

基準臭を用いた嗅覚閾値測定¹⁾

第2報 繰り返し測定による閾値の変動

Measurements of olfactory threshold by standard test odors

2. Fluctuations of threshold value with repeated measurements

岡 安 信²⁾ 永 田 好 男²⁾ 竹 内 教 文²⁾重 田 芳 廣²⁾ 青 木 通 佳³⁾Shinji Okayasu, Yoshio Nagata, Norifumi Takeuchi, Yoshihiro Shigeta
and Michiyoshi Aoki

1 はじめに

基準臭を使用した嗅覚閾値測定のさいに、被験者個人の嗅覚閾値の分布についてはさきに報告した(竹内ら¹⁾)。閾値測定²⁾は、人間の感知できる臨界の濃度を求める微妙な測定である。したがって、種々の要因により同

一被験者についても、繰り返し測定を行えば閾値は変動するものと予想される。そこで、本報では基準臭による閾値測定を繰り返し行い、各被験者ごとの閾値の変動の様態を調べ、さらにそれらの変動の要因を知るため測定結果について統計解析を行ったので報告する。

表 1 嗅覚閾値の繰り返し測定条件

測定機関	日本環境衛生センター	日本大学生産工学部
基準臭	スカトール イソ吉草酸 メチルシクロペンテノロン	β -フェニルエチルアルコール γ -ウンデカラクトン フェノール
測定方法	におい紙による5-2法 3倍希釈系列・下降法	
1日の測定回数*	5回/日	4回/日
測定日数	約1か月間に8日 (被験者により測定日は異なる)	休日一日を除いた連続7日 (全被験者同一測定日)
被験者数	8名	5名

* 1日の測定時間は、各物質・各機関とも

1回目 10:00 ~ 11:00

2回目 11:00 ~ 12:00

3回目 13:00 ~ 14:00

4回目 14:00 ~ 15:00

5回目 16:00 ~ 17:00 (日本環境衛生センターのみ)

の範囲内で行なった

2 測定方法

日本環境衛生センターおよび日本大学において、被験者5~8名について、 β -フェニルエチルアルコール、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、スカトールおよびフェノールの6基準臭を使用した閾値測定を繰り返して行った。これらの基準臭を使用した閾値測定法の詳細については第1報¹⁾で述べた。繰り返し測定は、1日に4~5回の時間帯を定めてこれ

- 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

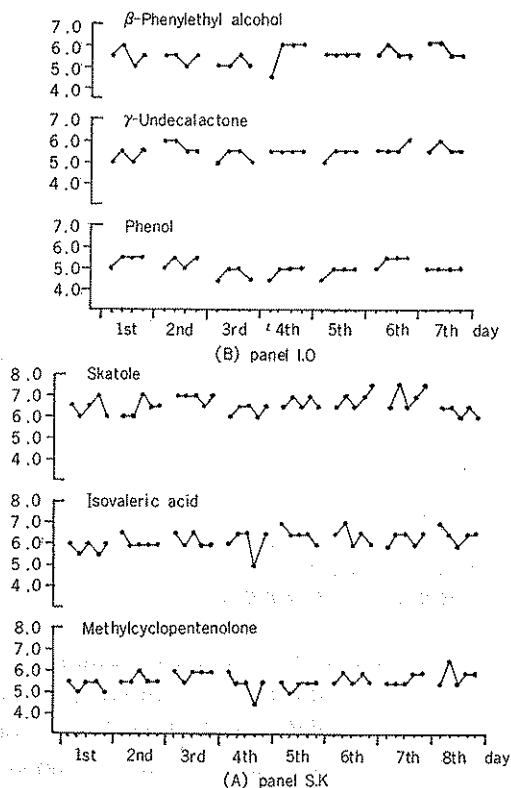


図1 嗅覚閾値の繰り返し測定例

を連続した7日間、あるいは約1か月間に8日行った。測定条件の詳細を表1に示す。

また、基準臭を用いた閾値測定では、試験の未経験者がかぎ方に慣れないために、1回目の測定で閾値が高くなることが予想される。そこで、スカトール、イソ吉草酸、メチルシクロペンテノロンの3基準を用いて、試験の未経験者37名について同一日に2回閾値測定を行い、1回目と2回目の測定値を比較した。

