

基準臭を用いた嗅覚閾値測定<sup>1)</sup>

## 第1報 嗅覚閾値の分布と閾値に及ぼす諸要因

Measurements of olfactory threshold by standard test odors

## 1. Distribution of olfactory threshold and the influence factors

竹内 教文<sup>2)</sup> 岡安 信二<sup>2)</sup> 永田 好男<sup>2)</sup>  
重田 芳廣<sup>2)</sup> 青木 通佳<sup>3)</sup>Norifumi Takeuchi, Shinji Okayasu, Yoshio Nagata, Yoshihiro Shigeta  
and Michiyoshi Aoki

## 1 はじめに

人間の嗅覚は、においの質、強度および認容性を総合的に判定できるということから非常に優れた能力を有している。

しかしながら、嗅覚によるにおいの測定に際しては、パネル間の嗅力差、測定機関間のパネル員の選定基準の相違等が、測定値の信頼性、妥当性を左右するという点で大きな問題であり、すでに標準検査法が確立されている視力、聴力と同様、嗅力を量的に評価できる検査法の確立が待たれていた。わが国では、1971年より高木<sup>1)</sup>らによって嗅力検査のための標準となる物質の選定、検査方法等の研究がなされ、最近5~10種類のにおい物質が嗅力測定用の基準臭として定められた。

そこで著者らは、これらの基準臭を用い、300名余りの人を対象に嗅覚閾値の測定を行い、嗅覚閾値の分布および年齢、性別等の要因について検討を加え、多方面で実施されつつある、基準臭を用いた調査研究に対し、一情報となることを望みここに報告する。

## 2 方 法

## 2.1 基準臭

本実験で用いた6種類の基準臭は、表1に示すとおりであり、これらの基準臭は $10^{0.5}$ 倍希釈系列で調製されている。

## 2.2 被験者

本実験に参加した被験者の構成を、表2に示す。

## 2.3 試験手順

1番から5番までの番号を記入した、におい紙(細長い無臭の濾紙)5本を準備する。そして任意のにおい紙2本の先端に基準臭(1種類)を浸し、他の3本のにおい紙に無臭のニュージェールを浸し、図1の支え台に差しこんで被験者に提示する。被験者は5本のにおい紙の先端を1本ずつ、図2のようにして嗅ぎ、においのある2本のにおい紙の番号を回答する。被験者が正しい回答をしたときには、1段階低い濃度の基準臭で同様の試験を行い(下降系列)、誤って回答をしたときにはその濃度で終了する。その基準臭に対する被験者の閾値は、被験者が正しい回答をした最低濃度とする。なお、試験の際に被験者の年齢、性別、喫煙、嗅覚の自覚および体調についての記録をとった。

## 3 結果および考察

## 3.1 嗅覚閾値分布について

嗅覚閾値は基準臭の濃度 $10^{-n}$ (W/W)のnで表した。各基準臭の嗅覚閾値の分布を図3~図8に示したが、基準臭間で嗅覚閾値の平均値に5.0~6.3と濃度で約20倍の差がみられ、また、被験者間のばらつきの程度も異なり、基準臭の種類によって異った分布の形態を示し

- 1) 本研究は、環境庁委託業務「悪臭評価判定法改善検討調査」によって実施された
- 2) 日本環境衛生センター公害部特殊公害課  
Odor Laboratory, Department of Environmental Pollution, Japan Environmental Sanitation Center
- 3) 日本大学生産工学部管理工学科  
Department of Industrial Engineering and Management, College of Industrial Engineering, Nihon University

