

## においの強度と濃度の間の相関に関する考察（第3報）

佐野 慄\*・佐野 愛知\*\*

# An Attempt to Relate the Gross Intensity of a Compound Odor to the Total Concentration of Ingredients (III)

Isamu SANO and Aichi SANO

In the preceding reports, we have discussed, first, the relation between the odor intensity of a gaseous odorant and its concentration, and then, from the point of view that the adsorption of odorants on the olfactory nerve ends causes the olfactory sense to be formed, we have derived, for a mixture of odorants, an equation linking the intensity to the concentration. The equation has been applied to the results of the field survey around a kraft mill.

In the present paper, we slightly modified and amplified the way of formulation as presented in the preceding reports. The results so obtained are summarised as follows:

- (1) For the case that the adsorption sites provided by nerve ends are of the same adsorptivity, Eqs. (1) and (1') hold.
- (2) For the case that the sites vary according to the sorts of odorants, Eqs. (2) and (2') hold.
- (3) For the case that the odorants are closely akin so that there is almost nothing to choose among them, Eq. (3) holds.

Utilizing the data both of field survey and of laboratory experiment, the equations were examined, and it was confirmed that the equations are in a reasonably good accord with these data.

### はじめに

第1報<sup>1)</sup>および第2報<sup>2)</sup>の発表後、情報の入手、知見の増加などがあり、これらを勘案した結果、前2報の考え方について修正する必要を生じ、また拡張することができたのでここに第3報を提出することにした。報告の内容については、まず、混合臭の全強度と全濃度の間の関係を前2報と同様に吸着に着目して考察し、この結果を春日井市環境分析センターの環境調査成績を主にその他一、二の報告を資料として検討した。

### 関係式の誘導

下の通り、2, 3の場合を想定して誘導を行った。

(1)混合臭の成分が嗅覚官能部の面上に選ぶところ無く吸着する場合\*1: Langmuirの考え方を適用すると成分臭*i*の吸着量  $A_i$  に対し次式が成立する。

$$A_i = \frac{a_i B C_i}{1 + \sum a_i C_i}$$

$a_i$ : 定数 (成分臭*i*の吸着熱および分子量の関数)

$B$ : 定数 (嗅覚官能部面の飽和吸着量)

$C_i$ : 成分臭*i*の濃度

成分臭の濃度が低い場合には次の如くなる。

$$A_i = a_i B C_i$$

前2報と同様に下の関係

$$S_i = \gamma A_i$$

を仮定すると ( $S_i$ : 成分臭*i*の刺激量;  $\gamma$ : 比例定数)

$$I_i = k_i \ln S_i = k_i \ln (\gamma a_i B C_i)$$

$$= k_i \ln C_i + K_i$$

$$K_i = k_i \ln (\gamma a_i B)$$

$k_i$ : 成分臭*i*の滲透性指数

$K_i$ : 成分臭*i*の基準強度

従って混合臭の全強度  $I$  は次式によって与えられる。

$$I = \sum I_i = (\sum k_i) \ln C + \sum (K_i + k_i \ln r_i) \quad (1)$$

$C$ : 混合臭の全濃度,  $\sum C_i$

$r_i$ : 成分臭*i*の混合臭中における分率,

$$r_i = \frac{C_i}{C}$$

\* 1 吸着力としてはファンデルワールス力が考えられる他、官能部に電気二重層が存在するとの観点に立てば誘導双極子が考えられるなど。

さらに成分臭の間の相互作用に関する係数を  $x$  とし (相乗  $x > 1$ , 相加  $x = 1$ , 相殺  $x < 1$ ), また, 混合臭の実際に測定された強度を  $I_0$ , (1)式によって計算された謂わば期待値を  $I_e$  とすると

$$I_0 = xI_e = x \sum I_i \\ = x(\sum k_i) \ln C + x \{ \sum (k_i + k_i \ln r_i) \} \quad (1')$$

(2)錠に対する鍵の如く, 嗅覚官能部面の特定の部分が混合臭中の特定の成分をそれぞれ吸着する場合\*2: 特定部分の面積分率を  $\epsilon^{(i)}$  とすると ( $\sum \epsilon^{(i)} = 1$ ), これらの中の特定面  $i$  に対する成分臭  $i$  の吸着量  $A_i$  に関し, 次式

$$A_i = \frac{a_i \epsilon^{(i)} BC_i}{1 + a_i C_i} = a_i \epsilon^{(i)} BC_i$$

が成立する。従って

$$I_i = k_i \ln(\gamma a_i \epsilon^{(i)} BC_i) \\ = k_i \ln C_i + K_i + k_i \ln \epsilon^{(i)}$$

故に混合臭の全強度  $I$  は次式によって示される。

$$I = \sum I_i = (\sum k_i) \ln C + \sum (K_i + k_i \ln r_i) \\ + \sum k_i \ln \epsilon^{(i)*3} \quad (2)$$

従って測定値と期待値の間に下の関係が存在する。

$$I_0 = xI_e = x \sum I_i \\ = x(\sum k_i) \ln C + x \{ \sum (K_i + k_i \ln r_i) \\ + \sum k_i \ln \epsilon^{(i)} \} \quad (2')$$