3 結果および考察

繰り返し測定による閾値の変動を示す例として、2名の被験者についての全測定値を図1に示す。また全被験者の測定結果として、各基準臭別の閾値のレンジ、平均値および標準偏差を表2に示す。

測定結果から、被験者個人別の閾値の変動は標準偏差で0.3~0.5程度であり、第1報¹⁾で報告された個人間の閾値のばらつき(標準偏差0.7~1.0程度)に比べ小さくなった。この個人内の閾値の変動がいかなる要因で起っているものかを知るため、以下のように統計解析を行った。

(a) 嗅覚閾値の変動要因の解析(数量化理論第1類)

表2 嗅覚閾値の繰り返し測定結果(数字は希釈倍数の対数值)
(A) 1日5回, 8日間(測定:日本環境衛生センター)

パネル	基準臭	レンジ	平均	標準偏差
Y. N	イソ吉草酸	1.0	5.85	0.34
	スカトール	1.0	6.56	0.28
	メチルシクロペンテノロン	1.0	5.30	0.37
N. T	イソ吉草酸	2.0	6.03	0.53
	スカトール	1.0	6.10	0.30
	メチルシクロペンテノロン	1.5	5.19	0.39
S. O	イソ吉草酸	1.5	6.35	0.38
	スカトール	3.0	6.48	0.74
	メチルシクロペンテノロン	1.5	5.60	0.34
N. S	イソ吉草酸	2.5	6.53	0.48
	スカトール	2.5	6.80	0.72
	メチルシクロペンテノロン	2.5	5.50	0.51
T. M	イソ吉草酸	2.0	6.76	0.44
	スカトール	1.5	6.74	0.44
	メチルシクロペンテノロン	2.0	5.44	0.57
S. K	イソ吉草酸	2.0	6.24	0.40
	スカトール	1.5	6.68	0.42
	メチルシクロペンテノロン	2.0	5.61	0.37
S. S	イソ吉草酸	2.0	6.48	0.45
	スカトール	2.5	6.60	0.47
	メチルシクロペンテノロン	2.5	5.74	0.51
T. O	イソ吉草酸	1.5	6.24	0.45
	スカトール	2.0	6.48	0.45
	メチルシクロペンテノロン	1.5	5.59	0.14

(B) 1日4回, 7日間 (測定:日本大学)

パネル	基準臭	レンジ	平均	標準偏差
M. H	β -フェニルエチルアルコール	1.0	6.02	0.28
	γ -ウンデカラクトン	1.0	6.04	0.33
	フェノール	2.0	5.11	0.34
I. O	β -フェニルエチルアルコール	1.5	5.50	0.38
	γ -ウンデカラクトン	1.0	5.48	0.28
	フェノール	1.0	5.07	0.32
Y. K	β -フェニルエチルアルコール	1.5	6.25	0.43
	γ -ウンデカラクトン	1.5	5.73	0.34
	フェノール	1.5	5.09	0.36
K. Y	β -フェニルエチルアルコール	2.0	5.16	0.42
	γ -ウンデカラクトン	1.0	5.48	0.31
	フェノール	1.0	4.96	0.30
M. K	β -フェニルエチルアルコール	2.5	5.41	0.57
	γ -ウンデカラクトン	1.5	5.11	0.39
	フェノール	1.0	4.54	0.35