表 1 基準臭

物質名	濃度と溶媒		においの質
	プロピレングリコール	ニュジョール	
$\beta$ -フェニルエチルアルコール	-1 -2.5 10 ~ 10	-3 -9.5 10 ~ 10	花のにおい, バラの花びらのようなにおい
メチルシクロペンテノン	-1 -3.5 10 ~ 10	-4 -9.5 10 ~ 10	甘いこげ臭, 菓子プリン(こげ茶色の部分)のにおい
イソ吉草酸		-1 -9.5 10 ~ 10	濡れた靴下臭 汗くさいにおい
$\gamma$ -ウンデカラクトン	-1 -1.5 10 ~ 10	-2 -9.5 10 ~ 10	熟した果実臭 桃の缶詰のようなにおい
スカトール	-1 -2.5 10 ~ 10	-3 -9.5 10 ~ 10	かびくさいにおい(糞の中にも含まれているにおい)
フェノール	-1 -3 10 ~ 10	-3.5 -9.5 10 ~ 10	石炭酸臭

表 2 被験者

実施機関	被験者
日本環境衛生センター	91名(男64名女27名)~228名(男177名女51名) 19歳~50歳
日 本 大 学	73名(男56名~17名) 18歳~30歳

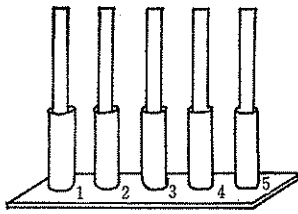


図 1 支え台

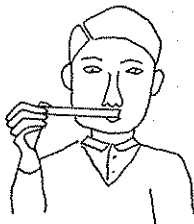


図 2 においのかぎ方

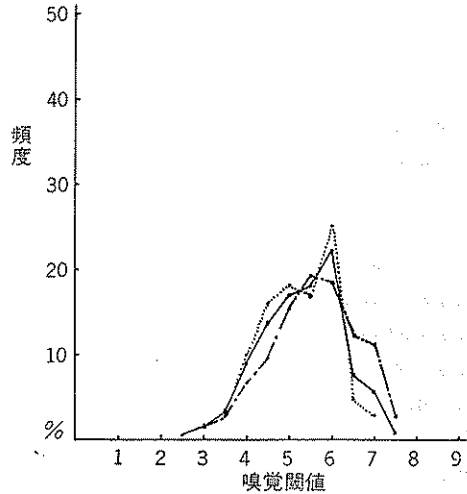


図 3  $\beta$ -フェニルエチルアルコールの嗅覚閾値分布

- ..... 日本環境衛生センター (n=139  
 $\bar{x}$ =5.19 SD=0.90)
- 日本大学 (n=73  $\bar{x}$ =5.57  
SD=1.01)
- 全 体 (n=212  $\bar{x}$ =5.32  
SD=0.96)

た。

また、2機関の測定結果において、 $\beta$ -フェニルエチルアルコール、 $\gamma$ -ウンデカラクトンおよびフェノールでは嗅覚閾値の平均値(平均値の差0.22~0.38)に、メチルシクロペンテノンおよびスカトールでは、ばらつきの程度(分散比 $\approx$ 1.29~1.32)に有意差が認められた。これについては、両測定機関の被験者の年齢層が異なることが1つの要因と考えられた。すなわち、日本大学では被験者

の大半が20代であるのに対し、日本環境衛生センターでは19歳~50歳と広い年齢層を対象としており、嗅力の鋭敏度だけを問題にすると、高齢者より中年、若年の人の方が鋭敏であるとの報告<sup>4)5)</sup>が多くみられるからである。これについては著者らの実験においても同様の結果が得られている(本文3・3参照)。なお、両測定データより、同じ年齢層の被験者を選び解析を行った結果、すべての基準臭について嗅覚閾値の平均値に有意差は認められなかった。

3. 嗅  
ての  
だろ  
度が

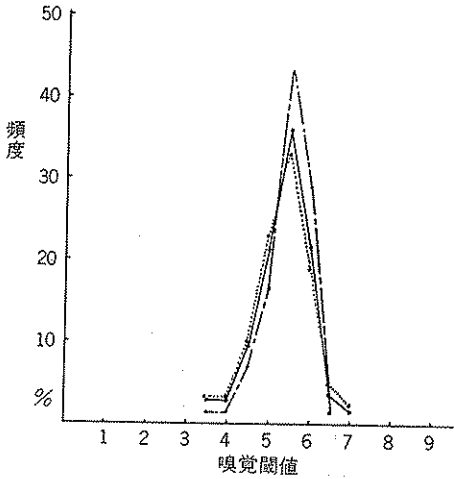


図4 メチルシクロペンタノンの嗅覚閾値分布

..... 日本環境衛生センター (n=212  
 $\bar{x}=5.34$  SD=0.70)  
 - - - 日本大学 (n=73  $\bar{x}=5.46$   
 SD=0.53)  
 — 全 体 (n=285  $\bar{x}=5.37$   
 SD=0.67)

