

においの強度と濃度の間の相関に関する考察（第11報）

—臭気捕集・貯蔵用容器の臭気強度

鶴泉 彰恵*・大矢 公彦*・佐野 傑**

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

—Intensity of the Odor Released from the Vessel
for Sampling and Storing an Odor-holding Air

Akie TSURUIZUMI, Kimihiko OHYA and Isamu SANO

Following after our preceding report (IV), published in 1981, we have examined the relation between intensity in 6-point system and concentration in odor unit system, taking into account the influence of the odor liberated from the sampling and storing vessels.

Supposing two conditions, (1) vessel being free from any odor and (2) vessel exhibiting perceptible odor, we have derived eq. (3) in text for the former case and eq. (6) in text for the latter one.

The validity of these equations were tested, and it was found that eq. (6), which contains a constant, Δ , fits well with the data by several investigators about various sources such as rendering plants, live-stock houses, kraft-paper mills, night-soil processing works, sewage treatment agencies, printing offices, casting foundries and the like; the magnitude of Δ (say, the vessel constant) is in the limits of 0.3~0.8. In this connection, a remark was passed on the physical meaning of the constant.

Lastly, we have calculated the odor concentration from the odor intensity in terms of eq. (6), citing the data that we had acquired through field surveys, with the result that the calculated value is in good accord with the observed.

前置き

筆者の一人（佐野）は数年前混合臭の物質濃度、臭気強度（嗅覚強度）及び臭気濃度の間の関係を考察してこれらの間の関係式を提出し、更に臭気濃度測定用の容器に何分の固有臭気がある場合に論及したが、資料不足のためこれらの式の妥当性を的確に検討することができなかった。以後、情報の入手に努めた結果、可成りの知見が得られたので、今回、これらの資料を使い、関係式の妥当性の追究を試みた。以下にその結果を報告する。

関係式の呈示

第3報¹⁾及び第4報²⁾更に第10報³⁾などによると次式が成立する。

$$I = x (k \ln C + K) \quad (1)$$

I : 混合臭の嗅覚強度(例, 6点スケール: 0, 1, 2, 3, 4, 5)

C : Σc_i , 混合臭の物質濃度 (c_i : 成分臭 i の物質濃度)

k : $\Sigma r_i k_i$, 混合臭の透過性指数 (r_i : 成分臭 i の濃度分率; k_i : 成分臭 i の透過性指数)

K : $\Sigma r_i K_i$, 混合臭の基準強度 (K_i : 成分臭 i の基準強度)

x : 成分臭の間の相互作用係数 (干渉性指数)^{*1}

混合臭の臭気濃度を n とすると式(1)から

$$0 = k \ln \frac{C}{n} + K \quad (2)$$

従って式(1)及び(2)から次の関係

$$I = k \ln n \quad (3)$$

* 応用化学科 ** 名古屋大学 (名誉教授)

* 1 但し, $x = 1$ と看做して (理由については第3, 4報及び第10報などを参照のこと), 以下, 省略

が得られる。

容器^{*2}に臭気がある場合⁴⁾には混合臭に関する嗅覚強度の中の容器による負担分を Δ とすると次の2式

$$I - \Delta = k \ln C + K \quad (4)$$

$$\Delta = k \ln \frac{C}{n} + K \quad (5)$$

が成立し、従って式(4)と(5)から下の関係

$$I = k \ln n + 2\Delta \quad (6)$$

が得られる (Δ : 容器定数)。尚, 式(5)は次の如く書き改めることができる。

$$n = e^{\frac{K - \Delta}{k}} \cdot C \quad (7)$$

実際との対応

表1は神奈川県公害センターの報告⁵⁾で、様々の事業場が調査してある。臭気の発生源サンプリング及び試験室測定用の容器はマイラーバッグで、臭気強度が6段階表示法(6点スケール法)により、又臭気濃度は三点比較式臭袋法により共にパネル員6名で測定されている。

回帰式中の b/a が式(6)の 2Δ に他ならないのでこれを念頭に置いて表を眺めると 2Δ の大きさが 0.3₃ (グラビア印刷) ~ 1.5₄ (コーヒー製造) の範囲内にあることが見られる。散布図及び回帰式の例を示すと図1-a (グラ