今回の測定で得た全被験者の測定値を外基準にとり、これらの全測定値の変動を説明する要因(アイテム)として測定日数、測定時間帯および被験者別の3項目を

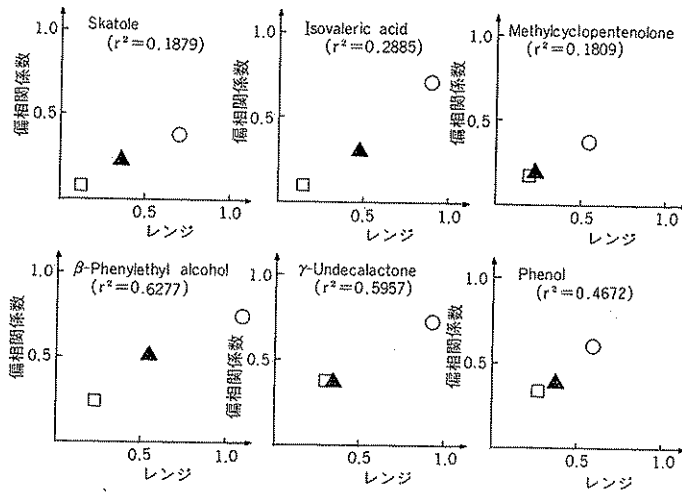


図2 嗅覚閾値繰り返し測定の変動要因(数量化理論第1類)
偏相関係数, レンジは共に閾値の変動に対する説明度を示す
○ 個人間変動 ▲ 日間変動 □ 日内変動 r^2 決定係数

として数量化理論第1類を用い, 各基準臭ごとに閾値の変動要因を調べた。

この解析の結果を図2に示した。本解析の決定係数の値から, 今回説明要因にとった3項目によって全測定値の変動を説明できる度合は, 日本環境衛生センターの3基準臭で15~30%, 日本大学の3基準で45~60%程度であった。このように2機関で説明度合に比較的大きな差がみられたのは, 主として日本大学の測定は全被験者について同時に7日間連続して試験を行ったのに対し, 日本環境衛生センターでは測定日が被験者ごとに異なっていたことに起因していると考えられる。しかし, 日本大学の場合でも, 決定係数が高い基準臭で0.6程度であったことから, 今回説明要因にとった3項目で説明できない試験場所の諸条件や, 各個人の試験に対する意欲や集中度が, 閾値の変動に寄与しているものと考えられる。

各説明要因ごとの閾値の変動に対する説明度を比較してみる。図2に示されるように, 閾値の変動に対する説明度合を表わす偏相関係数およびレンジは, 全基準臭とも被験者個人という要因で最も高くなった。従って被験者個人間の嗅力差が全測定値の変動を最もよく説明しており, 測定日・測定時間は閾値の変動要因として大きな意味を持たないことがわかった。このことは, 嗅覚閾値を測定する官能試験において, 測定に影響する諸条件を考慮する際に注目される。

(b) 閾値測定における練習効果および訓練効果について

閾値測定を繰り返し行っていくと, 被験者が試験方法

に慣れることにより, あるいは嗅力自身が訓練されることによって, 閾値が低くなることも予想される。ここで述べた「慣れ」と「訓練」の相違を明確にすることは難しいが, 本報では嗅力試験を始めて回数浅い段階で, 被験者がにおいのかぎ方に慣れ, あるいはにおいの質を記憶する等によって判断能力が向上することを「慣れ」すなわち「練習効果」によるものとし, 一方繰り返し測定を長時間にわたって行った結果みられる嗅力の鋭敏度の機能的な向上を「訓練効果」によるものとして両者を区別した。

イ) 練習効果

37名の未経験者について行った第1回目と第2回目の閾値測定の結果を比較して図3に示した。これによれば, 被験者のうち $1/2 \sim 1/3$ の人については2回の閾値に差がなかったが, 全般に第2回目の閾値が第1回目比べて低くなる人が多くみられた。従って本閾値測定においては, 被験者がにおいのかぎ方に慣れるために練習を行う必要があると考えられる。

