

# 悪臭公害の評価方法の研究 (第3報)

—三点比較式臭袋法の改良とパネル人数の検討—

福 島 悠 石 黒 辰 吉 岩 崎 好 陽  
小 野 塚 春 吉 大 平 俊 男

## 1 研究の概要

筆者らは前報で報告した三点比較式臭袋法を基礎法として、臭気濃度を迅速に求める方法を検討した。また官能試験法で得られるデータの信頼性に大きなかわりをもつパネル人数について検討した。

三点比較式臭袋法は、トライアングルテストによって希釈倍数と正解率の関係を求め臭気濃度を算出する方法であるが(詳細は前報を参照されたい。)、この関係をプロットするときは正解率が1.00から0.33におちる範囲では、同一希釈倍数において3~5回テストを実施し、その正解率の平均をとる。基礎法はこのようにして臭気濃度を求めるため1つの試料についてかなりの時間が必要となる。そこでテスト時間を短縮し、データの信頼性を損なわず、しかも三点比較式臭袋法の特徴を生かした迅速法を考案したので報告する。

## 2 三点比較式臭袋法の迅速法の測定手順

### (1) パネルの選別

嗅覚異常の自覚症状を有する者および風邪をひいているなど健康状態のおもわしくない者を除いた人でよい(特に調香師とは限定しない。)。ただし、パネル採用に先立ち簡単な嗅覚テストを行なうこと。

### (2) 試料採取量および時間

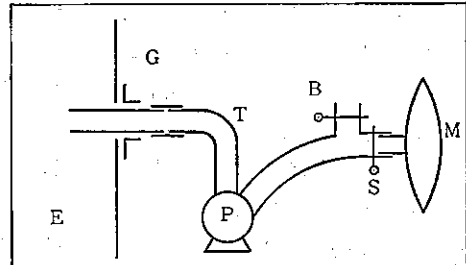
試料は約5~10ℓを約3分間で採取する。

### (3) 試料採取方法

ダイヤフラムポンプでテフロン管を介してマイラーバッグに採取する。

- ① 採取管を排気筒に入れる前に、流速計を用いて採取用バッグに入る試料の流速をスクリューロックを用いて調節する。
- ② 流量調節は試料採取時間が約3分間になるように採取用バッグの容量を考慮して決める。

図1 試料採取方法



(注) E:排気筒 G:試料採取管 T:テフロン管  
P:ダイヤフラムポンプ B:バイパススクリュー  
ロック S:サンプルスクリューロック M:  
採取用バッグ

- ③ 採取管をさしこみ採取用バッグを取り付けて2~3度試料ガスで中の空気を置換したのち採取を行なう。

なお排ガス中に水分が多いときは、採取管とダイヤフラムポンプの間にドレイン落としをつけ、採取用バッグにできるだけ水分を入れないようにする。

### (4) 器 具

- ① 試料採取用ダイヤフラム型ポンプ 1台
- ② 無臭空気注入用テフロンダイヤフラム型ポンプ 1台
- ③ 採取用バッグ(マイラー、テフロンまたはそれと同等もしくはそれ以上のもので試料に変化をあたえないもので、内容積約5~10ℓのもの)
- ④ 採取管(ガラス)
- ⑤ テフロン導管
- ⑥ 注射筒(200, 100, 10, 1, 0.1, 0.01ml 各1本ずつ)
- ⑦ 注射針(横穴式)
- ⑧ 臭袋(アルミ箔製またはこれと同等以上の性能を有するもの)

- ⑨ 鼻あて
  - ⑩ ガラス管 (外径12mm, 長さ15cm)
  - ⑪ シリコン栓 (No. III 2)
  - ⑫ 流速計
- (5) テストを実施する場所  
できる限り次の条件を満足している場所でテストを実施する。

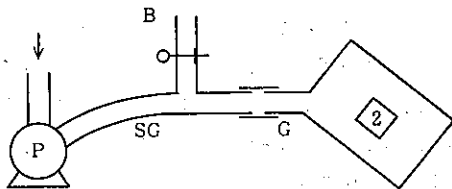
- ① ニオイのない場所
- ② 発生源が見えない場所
- ③ 人の出入りが激しくない場所
- ④ 騒音の少ない所また人声の少ない場所
- ⑤ その他, パネルが十分落ちつける場所
- ⑥ パネルの人数および人数

