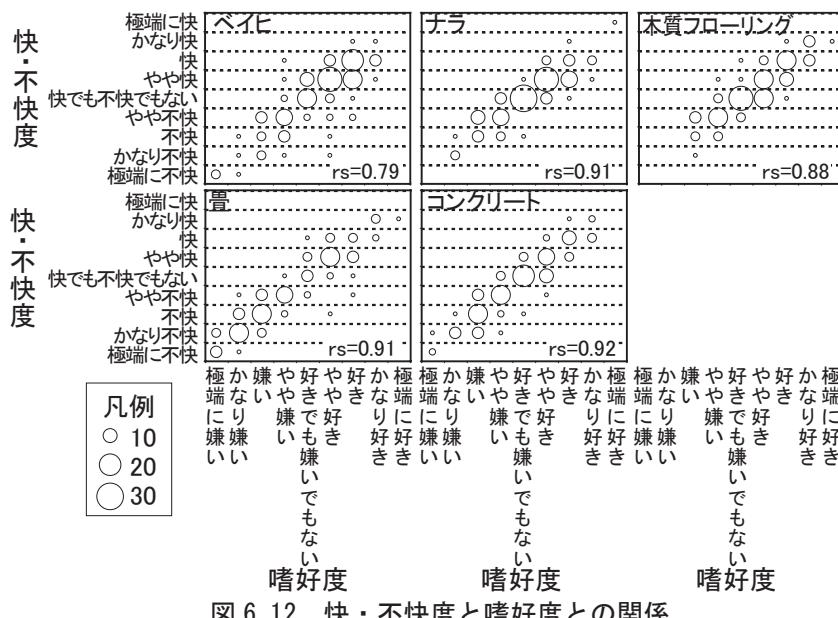


図 6.12 快・不快度と嗜好度との関係

一つには建築材料ごとのにおい種としての快・不快度が異なったからであると考えられる。本研究では、さらに濃度をパラメータとして検討しているため、濃度によって快・不快度は異なり、それぞれの検査した濃度条件ごとに臭気強度評価が快・不快度評価の影響を受ける程度は異なっているとも推測できる。また、臭気強度一快・不快度関係と臭気強度一嗜好度関係の示す傾向は極めて近い傾向にあり、図6.5と図6.6が類似していた傾向と一致する。

## 2) 印象と臭気強度、快・不快度、嗜好度との関係

図6.14に臭気強度と印象との関係を示す。各評価項目に関しては、「親しみ」では畠で強い負の相関、コンクリートでやや強い負の相関が見られる。「新鮮さ」ではベイヒと木質フローリングでやや強い正の相関が見られる。「複雑さ」、「温かさ」ではいずれの建築材料でもあまり相関は見られない。臭気強度と印象との関係は総じて順位相関係数が小さく、評価もばらついている。これは、臭気強度が高くなるほど印象が高いと評価するパネルと低いと評価するパネル、あるいは臭気強度に依らず一定の評価をするパネル等、臭気



図6.13 臭気強度と快・不快度及び嗜好度との関係

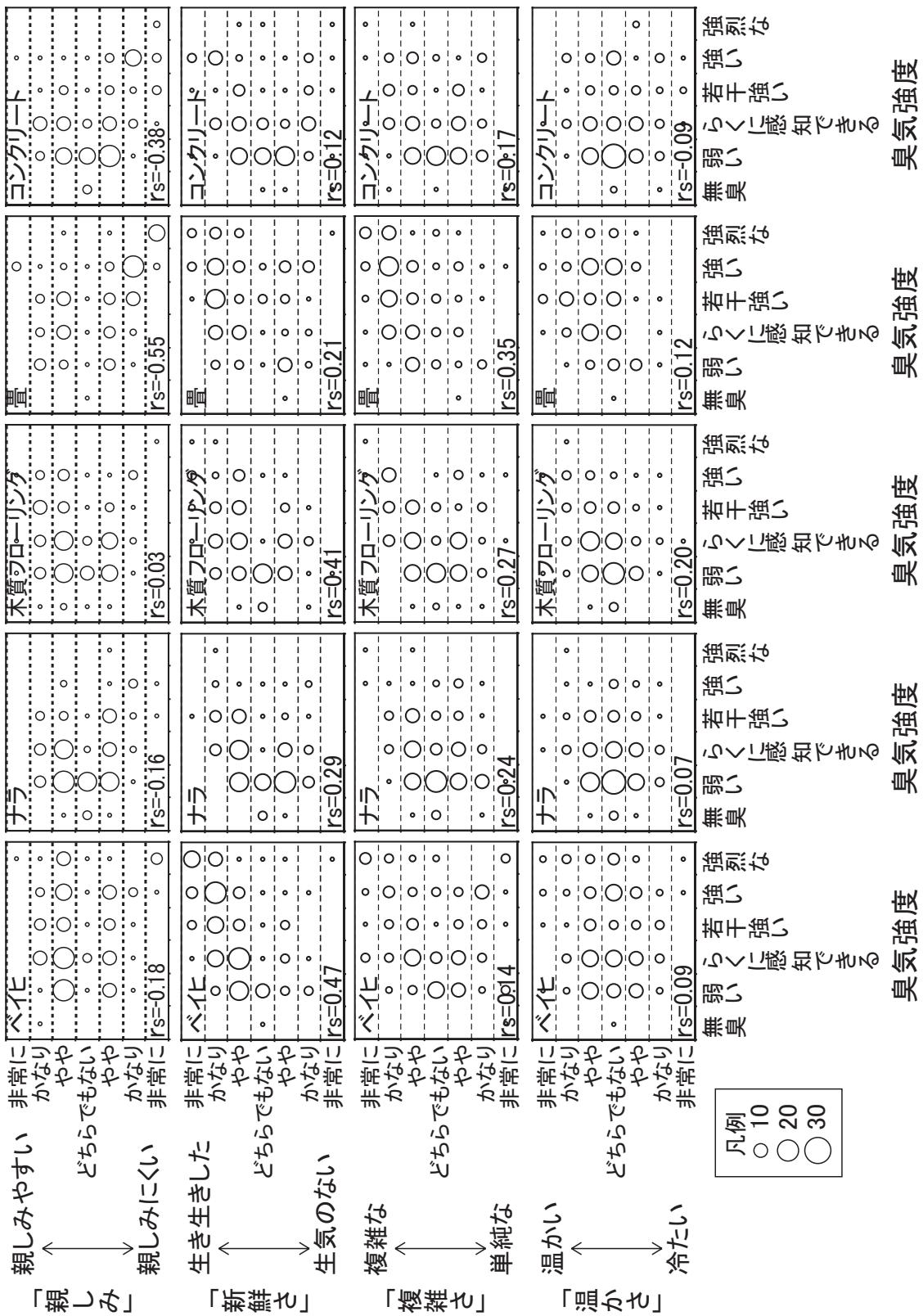


図 6.14 臭気強度と印象の各因子との関係

強度と印象の各因子との関係に対する評価の個人差が大きいことが理由であると考えられる。図 6.15 に印象と快・不快度との関係を示す。「親しみ」では全建築材料で強い正の相関が見られる。「新鮮さ」では木質フローリングでやや強い正の相関、ナラ、コンクリートでも若干の正の相関が見られる。「複雑さ」では明確な相関は見られない。「温かさ」では木質フローリング、コンクリートで若干の正の相関が見られる。また、「新鮮さ」や「複雑さ」と快・不快度との関係では、図 6.14 で見られたような正負二種類の傾向が読み取ることができ、それぞれの印象の因子に対する評価が快・不快度や嗜好度に影響を及ぼす可能性が考えられる。尚、印象と嗜好度との関係については、図 6.15 と非常に類似した傾向となっていたため割愛した。