ロ) 訓練効果

嗅力に訓練効果がみられるならば, 測定回数を増すことにより閾値は全般的に低下する。そこで本繰り返し測定で得た全閾値が, 測定回数の増加により有意な変動を示すかどうかを検定してみる。すなわち独立変数に測定日数を取り, 従属変数に各被験者別の日内の閾値の平均値をとって, 回帰直線を引き回帰分散分析を行う。ここで独立変数に測定回数をとらずに測定日数を取り, 閾値を日内平均値で表わしたのは, 各被験者の閾値が日内で

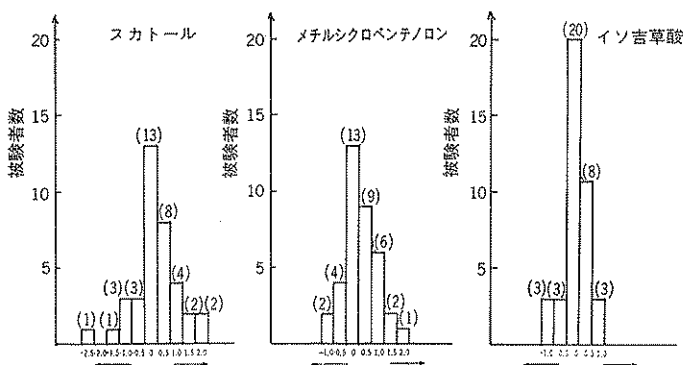


図3 第1回目と第2回目の嗅覚閾値の差
横軸は希釈倍数の対数値の差を示す。マイナス値は2回目の方が悪くなったことを示す。

表3 閾値測定における訓練効果解析結果一覧表(共分散分析)(日内変動平均化)

項目		基準臭					
		スカトール	イソ吉草酸	シクロペンテノロン	フェノール	β -フェニルエチルアルコール	γ -ウンデカラクトン
測定機関名		日本環境衛生センター	日本環境衛生センター	日本環境衛生センター	日本大学	日本大学	日本大学
総データ数(N)		64	64	64	35	35	35
級数(K)		8	8	8	7	7	7
回帰式		$Y = -0.000297 X + 6.548212$	$Y = +0.054018 X + 6.045980$	$Y = +0.021280 X + 5.399552$	$Y = +0.018786 X + 4.871714$	$Y = +0.53786 X + 5.451428$	$Y = +0.035929 X + 5.423428$
回帰相関係数		-0.0017	0.3040	0.17499	0.1194	0.21376	0.1968
分散分析	回帰による変動(S_R)(自由度)	0.0000 (1)	0.9804 (1)	0.1522 (1)	0.0494 (1)	0.4050 (1)	0.1807 (1)
	回帰からの変動(S_r)(自由度)	0.7818 (6)	0.9082 (6)	0.1977 (6)	0.4881 (5)	1.2274 (5)	0.2946 (5)
	級間変動(S_B)(自由度)	0.7819 (7)	1.8886 (7)	0.3498 (7)	0.5376 (6)	1.6324 (6)	0.4753 (6)
	級内変動(S_W)(自由度)	9.0580 (56)	8.7142 (56)	4.6190 (56)	2.9292 (28)	7.2315 (28)	4.1893 (28)
	誤差変動(S_e)(自由度)	9.8398 (62)	9.6223 (62)	4.8167 (62)	3.4174 (33)	8.4589 (33)	4.4839 (33)
	総変動(S_T)(自由度)	9.8398 (63)	10.6028 (63)	4.9689 (63)	3.4668 (34)	8.8639 (34)	4.6646 (34)
F ₁	$\frac{S_B}{K-1} / \frac{S_W}{N-K}$	0.6906	1.7338	0.6059	0.8564	1.0534	0.5294
	変動有意性検定結果	危険率50%でも有意でない	危険率20%でも有意	危険率50%でも有意でない	危険率50%でも有意でない	危険率40%でも有意でない	危険率50%でも有意でない
F ₂	$\frac{S_r}{K-2} / \frac{S_W}{N-K}$	0.8056	0.9727	0.3995	0.9332	0.9505	0.3937
	線形性検定結果	—	危険率40%でも高次回帰なし	—	—	—	—
F ₃	$S_R / \frac{S_e}{N-2}$	0.0002	6.3173	1.9585	0.4771	1.5800	1.3300
	線形回帰有意性検定結果	—	危険率5%で線形回帰は有意	—	—	—	—