表1 調査結果(神奈川県公害センター, 1981)

事業場	臭気濃度 (n, 上段) と臭気強度 (I, 下段)										回 帰 式*	
											a	b
養 豚	1700 5	58 3	7 3	3 1.5	2 1.3						0.8	0.9
魚腸骨処理	1800 5	550 4.4	180 4.1	55 4	18 3.3	6 2.4	2 1				0.8	0.8
獣骨処理	430 5	130 4.1	43 3.6	13 2.8	4 2.3	1 1.4					0.7	0.9
コ ー ヒ ー 製 造	580 3.8	170 3.5	100 3	58 3	55 3	18 2.5	17 3	6 2.3	2 1.6		1.1	1.7
F R P 製 造	43 4	33 3.8	13 3	10 3	4 2.5	3 2	1 1	1 0			0.6	0.6
合 成 香 料 製 造	430 4.8	130 3.8	43 3.1	13 3	4 2.1						0.8	1.0
オ フ セ ッ ト 印 刷	1300 5	430 4	130 3.9	43 3	13 2.3						0.8	0.6
グ ラ ビ ア 印 刷	1400 5	410 4.6	140 3.8	41 2.9	14 2.1	4 1.1					0.6	0.2
塗 装	730 5	240 4.5	73 4	24 3.4	7 2.6	2 1					0.6	0.5
鋳物製造	980 4.1	230 3.8	98 3	7.8 2	3 1.5						0.9	0.9
廃棄物処理	240 4.3	130 3.8	43 3.1	33 3.1	13 3	10 3	4 2.1	1 1.5			0.9	1.3
下水処理	770 4.3	230 4.3	77 3.8	23 3	8 1.8	2 1.5					0.7	0.7
尿 尿 処 理	170 4.9	77 3.5	58 4	58 3.5	17 3.3	8 1.3	6 2.5	6 1.8	2 1.3	2 1.1	0.5	0.5

* $\log n = aI - b$

* 2 サンプリング及び測定用などの容器で、例えば、プラスチック製

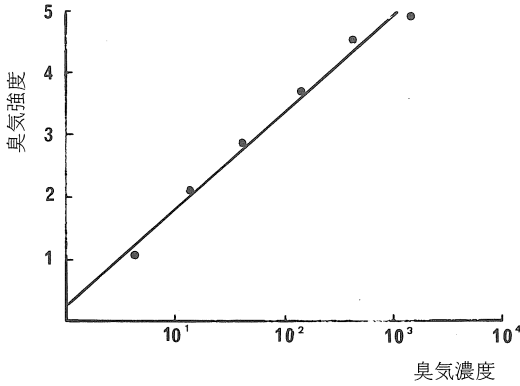


図1-a グラビア印刷工場の臭気濃度と臭気強度の関係

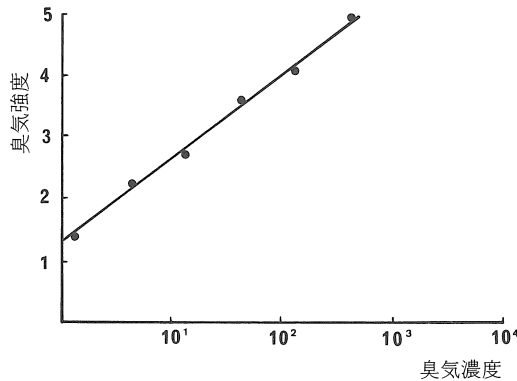


図1-b 獣骨処理場の臭気濃度と臭気強度の関係

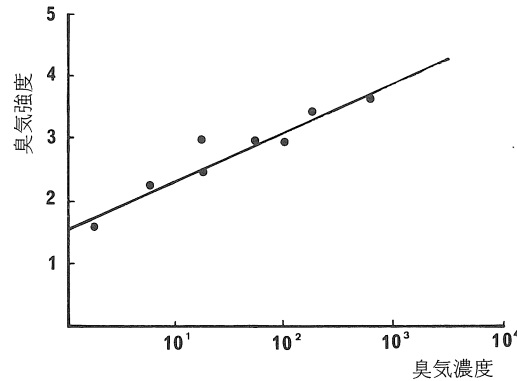


図1-c コーヒー製造工場の臭気濃度と臭気強度の関係

ビア印刷), b (獣骨処理) 及び c (コーヒー製造) の通りである。

表2 調査結果 (日本環境衛生センター及び富士市役所, 1981)