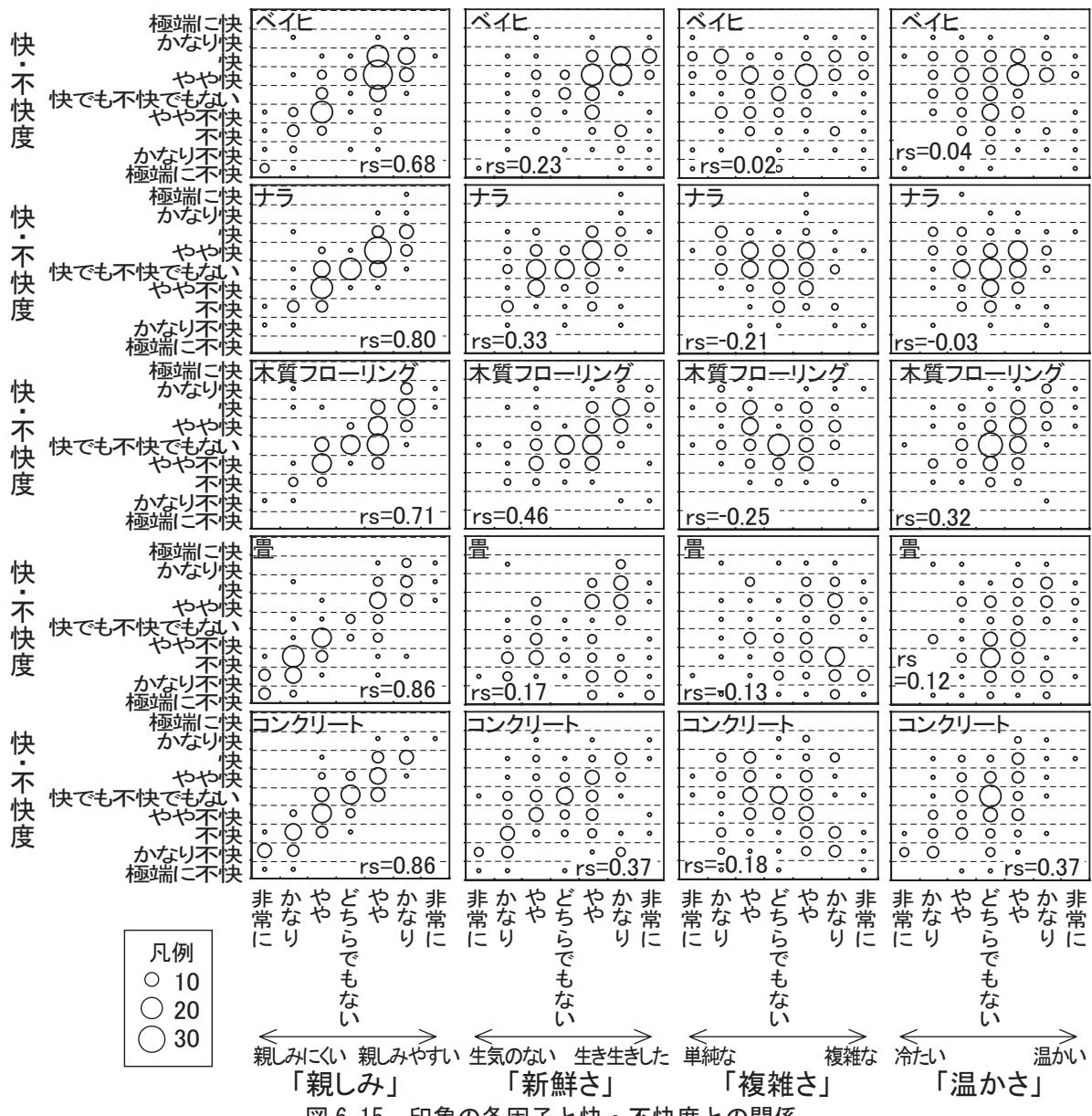


図 6.15 印象の各因子と快・不快度との関係

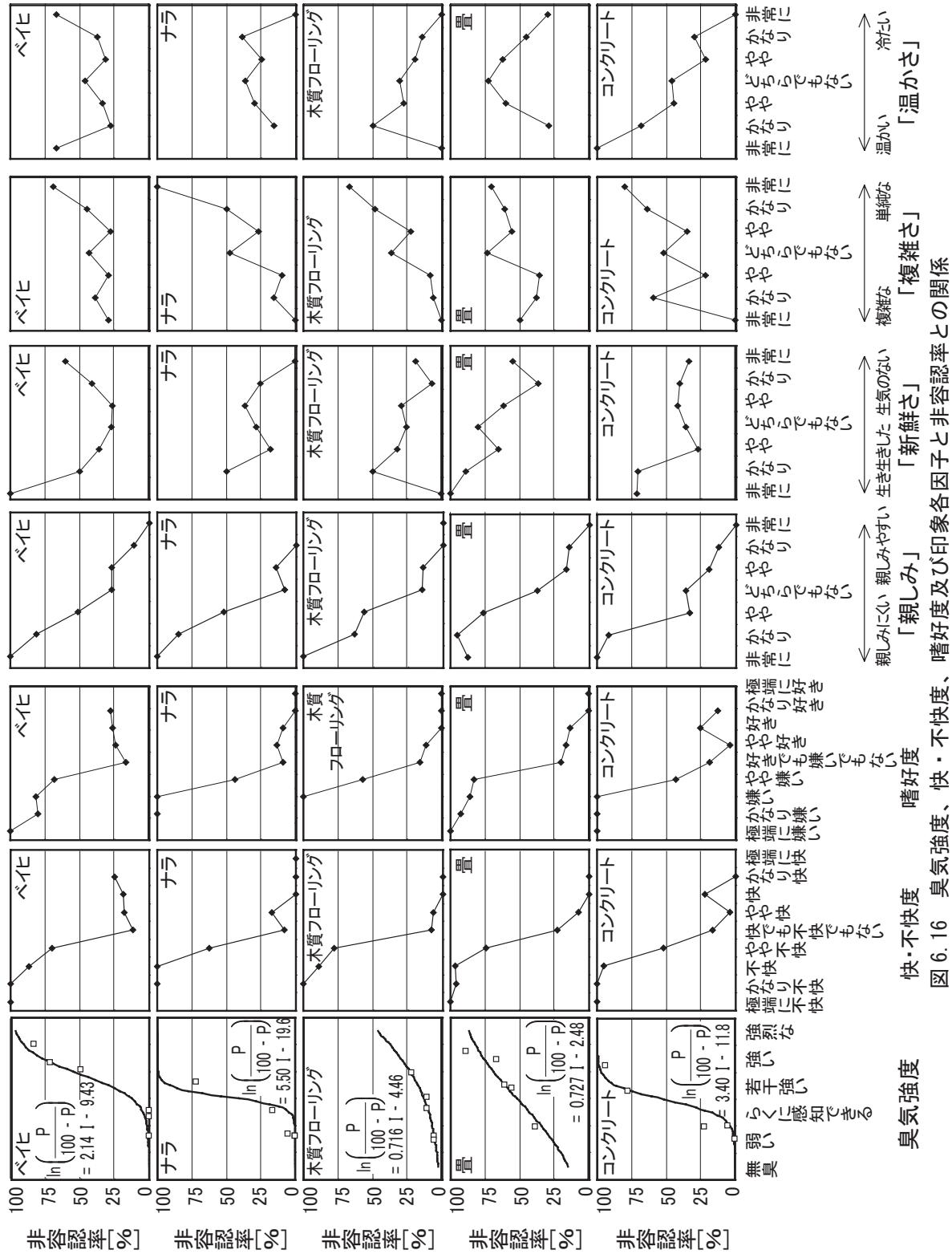


図 6.16 臭気強度、快・不快度、嗜好度及び印象各因子と非認認率との関係

### 3) 臭気強度、快・不快度、嗜好度、印象と非容認率との関係

図 6.16 に臭気強度、快・不快度、嗜好度及び印象の各因子と非容認率の関係を示す。臭気強度と非容認率の関係では、プロットは 6.2 節と同様に上下カットを行った計 18 個の評価値を用いており、それらの平均値をプロットとして示した。回帰線は、Weber-Fechner 則に基づき臭気強度が臭気濃度の対数に比例し、非容認率と臭気濃度の対数との関係がロジットモデルに従うと仮定した場合に、図 6.4 で示した臭気濃度と臭気強度の関係における線形な回帰線と、図 6.11 で示した臭気濃度と非容認率との関係におけるロジットモデルに基づく回帰線の双方の式から臭気濃度の項を置換して、臭気強度と非容認率の関係を示す式を誘導して表記したものである。傾向としては、全ての建築材料で臭気強度が高いほど非容認率が高い。また、プロットと回帰線は比較的よく合っており、この関係より三点比較式臭袋法などにより臭気濃度を算出せずとも臭気強度評価より非容認率を予測することが可能であると言え、三点比較式臭袋法を行わずに、直接臭気強度評価を行った結果から非容認率を予測でき、実験手順の簡素化につながる。

快・不快度と非容認率との関係では、快・不快度が高いほど非容認率が低い傾向が見られる。嗜好度と非容認率との関係は、快・不快度と非容認率との関係に非常に近い傾向にあった。