嗅覚異常の自覚症状のある者, 風邪をひいている者, および体調の悪い者はパネルとして採用はさける。パネルは4人以上とする (p. 36 参照)。

(7) 手 順

- ① 臭袋に「1」, 「2」, 「3」の番号を記入する。
- ② 臭袋にガラス管 (パイレックス外径12mm, 長さ15cm) を接続する。

図2 無臭空気のみたし方



(注) P: ダイアフラムポンプ B: バイパススクリーンコック SG: シリコンゴム G: パイレックスガラス ②: 臭袋

③ 図2のようにダイアフラムポンプ (試料採取用ダイアフラムポンプとは別個のものを使う。) を用いて無臭空気を臭袋に満たす。袋をほぼ一杯にすれば内容積は約3ℓになる。一杯になったところでガラス管にシリコンゴム栓で栓をする (なお, 無臭空気としてニオイの感じない室内の空気を用いてもさしつかえない場合がある。)

④ あらかじめテストを行なう者が原悪臭 (もしくは適宜に希釈されたもの) を嗅ぎ, パネルが容易に感知できる希釈倍数を求め, その希釈倍数からテストを開始する。なお判断がつきにくい場合は, 30倍希

釈からテストする。

⑤ 無臭空気をみだした袋に, 先に求めた希釈倍数になるように注射筒で原悪臭をラベルの上から注入する。参考までに希釈倍数とその時の注入量を表1に示す (針による穴は, ほとんどの場合封じなくともさしつかえない。)

表1 希釈倍数と試料注入量

(臭袋容量3ℓ)

希 釈 倍 数	注 入 量
30倍	100mℓ
100 "	30 "
300 "	10 "
1,000 "	3 "
3,000 "	1 "
1万倍	300μℓ
3 "	100 "
10 "	30 "
30 "	10 "
100 "	3 "

⑥ 無臭空気のみでみたした2個のアルミ袋にも針でラベルに穴をあける。(パネルが針の穴に気付いてニオイを入れた袋を予測することを避ける。)。この2個の袋と, さきの原悪臭を入れた1個の袋, 計3個を1組としてパネルにわたす。

⑦ パネルは3個の臭袋の栓をはずし, 各々に鼻あてをつけ, ニオイを嗅ぎ, 3個のうちニオイのするものの番号を1つ解答する。ただし, どれにニオイがあるか識別できない場合は「不明」と答えるよう事前によく知らせておく。

⑧ パネルの解答が正解の場合は, 次に1段階希釈倍数を上げてテストを行なう。そして順次希釈倍数を上げていき (例えば30→100→300→1000→……), パネル個人の解答が不正解か不明になった希釈倍数で, そのパネルのテストを終える。

3 結果の取り扱い

① 各パネルの臭気濃度は次のようにして求める。すなわち, 各パネルごとに正解であった最低濃度の希

表2 迅速法によるパネルテストの処理モデル

回数	1	2	3	4	5	6	臭気濃度 (オーダ)	パネル(オーダ)平均
希釈倍数	100	300	1,000	3,000	10,000	30,000		
オーダ表示	20	25	30	35	40	45		
パネル名	A	○	○	○	×		$\frac{30+35}{2}=32.5$	30
	B	○	×				$\frac{20+25}{2}=22.5$	
	C	○	○	○	○	△	$\frac{35+40}{2}=37.5$	
	D	○	○	×			$\frac{25+30}{2}=27.5$	

積倍数と不正解の希釈倍数との中間値を、そのパネルの臭気濃度とする(このときの希釈倍数はオーダ表示とする。)

- ② ①より得られた各パネルのオーダ表示された臭気濃度を相加平均する。
- ③ 結果の処理例を表2に示す。

#### 4 測定結果

今まで述べてきた三点比較式臭袋法の迅速法によって実際の現場の悪臭を測定した結果を表3に示す。

この試料は1972年8月23日にF化学(獣骨処理工場)の排水口出口からマイラーバッグに採取したものである。パネル人数は男3人女8人の計11人で1973年5月9~11日、3日間に行なったものである。

#### 5 結果の考察

(1) 三点比較式臭袋法(基礎法)とその迅速法の比較表3に示されているように獣骨臭を基礎法で測定したところ44.0±4.7オーダであり、一方迅速法では、44.6±5.4オーダであった。すなわち、この試料の平均臭気濃度では良い一致が得られた。ただし、その標準偏差は後者のものが大きかった。これはやはり後者の個々の測定値のばらつきが、前者のそれよりも大きいことを示している。

この試料について1972年8月29日、7人のパネルで三点比較式臭袋法で行なった結果は50オーダであった。すなわち、試料採取後マイラーバッグに保存しておいて8カ月余経過した時に44オーダに下がっていたこともわか

った。試料採取後はあまり時間が経過しないうちにテストすべきである。

#### (2) パネル人数の検討

官能試験法においてはパネルの選別および人数は、得られるデータの信頼性に大きな影響をもつ。そこで筆者らは、何人のパネルでテストを行なうと、どの程度の信頼性をもつデータが得られるかを検討した。