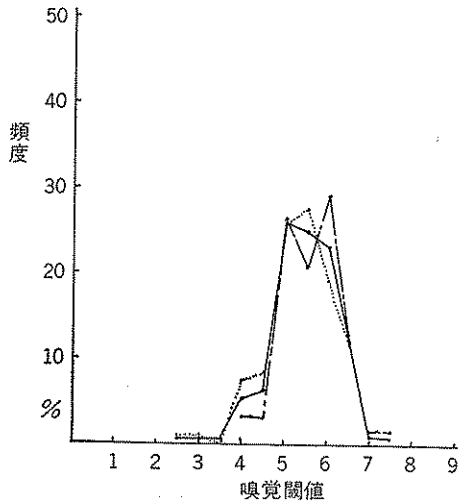


図6  $\gamma$ -ウンデカラク톤の嗅覚閾値分布

..... 日本環境衛生センター (n=110  
 $\bar{x}=5.34$  SD=0.77)  
 - - - 日本大学 (n=73  $\bar{x}=5.60$   
 SD=0.71)  
 — 全 体 (n=183  $\bar{x}=5.45$   
 SD=0.76)

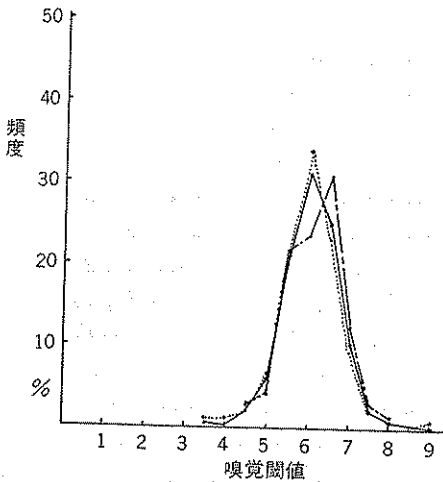


図5 イソキサントンの嗅覚閾値分布

..... 日本環境衛生センター (n=212  
 $\bar{x}=6.02$  SD=0.72)  
 - - - 日本大学 (n=73  $\bar{x}=6.15$   
 SD=0.68)  
 — 全 体 (n=285  $\bar{x}=6.05$   
 SD=0.71)

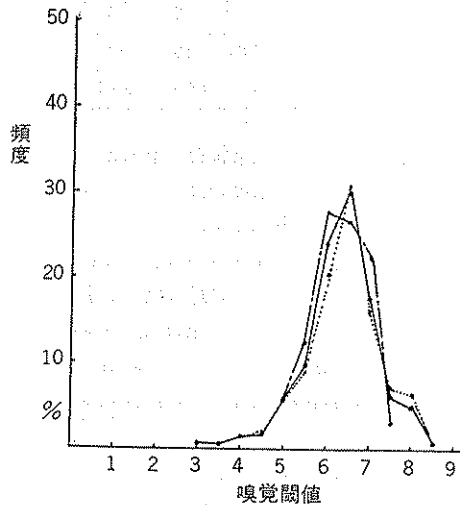


図7 スカトルの嗅覚閾値分布

..... 日本環境衛生センター (n=212  
 $\bar{x}=6.38$  SD=0.89)  
 - - - 日本大学 (n=73  $\bar{x}=6.23$   
 SD=0.69)  
 — 全 体 (n=285  $\bar{x}=6.34$   
 SD=0.85)