印象の「親しみ」と非容認率との関係では、全建築材料で「親しみ」が高いほど非容認率が低い傾向を示している。他の因子については割愛したが、「複雑さ」との関係では、全建築材料で「複雑さ」が高いほど非容認率が高い傾向が見られ、「新鮮さ」及び「温かさ」との関係には、特に傾向は見出せなかった。

#### 6.3.4 評価構造に関する検討

6.3.2 及び 6.3.3 の考察より心理評価構造の把握を試みた。まず臭気濃度と建築材料の種類を評価の外的要因と位置づけ、最終的な位置づけとして長時間そのにおいに晒された状態を想定させた上での許容の可否があると考え、その間で強さ、印象、快適性、嗜好性がどのような関係にあるかについて、重回帰分析を用いて考察した。

ここで、重回帰分析を用いる場合には各変数が間隔尺度である必要があるが、本実験で用いた尺度は順序尺度であるため、系列範疇法を用いてその等間隔性について検討を行った結果が図 6.17 である。この中で、臭気強度尺度については臭気強度が高いほどその間隔が狭くなる傾向が見られるが、他の尺度共に非常に高い相関係数が得られており、今回の分析に際して各尺度を間隔尺度とみなしても問題ないと判断した。

評価構造の考え方としては、まず容認性の評価を決定する要素は強さと快適性であり、快適性の評価は印象の評価に基づくものとした。また、嗜好性と快適性は並列な関係であると考えた。これを基に容認性を目的変数とし、強さ、快適性を説明変数とした重回帰分

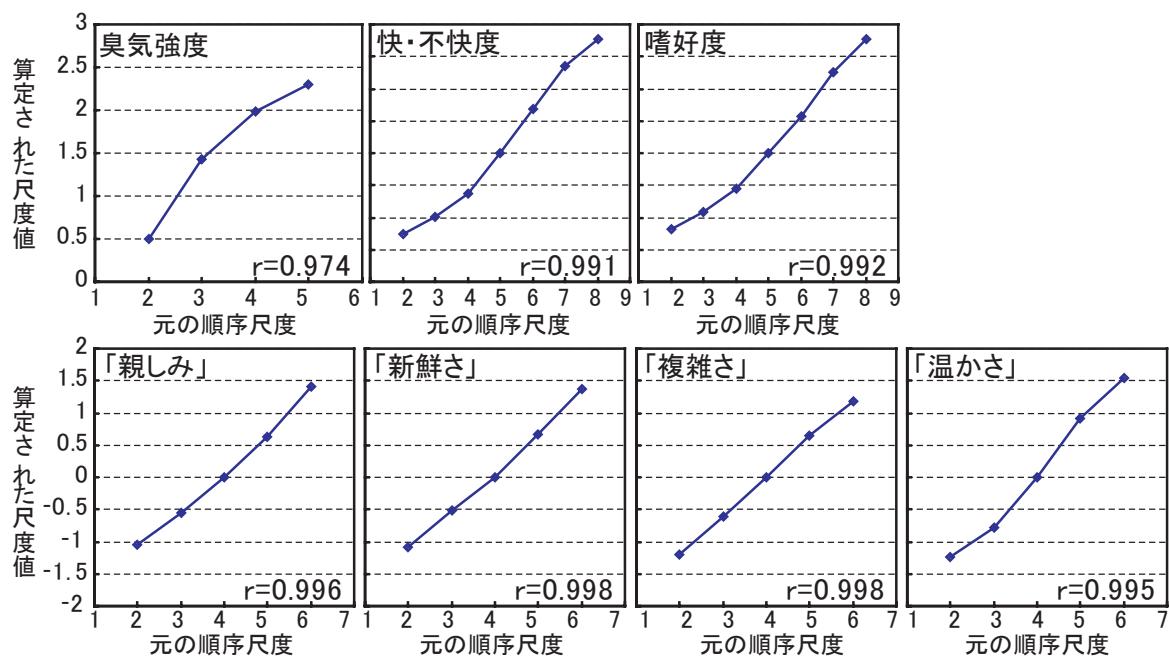


図 6.17 系列範疇法により算出された表現用語間隔  
(図内  $r$  は両軸の相関係数を示す)