ニオイとは、有香物質の種類とその濃度(あるいは数物質の混合の程度)などによる刺激量が、人間の嗅覚を刺激することによってひき起こされる感覚の反応量である。さらにこの反応量は、刺激が与えられるたびごとに異なった量をあたえる。すなわち、この反応量は統計量であり、ある分布をもっている。そしてそれは正規分布をなすと言われている。

一方統計学は、次のことをわれわれに教える。

平均 $\mu$ 、標準偏差 $\sigma$ の母集団から、大きさ $n$ の試料を抜取って試料平均 $\bar{x}$ を算出すれば、 $\bar{x}$ はサンプルする度毎に変わる量、すなわち統計量である。また $\bar{x}$ 分布は

$$y=f(\bar{x})d\bar{x}=\frac{1}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{\bar{x}-\mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}\right)^2} d\bar{x} \quad (1)$$

となり

$$u=\frac{(\bar{x}-\mu)}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}} \quad (2)$$

とおくと

$$y=f(u)du=\frac{1}{\sqrt{2\pi}} \cdot e^{-\frac{1}{2}u^2} \cdot du \quad (3)$$

表3 三点比較式臭袋法テストの実施例

パネルテスト年月日；昭和48年5月9日～5月11日  
 臭質；獣骨臭  
 採取工場；F化学 採取箇所；排水出口  
 採取年月日；1972. 8. 28 採取，その後マイラーに保存  
 パネル人数；11名

パネル名	テスト 月 日	3点比較式臭袋法(基礎法)								臭気	3点比較式臭袋法(迅速法)				
		希 積 倍 数								濃度	臭 気 濃 度 (オーダ)				
		300	1000	3000	1万	3万	10万	30万	100万	オーダ	1回	2回	3回	4回	平均
土 師	5/9	1.00	1.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	38	37.5	37.5	37.5		37.5
	5/10	1.00	1.00	0.58	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	35	32.5	32.5	37.5	32.5	33.8
	5/9~5/10	1.00	1.00	0.79	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33						
岩 崎	5/9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.33	0.33	51	47.5	52.5	57.5		52.5
	5/10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.83	0.33	0.33	52	52.5	47.5	52.5		50.8
	5/9~5/10	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.33	0.33						
田 辺	5/9	1.00	1.00	1.00	0.67	0.67	0.33	0.33	0.33	46	47.5	42.5			45.0
	5/11	1.00	1.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	40	37.5	42.5	42.5		40.8
	5/9・5/11	1.00	1.00	1.00	0.50	0.50	0.33	0.33	0.33						
宇田川	5/10	1.00	1.00	1.00	0.58	0.58	0.53	0.33	0.33	47	52.5	42.5	62.5		52.5
	5/11	1.00	1.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	41	42.5	42.5	37.5		40.8
	5/10~5/11	1.00	1.00	1.00	0.46	0.46	0.43	0.33	0.33						
桜 井	5/10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.67	0.40	0.33	0.33	46	47.5	47.5	42.5		45.8
	5/11	1.00	1.00	1.00	0.73	0.33	0.33	0.33	0.33	41	42.5	42.5	37.5		40.8
	5/10~5/11	1.00	1.00	1.00	0.87	0.50	0.37	0.33	0.33						
林	5/11	1.00	1.00	0.93	0.52	0.33	0.33	0.33	0.33	39	37.5	37.5			37.5
荒 川	5/9	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	0.53	0.33	0.33	50	52.5	47.5	47.5		49.2
森 田	5/9	1.00	1.00	1.00	1.00	0.50	0.33	0.33	0.33	44	47.5	45	52.5		48.0
山 本	5/10	1.00	1.00	1.00	1.00	0.33	0.33	0.33	0.33	43	42.5	52.5	42.5	42.5	45.0
鈴 木	5/10	1.00	1.00	1.00	1.80	0.60	0.33	0.33	0.33	45	47.5	42.5	47.5		45.8
今 井	5/9	1.00	1.00	1.00	1.00	0.75	0.33	0.33	0.33	46	42.5	52.5	47.5		47.5
平均		1.00	1.00	0.97	0.84	0.57	0.40	0.33	0.33	44.0 ±4.7					44.6 ±5.4

となる。これは平均0、標準偏差1の正規分布となる。

これを用いて実際の計算を行なう。すなわち実験により、ある試料の平均値  $\mu$  と標準偏差  $\sigma$  を求めると、その集団から  $n$  人の測定値を抜き出したときの平均値は  $\mu$ 、標準偏差は  $\sigma/\sqrt{n}$  で与えられる正規分布をなす。

そこで、平均値  $\mu$  の  $\pm 10\%$  の範囲に、この正規分布がどれぐらい入るかを算出することができる。すなわち式(2)において、 $(\bar{x}-\mu)$  を平均値  $\mu$  の  $10\%$  に仮定し、 $\sigma$ 、