(3)混合臭の成分が化学的にも物理的にも性質が酷似している場合\*4: 嗅覚官能部面を一種類 (飽和吸着量,  $B$ ) とし, また, 混合臭の全濃度 ( $\sum C_i$ ) を  $C$  とするとこれは成分臭  $i$  の濃度とみなしてもよいので下の如く考えることができるであろう。

$$S_i = \gamma a_i BC \\ I_i = k_i \ln(\gamma a_i BC)$$

しかし実際には混合臭は成分臭  $i$  の分率が  $r_i$  の混合物であるから混合臭の全強度  $I_0$  は次式によって表わされることになる ( $x = 1$ )。

$$I_0 = \sum r_i I_i = \sum r_i k_i \ln(\gamma a_i BC) \\ = (\sum r_i k_i) \ln C + \sum r_i K_i \quad (3)$$

$K_i$ : 成分臭  $i$  の基準強度

なお, 嗅覚官能部が多種類の面から構成されている場合についても同様に計算することができ, この場合には(3)式の右辺に第三項として次の項  $\sum_{(i)} \sum r_i k_i^{(i)} \ln \epsilon^{(i)}$  が加

わる。ここで肩つきの  $(i)$  は面の種類を表わしている\*5。

## 実例の提示

春日井市では10数年来王子製紙(株)春日井工場周辺の臭気を調査しその結果を公害防止・環境改善の資料として役立てている。調査成績の一部\*6は第1報<sup>1)</sup>および第2報<sup>2)</sup>中に引用した通りであるが, その後も毎年定期的に調査が実施\*7され成績が累積しつつあるので今回も主にこれを利用し, さらにその他の報告を参照するなどして関係式の検討を試みた。

春日市の調査成績中から資料として今回利用した一例を掲げると表1の通りで\*8, 臭気の嗅覚強度\*9および物質濃度の測定方法は第2報と同様である。なお, 表には調査地点の, 工場の中心からの距離の他, 対照として工場の風上に選定した地点(I), さらに臭気濃度\*10の測定値とか臭気組成\*11の算定値などが付記してある。表中の( )中の数値は表2<sup>3)</sup>の各式による成分臭強度の算定値およびこれらの合計値で, 例えば, 表1の場合, 硫化水素(濃度7.3ppb)および硫化メチル(濃度6.3ppb)に対しそれぞれ強度2.1および2.3と算定され, これらの合計値が4.4と示されている。ただし, 表中の(-)は濃度測定値が0.5ppb未満であることを意味する。

表1から図1および2が得られるが, これらの図(縦軸:  $I_0$ )によると地点(A)の測定値には異常性があるやに思われるのでこれを省略して計算すると下の結果に導かれる。

相関係数 0.80<sub>0</sub>

回帰直線  $I_0 = 3.477 \log C + 0.571$

従って,  $x \sum k_i = 1.512$

一方, 混合臭は表1によると, 硫化水素, メチルメルカプタンおよび硫化メチルの3成分系とみなしてよいので, 表3<sup>4)</sup>の透過性指数( $k$ )の欄の(1)および(2)の行に従い, これら3成分に対する  $\sum k_i$  を求めるとそれぞれ1.25<sub>0</sub> および1.29<sub>0</sub>と算出される。

表1(54年2月19日)に続く調査成績は表4(a-54.7.18, b-8.9), 表5(a-55.1.17, b-2.14)および表6(a-55.7.8, b-8.5)の通りで, これらの各表毎にa, bを合わせて一群とし, 濃度と強度の間の関係を描いてこれに基

\*2 例えば硫黄化合物の場合には官能部脂質中の硫黄原子や側鎖(アルキル基)の部分がファンデルワールス力吸着点として働くであろうが, さらに硫化水素やメチルメルカプタンに対してはアミノ基やアルコール性水酸基の部分が化学力吸着点として働くのではなからうかと考えられる。