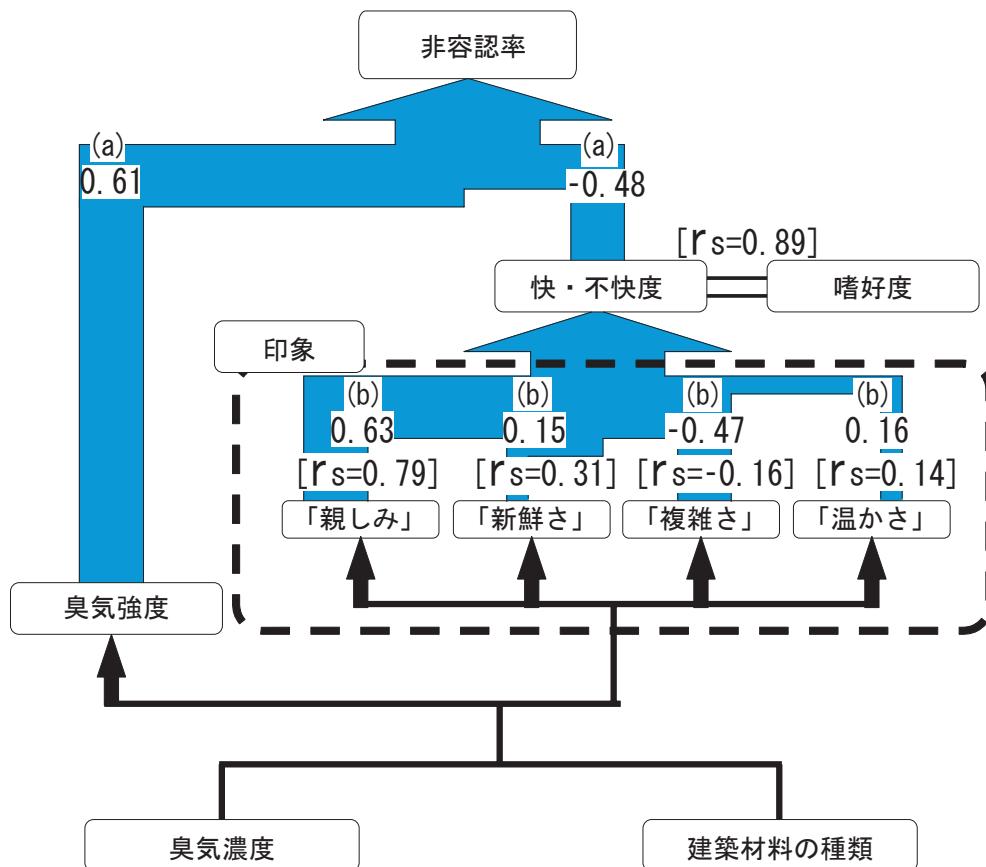


図 6.18 建築材料のにおける評価構造  
(図内  $r_s$  は評価項目間のスピアマンの順位相関係数、(a) (b) の数値は重回帰分析の標準偏回帰係数を示す)

析 (a) と、快適性を目的変数、印象の各因子を説明変数とした重回帰分析 (b) を行い、その結果より図 6.18 のような評価構造を作成した。図中の数値はそれぞれ前述の (a) 及び (b) の重回帰分析により得られた標準偏回帰係数を示す。

## 6. 4 本章のまとめ

以上より得られた結果を下記にまとめる。

### ■臭気濃度と各評価項目との関係で得られた知見は以下の通り。

- ・臭気強度は、臭気濃度の対数に比例して高い評価となる傾向を示し、その傾きは建築材料ごとに異なる。建築材料ごとに臭気濃度の対数と臭気強度との関係を線形回帰することが可能で、その式を用いれば、三点比較式臭袋法で臭気濃度の算出を行わなくとも臭気強度評価から臭気濃度の推定が可能であり、簡便である。
- ・快・不快度は、臭気濃度が高くなるほど不快側の傾向を示すが、木質フローリングのみ逆に快側の傾向を示す。
- ・嗜好度は、快・不快度と極めて近い傾向を示す。
- ・印象の 4 因子は、「親しみ」では臭気濃度が高くなるほど評価が高くなる傾向を示すが、木質フローリングのみ低くなる傾向を示す。「新鮮さ」と「複雑さ」では全ての建築材料で臭気濃度が高くなるほど評価が低くなる傾向を示す。「温かさ」では臭気濃度との関係はほとんど見られなかった。
- ・非容認率は、臭気濃度が高くなるほど高くなる傾向を示す。臭気濃度の対数と非容認率との関係は、ロジットモデルによる近似がよく合致する。但し、木質フローリングと畳では、本実験で得られたデータでは近似には十分でない。

### ■各評価項目間の関係に関して得られた知見は以下の通り。

- ・臭気強度と印象の 4 因子の関係では、「親しみ」において畳とコンクリートで正の相関が見られた。評価の個人差が大きく、評価値の分布がばらつく傾向が見られた。
- ・臭気強度と快・不快度との関係では、畳とコンクリートで負の相関が見られたが、ベイヒや畳では同時に正の相関の評価も見られ、パネルごとの評価の個人差の影響が示唆された。
- ・臭気強度と非容認率との関係は、全ての建築材料で臭気強度が高いほど非容認率は高い傾向にあった。また、臭気濃度と臭気強度の関係の線形回帰式と、臭気濃度と非容認率の関係のロジットモデルに基づく回帰式とを用いて臭気強度と非容認率の回帰式を作成した。
- ・印象の 4 因子と快・不快度との関係では、「親しみ」では全建築材料で強い正の相関、「新鮮さ」と「温かさ」では一部建築材料に相関が見られた。「新鮮さ」「複雑さ」「温かさ」

では、正負両方の傾向が混在する評価値のばらつきが見られた。

- ・印象の4因子と非容認率との関係では、「親しみ」では全建築材料で「親しみ」が高いほど非容認率が低く、「複雑さ」では、全建築材料で「複雑さ」が高いほど非容認率が高い傾向が見られた。「新鮮さ」、「温かさ」では特に関係は見られなかった。
- ・快・不快度と嗜好度との関係は、全ての建築材料で非常に相関が高い。
- ・快・不快度と非容認率との関係では、全建築材料で快・不快度が高いほど非容認率が低い傾向が見られた。

■以上の関係から図6.18に示す評価構造モデルを作成し、濃度に対する評価である臭気強度と、におい質に対する評価である快・不快度とが、最終評価と考える非容認率に及ぼす影響の割合が約6:5であることが明らかとなった。