変動し、それが全体の傾向をみる際の妨害となることを避けるためである。

解析結果を表3に示す。

分散分析によれば、級内分散すなわち同一測定日内における各個人の閾値の分散が大きく、測定日ごとに被験者全員の閾値の平均をとった値の変動(級間変動)は意味のある傾向は示さなかった。従って測定日数を増すことにより閾値が低下することを示す帰帰直線は、引くことに意味がなく本解析からは顕著な訓練効果をみいだすことはできなかった。測定日ごとの変動がいく分みられたイン吉草酸では線型帰帰が有意となり、訓練効果がややみられたが、全体の閾値の変動に大きく意味をもつ傾向ではないといえる。

本解析は、嗅力の変動の様態を被験者全体の傾向から調べたものである。従って、訓練効果に個人差があり、たとえばある者は訓練によって閾値が低くなり、ある者は訓練効果がみられないといった傾向があっても、それらを個々にみいだすことはできない。

4 ま と め

嗅覚閾値測定を繰り返し行った場合、各被験者の閾値がどのように変動するかを知るために、6基準臭を用いた閾値測定を約1か月間に8日あるいは連続した7日間繰り返して行った。

この結果、各被験者の繰り返しによる閾値の変動は、第1報¹⁾で報告した各個人別の閾値の変動に比べて小さいことがわかった。また、閾値の変動の要因を調べるために統計解析を行ったが、これによれば、測定日・測定時間は閾値の変動要因として大きな意味を持たないことがわかった。さらに、今回行った7~8日間の繰り返し測定では、測定回数を追って嗅力が訓練されて鋭敏度が向上し、閾値が全般に低くなるという傾向は統計的にみられなかった。しかし、基準臭を用いた本閾値測定では、未経験の被験者が測定の初期の1, 2回でかぎ方に慣れ、閾

値が低下する傾向が若干みられた。

本研究は環境庁委託の悪臭評価判定法改善検討調査⁴⁾の一環として行った。研究にあたり終始ご指導を賜わった同検討会の委員の方々、ならびにデータ解析をお願いした三井情報開発株式会社の佐野雅之氏に謹んで感謝の意を表したい。

引用文献

- 1) 竹内教文他：基準臭を使用した嗅覚閾値測定第1報，日環セン報，No. 5：99~105，1978。
- 2) 高木貞敬：嗅覚測定基準の問題点，耳鼻咽喉科，43(5)：388~389，1971。
- 3) 梅沢伸嘉，勝原 淳：香料に関する心理学的研究，香料，No. 90：11~19，1969。
- 4) 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，41~58，1978。

Summary

In order to clarify the fluctuations of olfactory threshold with repeated measurements, we made measurements of the threshold for several consecutive days using 6 standard test odors.

Fluctuations with repeated measurements for the same monitor were observed a little, and the standard deviation ranged from 0.3 to 0.5 (the logarithm of dilution ratio). As the results of the statistical analysis carried out in order to determine the cause of fluctuations of the olfactory threshold, the day or the time of the measurements did not seem to be a major influencing factor. Through measurements carried out for 7 or 8 days, we could not find any statistically significant descent of the olfactory threshold value which might be caused by training of olfactory acuity, due to repeating the tests. However, the decrease in the olfactory threshold value, due to exercise for the initial times, was observed.

対
で、
常
行
11
キ
*