\*3  $\sum k_i \ln \epsilon^{(i)} > 0$

\*4 例えば核異性体の混合臭がその一例である。

\*5  $\sum_{(i)} \sum r_i k_i^{(i)} \ln \epsilon^{(i)} < 0$

\*6 昭和53年夏季以前

\*7 夏季2回, 冬季2回の割

\*8 詳細については春日井市環境分析センター資料集を参照のこと。

\*9 6点スケール法

\*10 3点比較臭袋法

\*11 その指標として混合臭中における硫化水素濃度の混合臭全濃度に対する比( $r_{H_2S}$ , 硫化水素の分率)を算定。

表1. 昭和54年2月19日調査成績

天気：晴 風向：西北西～北西 風速：2.0～4.8 m/s 気温：10～14℃

地点(記号)	距離(km)	物質濃度 (ppb)					吸覚強度	臭気濃度	臭気組成
		硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化ジメチル	合計			
チップ入口前 (A)	0.5	7.3 (2.1)	(—) ——	6.3 (2.3)	(—) ——	13.6 ——	2.9 (4.4)	100	0.5 <sub>4</sub>
荒川化学西 (B)		3.7 (1.8)	0.7 (2.0)	0.7 (1.6)	(—) ——	5.1 ——	2.3 (5)	17	0.7 <sub>2</sub>
王子工営名光寮 (C)		2.5 (1.6)	1.1 (2.3)	(—) ——	(—) ——	3.6 ——	2.0 (3.9)	<10	0.6 <sub>9</sub>
喫茶「藤」南東 (D)	0.7	3.1 (1.7)	—— ——	1.7 (1.6)	(—) ——	4.8 ——	3.9 (3.3)	<10	0.6 <sub>4</sub>
鈴木石油東 (E)		4.5 (1.9)	(—) ——	3.1 (2.1)	(—) ——	7.6 ——	3.7 (4.0)	<10	0.5 <sub>9</sub>
古紙工場東堤防 (F)	1.0	5.3 (2.0)	(—) ——	3.1 (2.1)	(—) ——	8.4 ——	3.3 (4.1)	<10	0.6 <sub>3</sub>
マルコ製薬東堤防 (G)		2.0 (1.6)	1.0 (2.2)	(—) ——	(—) ——	3.0 ——	3.0 (3.8)	17	0.6 <sub>7</sub>
竜泉寺内 (H)	1.7	2.0 (1.6)	(—) ——	(—) ——	(—) ——	2.0 ——	2.4 (1.6)	<10	——
浄水場北* (I)	0.7	1.2 (1.3)	(—) ——	(—) ——	(—) ——	1.2 ——	0 (1.3)	<10	——

\* 対照(風上)

相関係数  $r = 0.80_0$

回帰直線  $I = 3.47_7 \log C + 0.57_1, \sum k_i = 1.51_2$

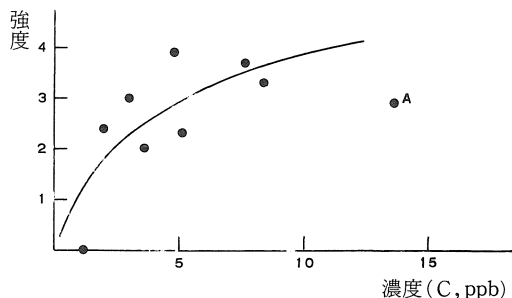


図1. 強度と濃度の間の相関(昭和54年2月19日)

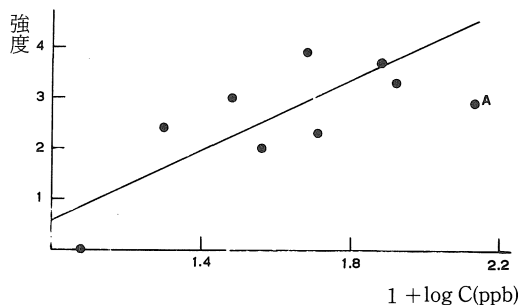


図2. 強度と濃度の間の相関(昭和54年2月19日)

表2. 嗅覚強度 (y, 6点スケール) と物質濃度

(x, ppb) の間の相関—硫黄化合物の場合

硫化水素  $y = 0.9502 \log x + 1.2873$

メチルメルカプタン  $y = 1.2525 \log x + 2.2320$

硫化メチル  $y = 0.7843 \log x + 1.7105$

二硫化ジメチル  $y = 0.9849 \log x + 1.5496$

表3. 硫黄化合物の透過性指数 (k)

物質	k	
	(1)	(2)
硫化水素	0.56 <sub>5</sub>	0.41 <sub>3</sub>
メチルメルカプタン	0.38 <sub>4</sub>	0.54 <sub>4</sub>
エチルメルカプタン	0.29 <sub>0</sub>	0.35 <sub>1</sub>
硫化メチル	0.30 <sub>4</sub>	0.34 <sub>1</sub>
硫化エチル	0.33 <sub>0</sub>	0.46 <sub>9</sub>
二硫化ジメチル	——	0.43 <sub>4</sub>

表4-a. 昭和54年7月18日調査成績

天気：晴 風向：西～北西 風速：0.3～1.0 m/s 気温：23～32℃

地点(記号)	距離(km)	物質濃度 (ppb)					嗅覚強度	臭気濃度	臭気組成
		硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化ジメチル	合計			
王子工営名光寮 (A)	0.5	2.1 (1.6)	(-) —	(-) —	(-) —	2.1 —	1.4 (1.6)	<10	—
		9.4 (2.2)	0.6 (2.0)	0.8 (1.6)	(-) —	10.8 —	1.8 (5)	16	0.87
		2.5 (1.6)	(-) —	0.8 (1.6)	(-) —	3.3 —	0.8 (3.2)	<10	0.76
大栄工業東 (D)	1.0	4.9 (1.9)	(-) —	1.7 (1.9)	(-) —	6.6 —	1.8 (3.8)	<10	0.74
		4.5 (1.9)	(-) —	0.6 (1.5)	(-) —	5.1 —	1.0 (3.4)	<10	0.88
朝日工業寮東堤防 (F)	1.5	2.5 (1.6)	(-) —	(-) —	(-) —	2.5 —	0.3 (1.6)	<10	—
		7.6 (2.1)	(-) —	(-) —	(-) —	7.6 —	1.3 (2.1)	<10	—
ゴルフ場(竜泉寺) (H)	2.0	5.2 (2.0)	(-) —	1.5 (1.8)	(-) —	6.7 —	1.2 (3.8)	<10	0.78
水林公園北西* (I)	0.7	2.0 (1.5)	(-) —	(-) —	(-) —	2.0 —	0 (1.5)	<10	—