#### 参考文献

- 1) 室内の臭気に関する対策・維持管理規準, 日本建築学会環境基準 AIJES-A003-2005, 2005
- 2) 大迫政浩, 西田耕之助: におい質パターンによる複合臭の評価方法の検討 (第1報) 一複合臭の強度およびにおい質の推定-, 大気汚染学会誌第25巻第1号, pp. 56-65, 1990
- 3) 楠崎正也, 佐藤隆二: 体臭に基づく必要換気量算定のための基礎的研究 その4. 実験室調査における臭気強度と臭気不快度, 日本建築学会大会学術講演梗概集 計画系, pp. 361-362, 1983. 9
- 4) 長島雅明, 南野脩, 堂前純一, 藤江真也, 山口健, 加藤博孝: 建築物における必要換気量に関する研究 (第10報)-たばこ臭を対象とした実験室実験-, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D, pp. 575-576, 1990. 10
- 5) 平石年弘, 楠崎正也, 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2) 小便臭の濃度と嗅覚反応の関係, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D, pp. 667-668, 1993. 9
- 6) 平石年弘, 楠崎正也, 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. 9
- 7) 光田恵: 住環境における生ごみ臭の評価と制御方法に関する研究, 奈良女子大学博士論文, 1996
- 8) H. N. Knudsen, O. Valbjorn, P. A. Nielsen: Determination of Exposure-Response Relationships for Emissions from Building Products, Indoor Air 1998, 8, pp. 264-275, 1998
- 9) 平間昭光. 澤田哲則, 朝倉靖弘, 佐藤義明, 佐藤司, 長谷川優, 佐藤晃壽: 木質建材の臭気評価, 林産試験場報第19巻第2号, 2005
- 10) 吉田正昭: 有香物質の分類に関する計量心理学的研究 (その3), 心理学研究第35巻第1号, pp. 1-17, 1964
- 11) 斎藤幸子, 飯田健夫, 坂口豁: 臭気物質に対する嗅覚特性, 製品科学研究所研究報告 No. 102, pp. 13-23, 1985

- 12) 富田武志, 山中俊夫, 甲谷寿史, 松尾真臣:建築材料から発生するにおいの主観評価（その4）においの印象及び評価項目間の関係, 日本建築学会大会学術講演梗概集 D-2, pp. 959-960, 2001. 9
- 13) 大迫政浩:嗅覚のモデル化にもとづく環境臭気の評価に関する基礎的研究, 京都大学博士論文, 1991
- 14) 岩崎好陽, 福島悠, 中浦久雄, 八島恒広, 石黒辰吉:三点比較式臭袋法による臭気の測定（I）—発生源における測定—, 大気汚染学会誌 第13号 第6号, pp. 246-251, 1978
- 15) 大迫政浩, 西田耕之助, 宮田健一:臭気の感覚的強度に対する不快性の影響—生理的強度と感覚的強度—, 日本衛生学雑誌 第44巻 第5号, pp. 1002-1008, 1989

## 第7章 総括

本研究では、濃度のみならずにおい質が重要視されるにおい評価の分野で、直接的に最終的な人間の評価が得られることから一般的に利用される嗅覚測定法に着目することとした。そして、嗅覚測定法に基づくにおい評価の実験手法について、より簡易で精度の高い実験手法の確立を目的に、評価に影響を及ぼす外的要因、言語評定尺度の表現用語間隔、パネル数と評価傾向について検討を行い、におい評価の5側面に関して、においの主観評価構造の推定を行った。本章では、各章で得られた知見についてまとめる。

第1章では、においと人との関わりが今日のにおい環境を形成したことから、よりよい人とにおいとの関係の構築の必要性に言及し、その実現のために簡易で精度の高いにおい評価の実験手法が必要であることを述べた。実験手法の簡易化、精度向上のためには、評価に影響を及ぼす諸要因と程度を明らかにし、これまでの研究で多数用いられてきた言語評定尺度の読み替えを可能とし、多数必要とされるパネル数を少数化する可能性の検討を行うことが必要であることを述べ、さらに評価の仕組みを知るために、強さや快・不快等5種類の評価側面の相互的な関係の把握が必要であると述べた。また、それについて関連する既往研究について挙げ、それらに対する本研究の位置づけについて明らかにした。

第2章では、におい評価に影響を及ぼす要因のうち、古くから指摘されつつも詳細は不明のままであった、パネル周辺の温湿度が嗅覚閾値及びにおい評価に及ぼす影響について、 $\alpha$ -ピネン（木材臭）、トルエン（塗料臭）、メチルメルカプタン（腐敗臭）を対象として、室温 20, 25, 30°C（相対湿度 50%）と相対湿度 25, 50, 75%（室温 25°C）に調整した人工環境試験室で検臭を行った結果、以下の知見を得た。

### ■パネル周辺温湿度が嗅覚閾値に及ぼす影響

- 1) 概ね温度が高くなるほど閾値が高くなる。
- 2) 概ね湿度が高くなるほど閾値が高くなるが、 $\alpha$ -ピネンとメチルメルカプタンではトルエンよりもその上昇度合いは小さいものであった。
- 3) 嗅覚閾値測定などの低濃度域を扱う実験に際しては、パネル周辺温湿度を適切にコントロールすることが必要と考えられる。

### ■パネル周辺温湿度がにおい評価に及ぼす影響

- 1)  $\alpha$ -ピネンでは、30°C条件で、やや臭気強度を低く、「親しみ」を高く、快・不快度を中庸側に評価する傾向が見られ、非容認率は高濃度でも高くならない傾向が見

られた。一方で、トルエンとメチルメルカプタンでは、ほぼ評価への影響は見られなかった。

- 2)  $\alpha$ -ピネンの25%条件で、非容認率を全濃度にわたって低く評価する傾向が見られた。メチルメルカプタンの25%条件の低濃度域では、臭気強度を低く評価する傾向が見られた。他の項目では差異は見られなかった。
- 3) 臭気濃度の高い範囲でのにおい評価実験に際しては、パネル周辺温湿度はそれほど大きな評価への影響をもたないという結果が得られた。ただ、多少の影響は見られる事から、可能な限り各種測定法を記したガイドラインに従うことが望ましい。

#### ■温熱評価とにおい評価との関係

- 1) 温冷感、乾湿感とともに、臭気強度評価への影響はほとんど見られなかった。
- 2) 温冷感、乾湿感とともに、快・不快度評価への影響はほとんど見られなかった。

第3章では、におい評価に影響を及ぼす要因のうち、検臭試料に関する情報をパネルが有して評価するか否かという点を取り上げ、試料名称を告知する場合「告知条件」と告知しない場合「非告知条件」の双方の条件下で木材、畳、コンクリートに関してにおい評価実験を行い、評価の比較を行った結果、以下の知見を得た。

- 1) 臭気強度評価では、「非告知条件」より「告知条件」の方が高い傾向が得られ、試料名称を告知されることで、該当臭気への注意力の増加が臭気強度評価を高くするのではないかと想像される。
- 2) 印象の「親しみ」評価に関しては、畳臭において「非告知条件」では「親しみにくい」側の評価であったが、「告知条件」では「親しみやすい」側の評価であった。コンクリートにおいては「告知条件」では「非告知条件」よりも低い傾向にあった。快・不快度評価でも、畳では「非告知条件」より「告知条件」の方がやや高い評価であり、試料名称を告知されたことでにおい質に関する評価にバイアスがかかる可能性が示された。試料名称についてパネルに告知するか否かは、臭気評価の目的に則して慎重かつ適切に統制する必要がある。
- 3) 「非告知条件」の中で、試料名称について判別ができていたパネル群（正解者群）とそうでなかったパネル群（不正解者群）とに分けて、両群の評価を比較した結果、臭気強度評価には差異が見られなかった。対して、印象の「親しみ」因子、快・不快度の両評価では、正解者群の方が不正解者群よりも評価が高い傾向が見られ、2)で述べた傾向と同様の傾向にあった。これらのことから、臭気強度評価については比較的におい評価のステップとして初期に評価がなされ、「親しみ」や快・不快度評価を行う段に当たっては、そのにおい質に関する情報を脳内から引き出すという