3.2 被験者個人の嗅力の特異性

嗅力の鋭敏な人は平均的な嗅力を有する人より、すべてのにおい物質に対して低い濃度でおいを検出できるだろうか。また、特定のにおい物質についてのみ特に感度が良い、あるいは特に悪いというようなにおい物質の

間で嗅力に差がみられるか、という問題については本実験結果をもとに検討を加えた。

図3～図8に示した被験者集団の嗅覚閾値分布におい

で  
鋭  
の  
あ  
果  
タ  
す  
め

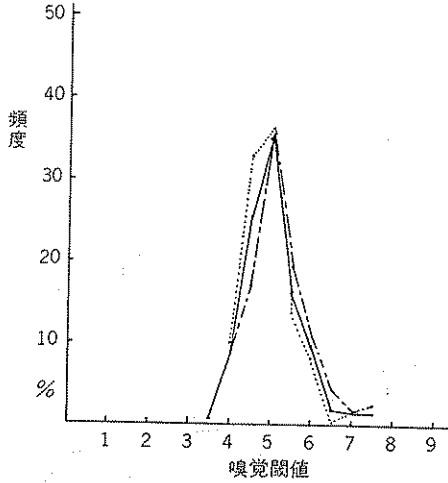


図8 フェノールの嗅覚閾値分布  
 ..... 日本環境衛生センター (n=89)  
 $\bar{x}=4.91$   $SD=0.58$   
 - - - 日本大学 (n=73  $\bar{x}=5.13$   
 $SD=0.65$ )  
 ——— 全 体 (n=162  $\bar{x}=5.0$   
 $SD=0.69$ )

表3 被験者の基準臭間の感度差

基準臭間の嗅力差	0	1	2	3	4	5
被 験 者	4	38	68	27	5	1
頻 度 (%)	2.8	26.6	47.6	18.9	3.5	0.7

て、標準偏差に相当する濃度幅を1単位として平均値を中心に濃度を8等分し、濃度の高い方から低い方へ8段階に区分した。このようにして、それぞれの被験者の嗅覚閾値を各基準臭ごとに1~8の数値で表わし、直線上にプロットするとともに、その最大値と最小値の差(基準臭間の感度差を意味する)を求めた。6基準臭すべてについて、閾値測定を行ったところ143名の被験者に対して求めた基準臭間の感度差とその出現頻度との関係を表3に示した。

これより、全被験者の約80%の人々は、基準臭間の嗅力の差はさほど認められず、そのうち、6基準臭とも平均値以上の人が11名、6基準臭とも平均値以下の人が9名であった。しかしながら、残りの約20%の人々は、基準臭間において感度に差がみられ、そのうち他の物質に比べて1物質のみ特に感度の良い人が5名、1物質のみ特に感度の悪い人が3名みられた。これらのデータから被験者が、おのおのの基準臭において、必ずしも同じような感度を有するとは限らないということが判った。

3.3 年令・性別等と嗅覚閾値の関係について

3.3.1 データ解析法

年令・性別・喫煙の程度等の5項目の要因と閾値の関係を探るため、日本環境衛生センターおよび日本大学で得た計301名のデータについて数量化理論第1類を用いて解析を行った。すなわち、各被験者の閾値を外的基準にとり、これを説明する要因(アイテム)として質問した5項目をとり、この5項目で閾値をどの程度説明できるかを調べた。また、5つの説明要因を、解析の都合上各カテゴリーのサンプル数ができるだけ等しくなるように考慮して、次のようなカテゴリーに分割した。

- ・年令
  1. 22歳未満
  2. 22~27歳
  3. 28~36歳
  4. 37歳以上
- ・性別
  1. 男
  2. 女
- ・喫煙の程度(1日の本数)
  1. 0本
  2. 1本~14本
  3. 15本~24本
  4. 25本以上
- ・嗅力の自覚
  1. わりに悪い, 悪い
  2. 普通
  3. わりに良い, 良い
- ・体調
  1. 普通
  2. やや悪い
  3. かなり悪い