\* 対照(風上)

表4-b. 昭和54年8月9日調査成績

天気：晴 風向：西～西北西 風速：2.5～3.0 m/s 気温：34～36℃

地点(記号)	距離(km)	物質濃度 (ppb)					嗅覚強度	臭気濃度	臭気組成
		硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化ジメチル	合計			
王子郵便局北 (A)	0.5	5.9 (2.0)	(-) —	0.8 (1.6)	(-) —	6.7 —	1.3 (3.6)	10	0.88
		5.8 (2.0)	1.0 (2.2)	2.5 (2.0)	(-) —	9.3 —	1.5 (5)	14	0.62
		2.9 (1.7)	(-) —	1.0 (1.7)	(-) —	3.9 —	1.2 (3.4)	10	0.74
上条歩道橋上 (D)	1.0	0.8 (1.2)	(-) —	(-) —	(-) —	0.8 —	0.3 (1.2)	<10	—
		0.8 (1.2)	(-) —	0.7 (1.6)	(-) —	1.5 —	0.9 (2.8)	<10	0.53
		2.3 (1.6)	(-) —	0.7 (1.6)	(-) —	3.0 —	1.6 (3.2)	<10	0.76
五反田橋南 (G)	1.5	1.0 (1.3)	(-) —	(-) —	(-) —	1.0 —	0.5 (1.3)	<10	—
		0.8 (1.2)	(-) —	0.7 (1.6)	(-) —	1.5 —	1.8 (2.8)	<10	0.53
水林公園内* (I)	0.7	0.9 (1.2)	(-) —	(-) —	(-) —	0.9 —	0 (1.2)	<10	—

\* 対照(風上)

表4-a, bに関する算定値:

相関係数  $\gamma = 0.770$ 回帰直線  $I = 1.25_2 \log C + 0.353, \Sigma k_1 = 0.54_3$ 

異常値: H (54. 8. 9)

表5-a. 昭和55年1月17日調査成績

天気：曇 風向：南～南西 風速：1.1～2.4 m/s 気温：6～10℃

地点(記号)	距離(km)	物質濃度(ppb)					嗅覚強度	臭気濃度	臭気組成
		硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化ジメチル	合計			
三広工業東 100m (A)	0.5	1.1 (1.3)	(-) ———	6.1 (2.3)	(-) ———	7.2 ——	3.0 (3.6)	45	0.1 <sub>5</sub>
秋ヶ島橋東 100m (B)		1.5 (1.4)	(-) ———	3.9 (2.2)	0.7 (1.4)	6.1 ——	2.5 (5.0)	38	0.2 <sub>5</sub>
オカダ鉄工前 (C)		1.3 (1.4)	(-) ———	6.8 (2.4)	0.5 (1.2)	8.6 ——	2.5 (5.0)	——	0.1 <sub>5</sub>
鳥居松小西 100m (D)	1.0	1.0 (1.3)	(-) ———	0.8 (1.6)	(-) ———	1.8 ——	1.9 (2.9)	13	0.4 <sub>3</sub>
配水場北東 (E)		1.4 (1.4)	(-) ———	1.0 (1.7)	(-) ———	2.4 ——	1.0 (3.1)	<10	0.5 <sub>8</sub>
鳥居松小前 (F)		1.2 (1.3)	(-) ———	0.9 (1.7)	(-) ———	2.1 ——	1.1 (3.0)	<10	0.5 <sub>7</sub>
春日井高東 (G)	1.5	0.9 (1.2)	(-) ———	0.7 (1.6)	(-) ———	1.6 ——	0.2 (2.8)	<10	0.5 <sub>6</sub>
市役所前 (H)		1.0 (1.3)	(-) ———	2.5 (2.0)	(-) ———	3.5 ——	2.2 (3.3)	<10	0.2 <sub>8</sub>
三和化学東堤防* (I)	1.0	0.9 (1.2)	(-) ———	1.1 (1.7)	(-) ———	2.0 ——	0 (2.9)	<10	0.4 <sub>5</sub>

\* 対照(風上)