段階を経るという高次な評価を行っており、それにより評価にバイアスがかかるのではないかという推測を行った。

4) 試料名称をパネルが知るか否かで評価が異なることの理由として、パネルが評価にかけるバイアスの向きから、パネルが対象試料臭気に対して持つ嗜好の可能性が考えられたため、実験後に行った居住歴や対象試料臭気に関する関わり歴、嗜好について問うたインタビューの結果を基に、パネル群を各試料臭気に対して「好き側群」「どちらでもない群」「嫌い側群」に分けて各群での評価傾向を比較した。その結果、臭気強度評価に関しては「嫌い側群」が他の群よりも高い評価を行う傾向にあった他、におい質に関する評価では、「親しみ」や快・不快度評価において「好き側群」の方が「嫌い側群」よりも高い評価を行う傾向にあることがわかった。におい評価のパネル選定の際には、対象臭気に対する嗜好の偏りが大きくならないように留意した方が望ましいが、事前に対象臭気に関する情報をパネルに与えることは1) 2) の様な影響を及ぼす可能性があるため、慎重に対応する必要があると思われる。

第4章では、個人差等評価のばらつきの問題上、被験者実験で多数パネルの採用が求められる現状に対し、採用パネルの少数化を目指し、少数パネルより得た評価の妥当性について1-ブタノール検臭実験の結果を基に検討を行い、以下の知見を得た。

- 1) ケーススタディとして実施した、60名による1回の評価と6名による10回の評価との評価傾向の比較より、6名による10回の評価の方が低濃度域で臭気強度を低く評価する傾向にあることがわかった。理由として、一点目に10回の繰返し検臭により6名が嗅覚疲労を起こした可能性、二点目に選抜した6名が、想定される母集団から選ばれる可能性のある6名のうち特異な評価傾向を示すパネル群であった可能性が挙げられた。
- 2) 嗅覚疲労については追加実験を実施したが、1)で得られた程度の臭気強度の低下は見られなかった。ただ、1)よりも短い検臭間隔の場合には、嗅覚疲労の影響も無視できない可能性があることがわかった。
- 3) 60名から6名を抽出する全ての組合せについて、それぞれの6名の臭気強度平均値を求め、その分布を調べるというシミュレーションを実施し、1)で選抜した6名は取り得る全ての6名の組合せが行うであろう臭気強度評価の平均値の中で、低濃度臭気に対しては平均値から離れた評価を行う傾向にあることがわかった。
- 4) 得られた60名の評価から、6, 10, 20, 30, 40, 60名の評価の分布について比較し、20名以上であれば60名の評価傾向から±10%程度以内の評価が得られると考えられ、20名以上のパネルであれば、多数パネル評価に代えられる可能性があることがわか

った。

- 5) 10名以下の少人数で臭気強度評価を行う場合の評価の平均値について、60名からパネル群を抽出するシミュレーションを実施し、それぞれ1, 2, 3, 4, 5, 6, 10名で評価を行う場合に臭気強度評価の平均値がどの程度の範囲にあると推定されるか、推定区間で示した。非容認率についても、同様のシミュレーションからばらつきの程度を示した。

第5章では、過去に用いられてきた様々な言語評定尺度について、それぞれの性質を明らかとすべく言語イメージのみで認識される表現用語間隔の把握を行い、また、実際ににおい評価を行う場合における尺度の使用方法下での表現用語間隔の認識について検討を行った。さらに、言語認識に関しては、年齢層による認識の違いが予想されたことから、各尺度の用いられていた年代の被験者ごとに検討が必要と考え、20歳代、40, 50歳代、及び60歳以上の被験者の3群に被験者群を分けて、表現用語間隔に関する比較を行った。結果、以下の知見を得た。

- 1) 既存の8種類の臭気強度尺度について、若年齢層被験者が行った言語イメージのみで認識される表現用語間隔の評価の結果、現在最もよく用いられる環境省尺度は低強度域に表現用語が集中する傾向があることがわかった。本研究で主に用いた阪大尺度は比較的等間隔性が高く、Yaglou尺度と南野尺度では一部表現用語に逆転が見られることがわかった。3種類の快・不快度尺度では概ね全ての尺度で等間隔性が高く、尺度の段階数が少ない楕崎尺度のみ、尺度が表現できる快・不快の度合の幅が狭い傾向にあった。
- 2) 言語イメージのみに基づく表現用語間隔認識について、40, 50歳代の中年齢層と60歳以上の高年齢層についても同様の評価を行わせ、南野尺度では若年齢層では見られた表現用語順序の逆転が中年齢層、高年齢層では見られないなどの評価傾向の差異を確認した。
- 3) 各尺度間の比較から、類似した表現用語が示す度合は尺度に依らず近い度合を示す場合が多かったが、一部尺度では異なる場合もあり、周囲の語との構成によって影響を受けている可能性が示唆された。
- 4) 各臭気強度、快・不快度尺度から環境省尺度に読み替えを行う資料を作成した。読み替えを行いたい実験時の被験者情報から、当時の被験者が現在の若年齢層、中年齢層、高年齢層のいずれにあたるのかを判別し、適切な表から読み替えを行うことができる。本来、目的に応じて尺度を使いわけることは適切ではないが、今後新たな言語構成で尺度を作成し、使用する場合にはその表現用語間隔を明らかとした上で使用すべ

きである。

- 5) 言語評定尺度の表現用語が順序尺度ではない場合にも適用が可能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。この手法の仮定条件は、臭気の濃度と臭気強度評価との間に Weber-Fechner 則が成立することのみであり、この法則が成り立つもとであれば、表現用語順序の逆転も再現できることがわかった。
- 6) 言語イメージのみではなく、実際ににおいを評価する場合の各言語評定尺度の表現用語間隔について、1-ブタノール検臭を伴う実験を実施して確認した。実際に使用される尺度の利用方法の例として、尺度を本来の順序に並べて提示する場合と、表現用語に数字を傍記する場合、比較対象として表現用語の順序も間隔も規定しない手法の3種類についてにおい評価実験を実施し、順序や間隔を規定して尺度を提示するほど、表現用語間隔の等間隔性が高まる可能性が示唆されたが、尺度によってその傾向は異なることもわかった。言語評定尺度を用いる場合には、その提示方法についても留意し、どの手法で評価を得たのか明記すべきである。

第6章では、におい評価を形成するにおいの種類及びにおいの濃度と、においを評価する5つの側面（強さ、印象、快適性、嗜好性、容認性）について、それぞれの持つ性質と側面間の関係を明らかにすべく、木材臭（無垢材、フローリング材）、畳臭、コンクリート臭について検臭・主観評価実験を行い、以下の知見を得た。