3.3.2 解析結果および考察

解析結果を表4に示す。

本解析で説明要因にとった5項目と実際の測定値との当てはまりを示した重相関係数は、各基準臭で0.3~0.5程度であった。重相関係数を2乗した決定係数を基準臭ごとにみると、最も高いのはイソ吉草酸で約0.25、最も低いのが、 $\beta$ -フェニルエチルアルコールの約0.11、他の4基準臭はほぼ0.15前後であった。したがって、本解析で説明要因にとった年令・性別等の5項目は閾値に対し10~25%程度の説明力を持っているが、これら5項目では説明できない個人による嗅力差が、嗅覚閾値の分布に大きく寄与していることが推測される。

上に述べたように、ここで解析した5項目は嗅覚閾値の分布に積極的な意味は持たないが、以下に各説明要因別に閾値との関係を考察してみる。表4でのレンジおよび偏相関係数は共に各説明要因の閾値に対する説明度を示したものである。また、各説明要因中のカテゴリー(各年令層, 男・女等)と閾値の関係を示したアイテム・カテゴリー数量値を図9に示し、これらをもとに以下の考察を行った。

(1) 年令

各説明要因について偏相関係数をみると、5項目中で

表 4 嗅覚閾値測定データ解析結果 (数量化理論第 I 類)

項目	基準臭 β-フェニルエチル アルコール	メチルシクロ ペンテノン	イソ吉草酸	アウンデカラクトン	スカトール	フェノール	
重相関係数	0.3250	0.4130	0.5023	0.3746	0.4027	0.3883	
決定係数	0.1056	0.1706	0.2527	0.1403	0.1622	0.1508	
偏相 関係 係数	年齢	0.2525	0.2702	0.3249	0.2961	0.2249	0.2512
	性別	0.0644	0.2078	0.3038	0.1908	0.0814	0.1135
	喫煙本数	0.1747	0.1195	0.1738	0.1874	0.1768	0.0860
	嗅覚に対する自覚	0.0868	0.1449	0.1205	0.1423	0.2376	0.1739
	体調	0.0425	0.0255	0.0833	0.0340	0.0220	0.1621
レ ジ ン	年齢	0.7689	0.5420	0.5921	0.8019	0.5038	0.4937
	性別	0.1391	0.3528	0.5207	0.3333	0.1852	0.2129
	喫煙本数	0.5026	0.2279	0.3057	0.5076	0.4287	0.1572
	嗅覚に対する自覚	0.1961	0.3241	0.2457	0.3180	0.6234	0.4033
	体調	0.1261	0.0374	0.1181	0.1056	0.0829	0.2822
推定標準誤差	0.9234	0.6640	0.6478	0.7335	0.8284	0.6833	