表5-b. 昭和55年2月14日調査成績

天気：晴 風向：西～北北西 風速：2.0～2.8 m/s 気温：7～12℃

地点(記号)	距離(km)	物質濃度(ppb)					嗅覚強度	臭気濃度	臭気組成
		硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化ジメチル	合計			
荒川化学前 (A)	0.5	3.0 (1.7)	(-) ———	0.6 (1.5)	(-) ———	3.6 ——	1.9 (3.2)	10	0.8 <sub>3</sub>
王子トラック出口 (B)		1.8 (1.5)	(-) ———	(-) ———	(-) ———	1.8 ——	1.7 (1.5)	<10	——
王子体育館南 100m (C)		5.7 (2.0)	(-) ———	8.9 (2.4)	(-) ———	14.6 ——	3.5 (4.4)	100	0.3 <sub>9</sub>
下津保育園東 100m (D)	1.0	4.3 (1.9)	(-) ———	3.2 (2.1)	(-) ———	7.5 ——	1.4 (4.0)	<10	0.5 <sub>9</sub>
北興商会東 100m (E)		2.7 (1.7)	(-) ———	1.5 (1.8)	(-) ———	4.2 ——	1.9 (3.5)	<10	0.6 <sub>4</sub>
北興商会東 50m (F)		1.9 (1.5)	(-) ———	(-) ———	(-) ———	1.9 ——	0.5 (1.5)	<10	——
三和化学南堤防 (G)	1.5	2.3 (1.6)	(-) ———	(-) ———	(-) ———	2.3 ——	0 (1.6)	<10	——
テニスコ場(竜泉寺) (H)	2.0	2.2 (1.6)	(-) ———	(-) ———	(-) ———	2.2 ——	0 (1.6)	<10	——
市役所前* (I)	1.5	2.5 (1.6)	(-) ———	(-) ———	(-) ———	2.5 ——	0 (1.6)	<10	——

\* 対照(風上)

表5-a, bに関する算定値:

相関係数  $\gamma = 0.83_7$

回帰直線  $I = 3.38_7 \log C - 0.356, \Sigma k_i = 1.47_2$

異常値: D (54. 2. 14)

表6-a. 昭和55年7月8日調査成績

天気：曇 風向：南南東 風速：1.5~3.0 m/s 気温：27~32°C

地点(記号)	距離(km)	物質濃度(ppb)				合計	嗅覚強度	臭気濃度	臭気組成
		硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化ジメチル				
杵ヶ島クラリ ファイア(A)	0.5	10 (2.2)	10 (3.5)	8.8 (2.4)	6.9 (2.4)	35.7 —	3.3 (5)	100	0.2s
杵ヶ島東70m (B)		6.1 (2.0)	2.7 (2.8)	3.6 (2.1)	0.9 (1.5)	13.3 —	2.2 (5)	24	0.4e
杵ヶ島公園南 (C)		2.6 (1.6)	0.6 (2.0)	0.9 (1.7)	0.6 (1.3)	4.7 —	1.9 (5)	10	0.5s
山の脇公園東 (D)	0.7	5.0 (1.9)	1.0 (2.2)	1.3 (1.8)	0.9 (1.5)	8.2 —	2.3 (5)	<10	0.6i
杵ヶ島住宅北 (E)		2.3 (1.6)	3.0 (2.8)	4.3 (2.2)	(—)	9.6 —	2.3 (5)	17	0.24
配水場東 (F)		2.2 (1.6)	(—)	(—)	(—)	2.2 —	2.1 (1.6)	17	—
中央公園内 (G)	1.5	1.6 (1.5)	(—)	(—)	(—)	1.6 —	0.2 (1.5)	—	—
産業会館前 (H)		1.5 (1.4)	(—)	(—)	(—)	1.5 —	0.7 (1.4)	—	—
竜泉寺内* (I)	1.7	1.2 (1.3)	(—)	(—)	(—)	1.2 —	0 (1.3)	—	—

\* 対照(風上)

表6-b. 昭和55年8月5日調査成績

天気：晴 風向：北~北西 風速：1.0~2.0 m/s 気温：29~34°C

地点(記号)	距離(km)	物質濃度(ppb)				合計	嗅覚強度	臭気濃度	臭気組成
		硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化ジメチル				
チップ入口前 (A)	0.5	2.3 (1.6)	(—)	0.6 (1.5)	(—)	2.9 —	9.5 (3.1)	15	0.79
チップ入口西 (B)		2.0 (1.5)	(—)	(—)	(—)	2.0 —	0.9 (1.5)	30	—
チップ入口東 (C)		2.9 (1.7)	(—)	1.4 (1.8)	(—)	4.3 —	2.0 (3.5)	17	0.67
下条歩道橋 (D)	0.8	1.4 (1.4)	(—)	(—)	(—)	1.4 —	1.4 (1.4)	16	—
下条農協北 (E)		1.6 (1.5)	(—)	(—)	(—)	1.6 —	0.7 (1.5)	—	—
八幡神社北 (F)		2.2 (1.6)	(—)	(—)	(—)	2.2 —	0.1 (1.6)	17	—
竜泉寺内 (G)	1.7	2.4 (1.6)	(—)	0.5 (1.5)	(—)	2.9 —	0 (3.1)	—	0.82
緑地公園内 (H)		2.0 (1.5)	(—)	(—)	(—)	2.0 —	0 (1.5)	17	—
中央公園内* (I)	1.5	2.0 (1.5)	(—)	(—)	(—)	2.0 —	0 (1.5)	16	—

\* 対照(風上)