- 1) 濃度と各評価項目との関係
  - ・臭気強度は、臭気濃度の対数に比例して高い評価となる傾向を示し、その傾きは建築材料ごとに異なる。
  - ・快・不快度は、臭気濃度が高くなるほど不快側の傾向を示すが、木質フローリングのみ逆に快側の傾向を示す。
  - ・嗜好度は、快・不快度と極めて近い傾向を示す。
  - ・印象の4因子は、「親しみ」では臭気濃度が高くなるほど評価が高くなる傾向を示すが、木質フローリングのみ低くなる傾向を示す。「新鮮さ」と「複雑さ」では全ての建築材料で臭気濃度が高くなるほど評価が低くなる傾向を示す。「温かさ」では臭気濃度との関係はほとんど見られなかった。
  - ・非容認率は、臭気濃度が高くなるほど高くなる傾向を示した。また、ロジットモデルによる回帰がベイヒ、ナラ、コンクリートではよく当てはまることがわかった。
- 2) 各評価項目間の関係のうち主なものは以下の通り。
  - ・臭気強度と快・不快度との関係では、畳とコンクリートで負の相関が見られたが、ベイヒや畳では同時に正の相関の評価も見られ、パネルごとの評価の個人差の影響

が示唆された。

- ・臭気強度と印象の4因子の関係では、「親しみ」において畳とコンクリートで正の相関が見られた。評価の個人差が大きく、評価値の分布がばらつく傾向が見られた。
- ・臭気強度と非容認率との関係では、臭気強度が高いほど非容認率が高い傾向が見られた。臭気濃度と臭気強度の関係の回帰式と、臭気濃度と非容認率の関係の回帰式から、臭気強度と非容認率の関係の回帰式を作成し、よく適合することがわかった。
- ・印象の4因子と快・不快度との関係では、「親しみ」では全建築材料で強い正の相関、「新鮮さ」と「温かさ」では一部建築材料に相関が見られた。「新鮮さ」「複雑さ」「温かさ」では、正負両方の傾向が混在する評価値のばらつきが見られた。
- ・印象の4因子と非容認率との関係では、「親しみ」では全建築材料で「親しみ」が高いほど非容認率が低く、「複雑さ」では、全建築材料で「複雑さ」が高いほど非容認率が高い傾向が見られた。「新鮮さ」「温かさ」では特に関係は見られなかった。
- ・快・不快度と非容認率との関係では、全建築材料で快・不快度が高いほど非容認率が低い傾向が見られた。

3) 以上の関係から、建築材料の種類と臭気濃度によって決まる建築材料のにおいに対する評価構造モデルを作成し、濃度に対する評価である臭気強度と、におい質に対する評価である快・不快度とが、最終評価と考える非容認率に及ぼす影響の割合が約6:5であることが明らかとなった。

以上の様に、嗅覚測定法によって実施するにおい評価実験における問題点について明らかとし、よりよい精度を目指しながらより簡易な実験手法確立のための基礎資料の整備を行った。これらの成果によって、今後の実験手法の改善につながり、より簡易で精度の高い実験手法がより広く臭気測定の機会を拡げ、室内のにおい環境の向上に資することができたと言えよう。

## 関連発表論文

### 原著論文

タイトル	発表者	発表誌	発表年月	関連章
Psychological bias caused by notification of odor name in sensory evaluation test of odor	Toshio Yamanaka Kazunobu Sagara Hisashi Kotani Akihisa Takemura Misako Fujiwara	Building and Environment, vol. 44 pp. 1350-1355	2009. 7	3
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	竹村明久 相良和伸 山中俊夫 甲谷寿史 藤本徹	日本建築学会環境系論文集 第638号 pp. 495-500	2009. 4	4
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）	竹村明久 山中俊夫 相良和伸 甲谷寿史 桃井良尚	日本建築学会環境系論文集 第648号 pp. 189-196	2010. 2	4
建築材料から発生するにおいの主観評価に関する研究	竹村明久 山中俊夫 甲谷寿史	日本建築学会環境系論文集 第630号 pp. 999-1004	2008. 8	6

### 国際学会

タイトル	発表者	発表誌	発表年月	関連章
Psychological bias caused by notification of odor name in sensory evaluation test of odor	Toshio Yamanaka Kazunobu Sagara Hisashi Kotani Akihisa Takemura Misako Fujiwara	The 6th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation	2007. 10	3
Necessary number of subject in olfactometry measurement using flask method	Akihisa Takemura Kazunobu Sagara Toshio Yamanaka Hisashi Kotani	The 11th International Conference on Indoor Air Quality and Climate	2008. 8	5
Psychological process in sensory evaluation on odors from building material	Akihisa Takemura Toshio Yamanaka Hisashi Kotani Takeshi Tomita	The 6th International Conference on Indoor Air Quality, Ventilation & Energy Conservation	2007. 10	6

## 口頭発表

タイトル	発表者	発表誌	発表年月	関連章
温湿度条件が嗅覚閾値及びにおいの主観評価に及ぼす影響	竹村明久 山中俊夫 甲谷寿史 光田恵 前潤	空気調和・衛生工学会 近畿支部学術研究発表会論文集 pp. 27-30	2003. 3	2
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1)濃度とにおい評価との関係による検討	竹村明久 山中俊夫 甲谷寿史 光田恵	日本建築学会近畿支部 研究報告集 第43号 環境系 pp. 153-156	2003. 6	2
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 $\alpha$ -ピネン、トルエン、メチルメルカプタンに関する検討	竹村明久 山中俊夫 甲谷寿史 光田恵	日本建築学会大会学術 講演梗概集, D-1 pp. 791-792	2003. 9	2
におい袋法における試料名告知の有無が主観評価結果に及ぼす影響	竹村明久 相良和伸 山中俊夫 甲谷寿史 光田恵 藤原美紗子	空気調和・衛生工学会 近畿支部学術研究発表会論文集 pp. 97-100	2004. 3	3
においの主観評価に関する基礎的研究 (その2)パネルの建材臭に対する嗜好が評価に及ぼす影響	竹村明久 相良和伸 山中俊夫 甲谷寿史	日本建築学会大会学術 講演梗概集, D-1 pp. 791-792	2007. 8	3
試料名告知の有無及び性差が建築材料から発生するにおいの心理評価に及ぼす影響	藤原美紗子 相良和伸 山中俊夫 甲谷寿史 光田恵	日本建築学会近畿支部 研究報告集 第44号 環境系 pp. 197-200	2004. 6	3
試料名告知の有無がにおいの心理評価に及ぼす影響	藤原美紗子 相良和伸 山中俊夫 甲谷寿史 光田恵	日本建築学会大会学術 講演梗概集, D-1 pp. 931-932	2004. 8	3
試料名告知の真偽がにおいの主観評価に及ぼす影響	藤原美紗子 相良和伸 山中俊夫 甲谷寿史	空気調和・衛生工学会 近畿支部学術研究発表会論文集 pp. 37-40	2005. 3	3
においの主観評価に関する基礎的研究 —告知試料名の真偽が評価結果に及ぼす影響	山中俊夫 相良和伸 甲谷寿史	日本建築学会大会学術 講演梗概集, D-1 pp. 879-880	2005. 9	3