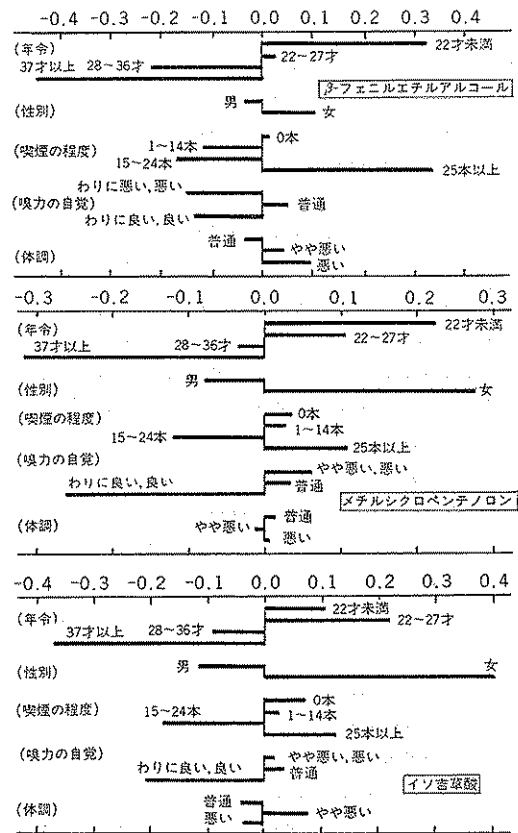
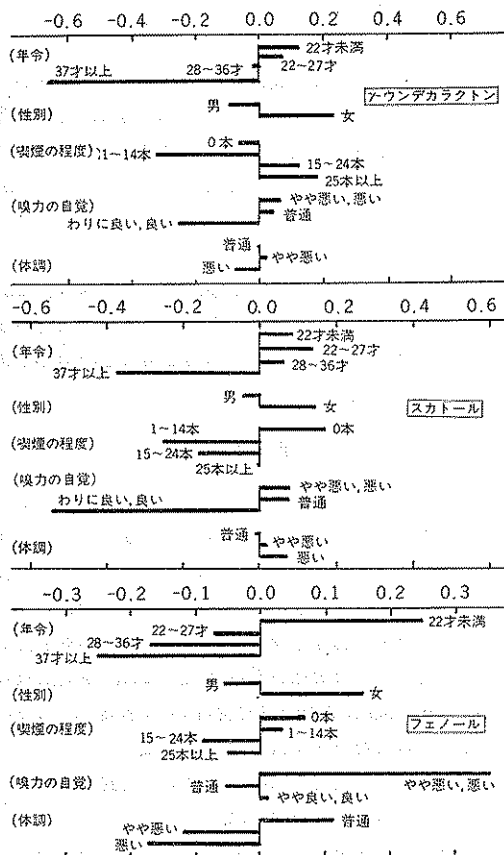


図 9 アイテムカテゴリー数量値

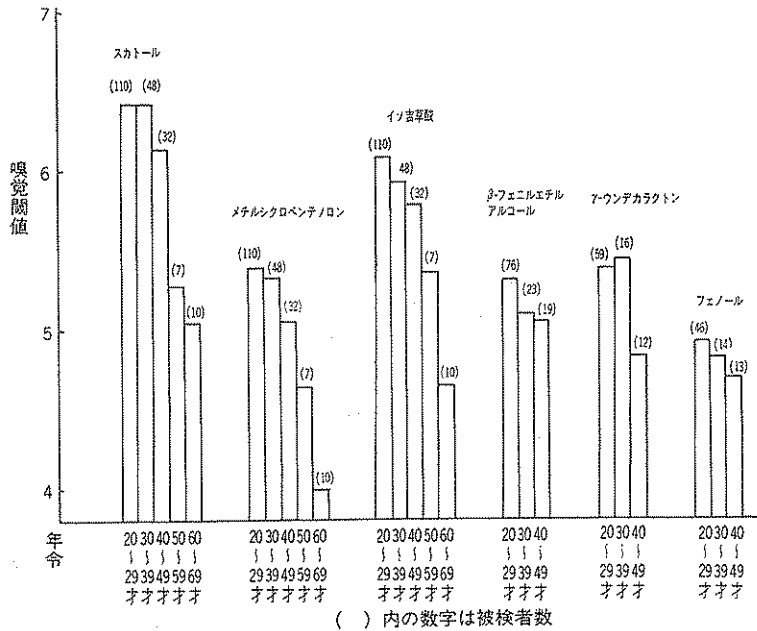


図 10 年齢と嗅力の関係 (測定：日本環境衛生センター)

年齢がどの基準臭においても最も高く、年齢差が閾値の変動に寄与しているということが出来る。

アイテム・カテゴリー数量値のグラフ (図 9) をみると、全般に年齢が高くなるほど閾値が高くなる傾向がみられた。特に37歳以上では、他の年齢層との差が比較的是っきりみられた。本解析では、高年齢者のサンプルが不足しているため、40歳以上の年代を細かく分割して閾値との関係を見ることはできなかったが、参考として年齢別の閾値の平均値 (データ：日本環境衛生センター) を図 10 に示した。この図では、年齢の他に性別、喫煙の程度等の要因も分布に寄与している可能性があり、直接この解析と結びつけることはできないが、50歳代、60歳代ではさらに閾値が高くなることが予想される。