表6-a, bに対する算定値

相関係数  $\gamma = 0.80_6$ 回帰直線  $I = 2.12_4 \log C + 0.059_1, \Sigma k_1 = 0.92_3$

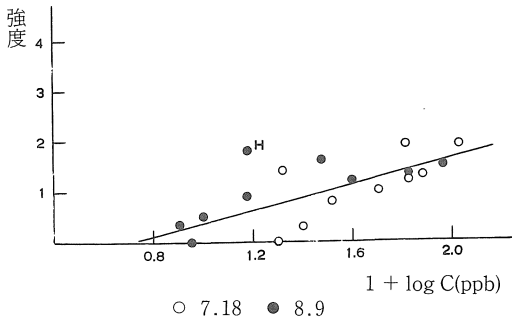


図3. 強度と濃度の間の相関

(昭和54年7月18日, 8月9日)

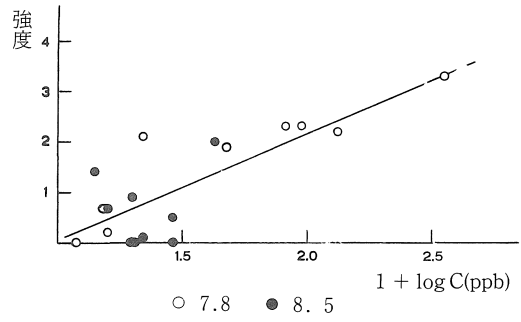


図5. 強度と濃度の間の相関

(昭和55年7月8日, 8月5日)

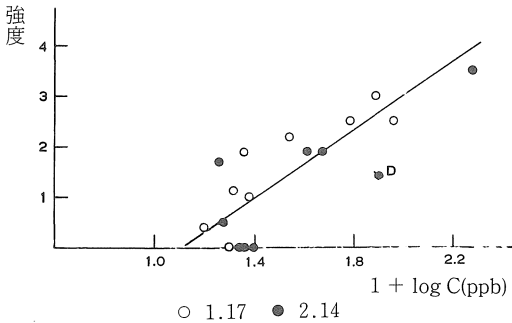


図4. 強度と濃度の間の相関

(昭和55年1月17日, 2月14日)

づき異常値を判定, 省略し, 濃度(対数)と強度の間の相関係数と回帰直線( $\Sigma k_i$ 値)を計算した。結果は各表の下部欄外に付記した如くで, さらに異常値が書添えてある。なお, 図3, 4および5に表4, 5および6に対する, 濃度(対数)と強度の間の回帰直線を示した。

表1, 4, 5および6にそれぞれ付記した相関係数および透過性指数を, 一括して示すと表7の通りになる。表の期待値は混合臭の成分に対する  $k_i$ (表3)の和( $\Sigma k_i$ )で, 測定値との間に概して良い一致が見られる。ただし, 最下段の場合には, 測定精度が低いためであろうと思われるが測定値と期待値との間に喰違いが大きい。これについては, 測定値にばらつきのあることが原因の一端で

表7. 表1, 4, 5および6のまとめ

透 透 性 指 数 ( $\Sigma k_i$ )		相互作用係数(x)	参 照
測定値 (相関係数)	期待値		
成分: 硫化水素, メチルメルカプタン, 硫化メチル, _____ 1.51 (0.80 <sub>6</sub> )	1.25~1.3 <sub>0</sub>	1.2 <sub>1</sub> ~ 1.1 <sub>6</sub>	表1 (54. 2. 19) *1
成分: 硫化水素, _____, 硫化メチル, _____ 0.54 <sub>3</sub> (0.77 <sub>0</sub> )	0.86 <sub>9</sub> ~0.75 <sub>4</sub>	0.62 <sub>5</sub> ~ 0.72 <sub>1</sub>	表4 a (54. 7. 18) b (54. 8. 9)
成分: 硫化水素, _____, 硫化メチル, 二硫化ジメチル 1.47 (0.83 <sub>7</sub> )	1.3 <sub>0</sub> ~1.1 <sub>9</sub>	1.1 <sub>3</sub> ~ 1.2 <sub>3</sub>	表5 a (55. 1. 17) b (55. 2. 14)
成分: 硫化水素, メチルメルカプタン, 硫化メチル, 二硫化ジメチル 0.92 <sub>3</sub> (0.80 <sub>6</sub> )	1.6 <sub>8</sub> ~1.7 <sub>3</sub>	0.54 <sub>9</sub> ~ 0.53 <sub>3</sub>	表6 a (55. 7. 8) b (55. 8. 5)

\*1 夏期の調査は実施されていない。

あるかも知れないが, また, 混合臭がaの場合には4成分系であり, bの場合には2成分系に過ぎないのでこの辺に原因の一端が存在するのかも知れない\*12。なお, 表中に相互作用係数(x)の算定値が掲げてあり, これらの全平均は0.8<sub>9</sub>であるが, 最下段を除くと1.0と得られる。

$\Sigma k_i$ の測定値と期待値との間に対応が認められることは以上の通りである(x~1)。しかし, これが(1)式の妥当

性につながるか, あるいは(2)式の妥当性につながるかについては, 的確には判定し難いところである。これらの両式共  $\log C$  の係数が  $\Sigma k_i$ を与えるからであるが, これを判定する足掛かりとして下の考察を行った——