$n$  を代入すると、そのときの  $u$  が求まる。ところで式(3)の  $u$  から  $\infty$  までの積分値は数表に、 $P$  として与えられている。 $^2) \left( P = \int_u^{\infty} f(u) du \right)$

よって、この範囲に入らない確率が  $P$  であるので、この範囲に入る確率は  $(1-2P)$  で与えられる。そこで実際に得られたデータでこの計算を行なってみる。

【例】臭質；し尿臭 パネル人数；12名 採取；'72年 8月19日 パネルテスト；8月21日～22日

このとき、母集団の平均値  $\mu=46$  オーダ、標準偏差  $\sigma=7.7$  オーダであった。よって、このとき、 $46 \pm 5$  オーダの範囲に入る確率が、パネル人数 ( $n$ ) によってどう変わるかを表4に示す。

表4 パネル人数の検討

パネルテスト年月日; 1972年8月  
21日~22日

臭質; し尿臭

採取場所; Mし尿中継所

平均値  $\mu=46$  採取年月日; 1972年8月19日

標準偏差  $\sigma=7.7$  パネル人数; 12人

パネル人数	範囲(オーダー)	$u = \frac{\sigma_n^*}{\sigma/\sqrt{n}}$	2P (%)	1-2P (%) この範囲に入る確率
1	46±5	0.649	51.6	48.4
2	46±5	0.918	35.8	64.2
3	46±5	1.125	25.8	74.2
4	46±5	1.299	19.4	80.6
5	46±5	1.452	14.8	85.2
6	46±5	1.591	11.2	88.8
7	46±5	1.718	8.6	91.4

(注) \*  $\sigma_n \equiv (\bar{x} - \mu)$  とおく

まったく同様に獣骨臭、魚腸骨臭についてのデータを処理したものを表5、6に示す。

表5 パネル人数の検討

パネルテスト年月日; 1973年5月  
9日~11日

平均値  $\mu_1=44$  臭質; 獣骨排水臭

$\mu_2=45$  採取場所; F化学排水口

標準偏差  $\sigma_1=4.1$  採取年月日; 1972年8月28日

$\sigma_2=4.6$  パネル人数; 11人

パネル人数	範囲(オーダー)	$u = \frac{\sigma_n^*}{\sigma/\sqrt{n}}$	2P (%)	1-2P (%) この範囲に入る確率
1	44±4	0.976	32.7	67.3
	45±5	1.087	27.6	72.4
2	44±4	1.380	16.8	83.2
	45±5	1.537	12.4	87.6
3	44±4	1.690	9.1	90.9
	45±5	1.883	6.0	94.0
4	44±4	1.951	5.1	94.9
	45±5	2.174	2.9	97.1

5	44±4	2.182	2.9	97.1
	45±5	2.431	1.5	98.5
6	44±4	2.390	1.6	98.4
	45±5	2.662	0.8	99.2
7	44±4	2.581	1.0	99.0
	45±5	2.876	0.4	99.6

(注) \*  $\sigma_n \equiv (\bar{x} - \mu)$  とおく

表6 パネル人数の検討

パネルテスト年月日; 1972年8月

平均値  $\mu=36$

22日

標準偏差  $\sigma=3.9$  臭質; 魚腸骨臭

パネル人数	範囲(オーダー)	$u = \frac{\sigma_n^*}{\sigma/\sqrt{n}}$	2P (%)	1-2P (%) この範囲に入る確率
1	36±3	0.769	44.1	55.9
2	36±3	1.088	27.6	72.4
3	36±3	1.332	18.4	81.6
4	36±3	1.538	12.4	87.6
5	36±3	1.720	8.5	91.5
6	36±3	1.884	6.0	94.0
7	36±3	2.035	4.1	95.9

(注) \*  $\sigma_n \equiv (\bar{x} - \mu)$  とおく

この表からもわかるように、測定誤差を測定値に対して±10%を認めた場合には、パネル人数を4人以上とすれば、得られるデータはほぼ80%以上の確率をもって、その与えられた範囲に入る。

## 6 結 論

(1) 前報において詳細に報告した三点比較式臭袋法を基礎法として、その迅速化を図った迅速法を実際の現場の悪臭に適用することができた。また、基礎法と迅速法の比較も満足のいく結果が得られた。

(2) パネルの人数を4人以上にした場合には、測定値の±10%を誤差として認めうるならば、その範囲には、測定値が80%以上入る確率があることがわかった。

## 参 考 文 献

- 1) 岩崎好陽他: 悪臭公害の評価方法の研究(第2報) 東京都公害研究所年報 第4巻 p.78
- 2) 朝香鉄一: 品質管理のための統計的解析 日本規格協会