(2) 性別

性別については各基準臭で傾向に差があったが、メチルシクロペンテノン、イソ吉草酸、γ-ウンデカラクトンの3基準臭では、性別の閾値に対する説明度が高かった。これらの基準臭ではいずれも男性よりも女性の閾値の方が低い傾向にあった。

(3) 喫煙の程度

喫煙の程度においては、全般に閾値に対する寄与は低かった。本解析によれば一日の喫煙の本数が少ない者は一般に非喫煙者に比べて閾値が高くなるが、一日25本以上の喫煙者では、逆に非喫煙者より閾値が低くなる基準臭が多くみられるなど、喫煙と閾値との間に明瞭な関係は認められなかった。

(4) 嗅力の自覚

嗅力に対する自覚も全般に閾値に対する寄与は低かった。あえてその傾向を見い出すならば、嗅力に自信を持っている人ほど逆に閾値が高くなる傾向があり、当人の自覚は実際の嗅力を必ずしも反映していないことがわかった。

(5) 体調

一般に閾値に対する体調の寄与はほとんどみられなかった。ただし、この解析は体調を本人の自覚の立場から調べたもので、実際の医学的な体調と嗅力との関係を調べたものではない。

4 ま と め

6基準臭 (β-フェニルエチルアルコール、メチルシクロペンテノン、イソ吉草酸、γ-ウンデカラクトン、スカトールおよびフェノール) を用いて300名余りの一般日本人の嗅覚閾値の測定を行い、嗅覚閾値の分布および被験者の年齢・性別等と閾値の関係について解析を行った結果、次のような所見が得られた。なお、嗅覚閾値の測定は10<sup>0.5</sup>倍希釈系列の濃度段階の基準臭で、におい紙を使い下降系列の5-2法により行った。

- 1) 各基準臭の嗅覚閾値の平均値に、濃度で約20倍の差があり、標準偏差も異なった。
- 2) 年齢と嗅覚閾値との関係については、年齢が高くなるほど閾値が高くなる傾向がみられた。
- 3) 男女間の嗅覚閾値の差については、女性の閾値の

方がやや低い傾向にあった。

4) 喫煙、嗅力の自覚および体調については、一定の傾向がみられず、これら以外の要因が、嗅覚閾値に影響していると思われる。

本研究は、環境庁の悪臭評価判定法改善検討調査の一部であり、研究の便宜を与えられたことに感謝する。また本研究を行うにあたって貴重なデータを提供して下さった、三井情報開発株式会社およびこの研究を行うにあたって適切なお助言をいただいた悪臭評価判定法改善検討会の委員の方々に心から謝意を表す。

#### 引用文献

- 1) Amoore, J. E. 著, 原俊昭訳: 匂い—その分子構造, 恒星社厚生閣, 1972.
- 2) 高木貞敬著: 嗅覚の話, 岩波書店, 1974.
- 3) 日本環境衛生センター: 悪臭評価判定法改善検討調査報告書(1): 19~57, 1978.
- 4) Venstrom, D. and J. E. Amoore: Olfactory threshold in relation to age, sex or smoking. *J. Food Sci.*, 33: 264~265, 1968.
- 5) 岩崎好陽: 嗅覚パネルについての考察, 大気汚染研究, 11: 378, 1976.

#### Summary

Olfactory thresholds of several hundred Japanese monitors were measured using six standard test odors ( $\beta$ -phenylethyl alcohol, methyl cyclopentenolone, isovaleric acid,  $\gamma$ -undecalactone, skatole and phenol). Distribution of threshold values and the factors influencing the distribution were investigated.

1) Ten-fold difference in average values of olfactory thresholds was observed among 6 standard test odors. Standard deviation of olfactory threshold of six standard test odors ranged between 0.67 and 0.96.

2) Olfactory threshold showed a tendency to decrease in value with the increased age of the monitors.

3) Threshold value of female monitors tended to be a little lower than that of male monitors.

4) Smoking quantity, self consciousness and physical condition of each monitor seemed to have little affect on the olfactory threshold.