(1)式の場合でも(2)式の場合でも混合臭の全強度を成分臭の強度の和として求めているが, (2)式中には  $\Sigma k_i \ln e^{(1)}$ が含まれ, これは負値をもつ量である。従って, (2)式が妥当であるならば混合臭の各成分についてそれぞれ強度を算定し(表2), その合計値を混合臭の全強度の測定

\*12 2成分系の場合には,  $\Sigma k_i$  (期待値) = 0.86<sub>9</sub>~0.75<sub>4</sub>

値と比較した場合、後者の方が前者より小さくなる筈である。結果は表1, 4, 5および6の嗅覚強度の行に示してある如くで、殆どの場合、期待通りになっている<sup>\*13</sup>。

表8<sup>9)</sup>は(3)式の一例である。表中のo-, m-およびp-キシレンは核異性体で、性質は相互に酷似している。表9にその性質の若干を示し、さらに比較のために硫黄化合物(硫化水素その他)についても記した<sup>9)</sup>。嗅覚に關係する性質としては臭気成分の分子の形状とサイズの他、水

表8. 嗅覚強度(I, 6点スケール)と物質濃度(C, ppm)の間の相関——キシレンの場合

単一臭:

$$o\text{-キシレン} \quad I = 2.13 \log C + 1.90$$

$$m\text{-キシレン} \quad I = 1.42 \log C + 2.67$$

$$p\text{-キシレン} \quad I = 1.37 \log C + 2.33$$

混合臭 (0, 1 : m, 2 : p, 1) :

$$I = 1.54 \log C + 2.58$$

表9. キシレンおよび硫黄化合物の若干の性質

物 質	双極子モーメント* <sup>a</sup> (D)	溶 解 性 (水に対する)
o - キ シ レ ン	0.45	不 溶
m - キ シ レ ン	0.30	不 溶
p - キ シ レ ン	0.02	不 溶
-----		
硫 化 水 素	1.02	溶
メチルメルカプタン	1.26	溶* <sup>b</sup>
硫 化 メ チ ル	1.45, 1.50	難 溶
二 硫 化 ジ メ チ ル	—	—

\* a A.Weissberger(Ed.), Technique of Chem., J.A.Riddick, W.B.Bunger : Org. Solvents (3rd), Interscience, New York (1970); 化学便覧, 改訂2版(昭50), 基礎篇, 1404.

\* b 詳しくは, 佐野 俣, 市川 俊子他: メチルメルカプタンの水に対する溶解度, 愛工大研報, No15(1980), 273.

に対する溶解性, 分子の電氣的性質などが考えられる。嗅覚官能部が粘膜に覆われている関係上, 臭気成分の溶解性は嗅覚に影響するところが大きであらうし, 吸着に原因して嗅覚が発生するとの見解が妥当であるならば分子の双極子モーメントは吸着力を形成する可能性をもつが, また一般に溶解性を左右する要因の一つでもあることが知られている。表9に見られる通り, キシレンは硫黄化合物にくらべて双極子モーメントが一樣に小さく, 従って恐らく吸着力も弱いであろうが, 一方, 分子量が大きいので,  $a_1$ は硫黄化合物より一樣に小さいであろうなどのことが察せられる。

o-, m-およびp-キシレンの滲透性指数(2.13, 1.42, 1.37)および基準強度(1.90, 2.67, 2.33)から(3)式に従って混合臭(1 : 2 : 1)の強度を計算すると下の通り

$$I = 1.58 \log C + 2.39$$

となり, 表8中の測定値( $I = 1.54 \log C + 2.58$ )と殆ど一致した結果が得られる。

硫黄化合物の場合も, キシレン異性体の場合には及ば

ないであろうが, 相互に類似性があるので(3)式の他の例となるかも知れない。ただし組成  $r_i$  の測定値(表1, 4, 5および6)に精度がないためかばらつきが見られ, 従って(3)式中の滲透性指数( $\sum r_i k_i$ )および基準強度( $\sum r_i K_i$ )を算定し難いので表1, 4, 5および6の欄外付記の測定値(回帰式)との対応を検討することについてはこれを差控えた。

#### 付記

表10<sup>9)</sup>に魚腸骨・獣骨処理場における調査成績が掲げられている。種々の成分の存在することが見られるが, これらを下の如く

- 1) アルデヒド
- 2) トリメチルアミンおよびアンモニア
- 3) 酪酸および吉草酸
- 4) 硫黄化合物

の4系に分類すると, アルデヒドとアンモニアの間にはアルデヒド・アンモニアと呼ばれる付加化合物が生じ, 酸とアンモニアの間には中和が起るなどの反応が考えられるけれどもアンモニアは表から見られるようにその濃度が圧倒的に高いのでこれらの反応による相殺分を差引

\*13 (1)式の場合と(2)式の場合では  $a_1$  の値の異なる可能性が考えられるが, これについては, 目下のところ詳細不明, 恐らく余り差が無かろうと思われる。