## 口頭発表（前頁より続き）

タイトル	発表者	発表誌	発表年月	関連章
においの主観評価実験におけるパネル数と評価回数が評価に及ぼす影響	竹村明久 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 藤本徹	空気調和・衛生工学会 近畿支部研究報告集 pp. 201-204	2008. 3	4
少数パネル群を用いたにおいの主観評価における申告値の統計的特性	竹村明久 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 藤本徹	日本建築学会近畿支部 研究報告集, 第48号 環 境系 pp. 309-312	2008. 6	4
においの主観評価における少数パネルによる評価の妥当性	竹村明久 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 藤本徹	空気調和・衛生工学会 学術講演会講演論文集 pp. 1285-1288	2008. 8	4
においの主観評価における少数パネル評価の妥当性に関する検討	竹村明久 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 藤本徹	日本建築学会大会学術 講演梗概集, D-2 pp. 845-846	2008. 9	4
嗅覚測定法に関する基礎的研究 －においの主観評価における少数パネル評価の妥当性に関する検討－	竹村明久 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史	日本建築学会近畿支部 環境工学部会, 第10回 近畿環境工学シンポジ ウム pp. 7-12	2008. 11	4
においの主観評価実験におけるパネル数と評価回数が評価に及ぼす影響 その2 60名の評価に基づく臭気強度と非容認率に関する検討	竹村明久 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 桃井良尚	空気調和・衛生工学会 近畿支部学術研究発表 会論文集	2010. 3 発表予定 (投稿済)	4
におい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	藤本徹 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 竹村明久	空気調和・衛生工学会 近畿支部学術研究発表 会論文集 pp. 197-200	2008. 3	5
においに関する言語評定尺度の表現用語間隔の同定	藤本徹 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 竹村明久	日本建築学会近畿支部 研究報告集, 第48号 環 境系 pp. 93-96	2008. 6	5
臭気評価における言語評定尺度の表現用語間隔に関する検討	藤本徹 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 竹村明久	空気調和・衛生工学会 学術講演会講演論文集 pp. 1289-1292	2008. 8	5

## 口頭発表（前頁より続き）

臭気強度尺度における表現用語間の心理的距離	藤本徹 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 竹村明久	日本建築学会大会学術 講演梗概集, D-2 pp. 843-844	2008. 9	5
において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) 表現用語間隔に関する高年齢層と若年齢層の差異	服部亜矢 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 桃井良尚 竹村明久	空気調和・衛生工学会 近畿支部研究報告集 pp. 45-48	2009. 3	5
において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3) 臭気評価実験に基づく言語評定尺度の等間隔性に関する検討	竹村明久 相良和伸 中山俊夫 甲谷寿史 桃井良尚 服部亜矢	空気調和・衛生工学会 近畿支部学術研究発表 会論文集 pp. 49-52	2009. 3	5
においてに関する言語評定尺度の表現用語間隔の同定 (その2) 中・高年齢層と若年齢層の表現用語間隔認識の比較	中山俊夫 相良和伸 甲谷寿史 桃井良尚 竹村明久	日本建築学会近畿支部 研究報告集, 第49号 環 境系 pp. 137-140	2009. 6	5
においてに関する言語評定尺度の表現用語間隔の同定 (その3) 臭気の主観評価に基づく尺度表現間隔の検討	竹村明久 中山俊夫 相良和伸 甲谷寿史 桃井良尚	日本建築学会近畿支部 研究報告集, 第49号 環 境系 pp. 141-144	2009. 6	5
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	中山俊夫 相良和伸 甲谷寿史 桃井良尚 竹村明久	日本建築学会大会学術 講演梗概集, D-2 pp. 583-584	2009. 8	5
において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	竹村明久 中山俊夫 相良和伸 甲谷寿史 桃井良尚	日本建築学会大会学術 講演梗概集, D-2 pp. 581-582	2009. 8	5
建築材料から発生するにおいての心理反応	富田武志 甲谷寿史 中山俊夫 竹村明久	空気調和・衛生工学会 近畿支部学術研究発表 会論文集 pp. 23-26	2002. 3	6
建築材料から発生するにおいての心理評価 (その1)においての心理評価構造に関する考察	竹村明久 中山俊夫 甲谷寿史	日本建築学会近畿支部 研究報告集, 第42号 環 境系 pp. 189-192	2002. 6	6
建築材料から発生するにおいての心理評価 その2 木材、畳、コンクリートのにおいてに関する検討	竹村明久 中山俊夫 甲谷寿史	日本建築学会大会学術 講演梗概集, D-2 pp. 951-952	2002. 8	6

## 謝辞

大阪大学教授 山中俊夫先生には本論文の主査をお執り頂き、また日頃から終始高いご見識と閃きにて素晴らしいご指導とご鞭撻を賜りました。ここに記して深く感謝致します。

大阪大学教授 相良和伸先生、大阪大学准教授 甲谷寿史先生には副査を御引き受け頂き、また、多大なご指導とご援助を頂きましたことを深く感謝致します。さらに。本論文の作成に当たり数々のご指導や助言を頂きました、大同大学准教授 光田恵先生、国立明石工業高等専門学校准教授 平石年弘先生、大阪大学助教 桃井良尚先生に深く感謝致します。

本論文は、私の学部4年生からの成果をまとめたものです。実験ベースの研究であったため、日夜共ににおいて向き合った先輩、後輩の皆様には感謝の念でいっぱいです。第2章の内容については、前潤氏と長期間にわたる実験に対し、実験者として被験者としてご協力頂きました。また、大同工業大学の羽根久史氏、辻幸志氏とは並行しての類似検討を行い、結果比較をさせて頂きました。第3章の内容については、藤原美紗子氏に実験に外部雇用の被験者募集にと八面六臂のご活躍とご協力を賜りました。第4章と第5章の内容については、藤本徹氏に実験室内装工事に始まり、2種の研究の同時並行という過酷な条件の中、大車輪のご活躍にてご協力頂きました。また、第5章の内容では、服部亜矢氏にも同じく2種のテーマを同時並行の中で多大なご協力を賜りました。第4章の一部は、長續仁志氏にも共同研究者として明るく楽しくご協力を頂きました。中高齢被験者対象の内容については、研究室のメンバー皆様に実験者としてご協力頂きました。第6章の内容は、私が初めてにおいての研究に踏み入った思い出深い研究でした。富田武志氏に実験方法からまとめ方まで手取り足取りご教授頂きました。また、それぞれの実験には多くの被験者の方々にご協力を頂いたことも忘れておりません。

各界の先生方や学生の皆様には、逐一研究の方向性や考え方、内容に対するアドバイス等を頂き、御講演や会食の場での会話から勝手に研究に対するヒントを頂きました。日々賑やかに過ごさせて頂いた研究室の皆様と、自己都合による退職に当たっても温かく激励、支援下さった在籍時の会社の皆様にも心よりの感謝の念に堪えません。また、この不況にあって退職と再入学という冒険を、あらゆる面で支援頂いた家族の協力なくしては本論文の完成には至らなかったと感じております。

皆様の温かいご支援を基に私の人生が成り立っていることを再認識し、感謝の念新たにすると共に、ここに記すことで皆様に深く感謝の意を申し上げます。ありがとうございました。

2010年3月

竹村 明久