表10. 魚腸骨・獣骨処理場調査成績

調査場所(記号)	物 質 濃 度 (ppb)								臭気強度	アンモニア 強度/合計 全濃度
	アセトアルデヒド	トリメチルアミン	アンモニア	n-酪酸	n-吉草酸	メチルメルカプタン	二硫化ジメチル	合計		
処理場(A)	16.1	17.1	380	24.8	2.4	0.7	0.8	441.9	4.5	0.85 <sub>9</sub>
敷地境界(B)	3.0	3.0	210	7.8	3.3	< 0.5	< 0.6	228.2	2	0.92 <sub>0</sub>
製造室(C)	13.9	131	1,540	813	63.2	22.2	3.7	2,587.0	4	0.59 <sub>5</sub>
原料室(D)	22.9	102	1,720	125	9.9	66.0	21.5	2,067.3	3.5	0.83 <sub>2</sub>
製品室(E)	17.9	71.7	3,150	164	11.1	11.5	6.1	3,432.3	3	0.91 <sub>7</sub>
敷地境界(F)	3.6	4.3	280	2.1	1.7	< 0.5	< 1.0	293.2	1.5	0.95 <sub>5</sub>
敷地境界(G)	2.0	0.7	100	1.5	0.9	< 0.5	< 1.0	106.6	1	0.93 <sub>7</sub>
燃焼入口(H)	46.8	2,720	2,290	4,470	306	179	6.3	10,018.1	4.5	(0.20 <sub>8</sub> )
水洗出口(I)	38.1	36.7	410	2.8	2.5	9.0	3.7	502.8	3	0.81 <sub>5</sub>

\* 燃焼入口(H)を除いての平均

0.85<sub>4</sub> \*

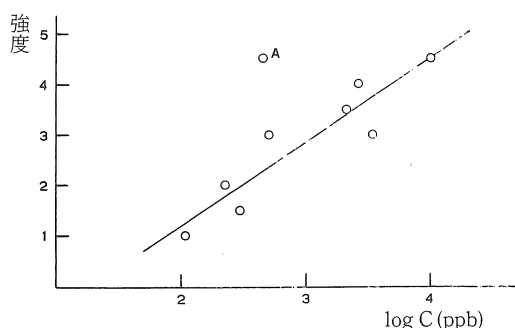


図6. 強度と濃度の間の相関  
(魚腸骨・獣骨処理場)

いても猶濃度高く残っているのであろう。

調査場所(A)では異常性が認められるのでこれを除き(図6), 残りの場所について混合臭の全強度と全濃度の間の関係を算定すると, 図の如く,

$$\text{回帰直線 } I_0 = 1.65 \log C (\text{ppb}) - 2.10_0$$

(相関係数  $\gamma = 0.92_4$ )

が得られるが, これはアンモニア単一臭の回帰直線  $I_0 = 1.67_4 \log C (\text{ppb}) - 2.63_8$  \* と匹敵し, 混合臭中のアンモニアの濃度が高いことと符合する。

これは一例であるが, 一般に混合臭中に濃度の圧倒的に高い成分が存在すると, 恐らく, その吸着によって混合臭の臭気性が支配される可能性があり, この場合には本文(1), (2)および(3)式の何れに該当するかを判定することは容易でないように思われる。

まとめ

筆者は第1報および第2報で混合臭の全強度と全濃度

の間の関係について考察し, 嗅覚官能部による混合臭成分の吸着を想定して両者の間の関係式を導き, これを製紙工場周辺の野外調査の成績を利用して妥当性を検討した。その後, 情報の入手, 知見の増加があり, これを踏まえて, 今回, 前2報の関係式の修正・拡張を行い, 次の結果を得た。

- 1) 混合臭成分が嗅覚官能部面(1種類, 均一)に吸着の場合: 本文, (1), (1')式
- 2) 成分の各々に対応してそれぞれ特定の面が存在する場合: 本文, (2), (2')式
- 3) 成分が相互に酷似している場合(嗅覚官能部面, 1種類): 本文, (3)式

なお, これらの式を製紙工場周辺の野外調査(硫黄化合物)および嗅ぎ窓式の嗅覚試験(炭化水素)の成績などと照合して妥当性を検討した。

参考文献

- 1) 佐野 樞: 愛工大研究報, No.13(1978), 27; 悪臭研究, 7(1978), No.33, 1.
- 2) 佐野 樞, 佐野 愛知: 愛工大研究報, No.14(1979), 31; 悪臭研究, 8(1980), No.42, 1.
- 3) 悪臭公害研究会: 悪臭と官能試験(1980, 3.30), 重田 芳広, 表19~21(p. 153~155)
- 4) 文献1)および2)参照
- 5) 日本環境衛生センター: 悪臭物質の測定等に関する研究報告書(昭和53年度環境庁委託研究), 昭和54年3月, p. 162~163; 文献3), 表22(p.155)
- 6) 堀場 裕子, 山中 伸一: 悪臭研究, 9(1980), No.42, 36.
- 7) 文献3)を参照のこと

\* 文献7)により,  $I_0 = 1.674 \log C (\text{ppm}) + 2.3838 \approx 1.67_4 \log C (\text{ppb}) - 2.63_8$

(受理 昭和56年1月16日)