発 生 源	回 帰 式*	
	k	2Δ
鶏 糞	1.49	1.10
飼肥料製造	1.26	1.64
樹脂製造	1.41	1.06
塗 装	1.25	1.33
印刷排ガス	1.30	1.18
獣骨処理	1.27	1.17
K P ストリッピング排ガス	1.26	0.98
尿 尿	1.21	0.86
S C P 蒸解	0.93	1.59
K P 回収ボイラー排ガス	1.03	1.13

$$I = k \log n + 2\Delta$$

表2は第二の例で、色々の発生源から臭気を採取し、これについて測定が行われ³⁾、その結果、臭気濃度(三点比較式臭袋法)と臭気強度(6段階表示法)の間の関係が回帰式で示されている⁶⁾。表によると2Δの大きさは0.86(尿尿)~1.64(飼肥料)の間にあり、Δは平均0.60程度である。

第三の例⁷⁾として図2-a(鋳物製造)及びb(コーヒー製造)を掲げたが、共に2Δの大きさは0.5~1の範囲にある⁴⁾。この他、製紙工場、尿尿処理場などについても調査されているのでこれらの測定結果を一括すると図3の如くなる(回帰式 $I = 1.34 \log n + 0.93$; データ点30, 相関係数0.867)。

以上は臭気が容器から放出されるとの観点に立って事態を検討した結果であるが、実際には臭気が容器によって吸着・吸収されるとか容器内で凝縮したりするとかのために濃度や臭質の変化する可能性がある⁸⁾。これらの総合効果が即ちΔとして現われるのであろうと思われるが、詳細については、現在のところ、不明である。

式(6)による計算

式(6)を使って臭気強度(嗅覚強度)から臭気濃度を計算したり又その逆を計算することもできる筈であるが、

* 3 嗅ぎ窓式無臭室を使い、パネル員6名による。

* 4 発生源及び環境に於けるサンプリングにはそれぞれポリエステル製臭袋及びガラス瓶を使い、試験室に持ち帰りパネル員6名により三点比較式臭袋法で臭気濃度を測定し、同じく6名により臭袋を用いて臭気強度を測定した。

表3 嗅覚強度から臭気濃度の算出

調 査 番 号	年 月 日	物 質 濃 度 (ppb)				臭 覚 強 度 ^{*a}		臭 気 濃 度 ^{*b}		透 透 性 指 数 $k(\sum r_i \cdot 2.3k_i)$				
		硫 化 水	メチルメ 硫 化 メ	二 硫 化	合 計	実 測	計 算	実 測	計 算 ^{*c}					
1	56. 7. 22	5.2	1.1	2.5	0.5	9.3	2.6	2.4	37	14.6 9.0	49.66 ^e 30.4	—	—	0.943
2	56. 7. 22	7.7	1.2	2.8	0.6	12.3	2.8	2.5	50	23.88 11.4	80.9 38.9	—	—	0.943
3	57. 1. 19	2.5	1.5	6.4	1.3	11.7	2.9	2.6	13	35.6 16.5	127.7 59.4	—	—	0.902
4	"	1.6	0.7	2.7	0.5	5.5	2.2	2.3	<10	5.9 7.5	20.8 26.7	—	—	0.910
5	"	2.5	1.3	5.6	0.9	10.3	1.5	2.6	21	1.00 6.6	3.6 59.7	12.9	—	0.901
6	"	2.5	0.8	3.3	0.5	7.1	1.0	2.4	13	0.28 9.8	1.00 34.6	3.5	—	0.909
7	58. 1. 19	1.2	1.4	3.9	0.5	7.0	1.8	2.5	22	2.11 12.1	7.39 42.5	25.8	—	0.921
8	56. 1. 13	1.2	ND	3.0	0.5	4.7	1.9	2.2	22	2.96 6.69	11.51 26.00	44.78	—	0.848
9	56. 7. 22	5.9	0.7	1.8	ND	8.4	1.9	2.3	<10	2.66 7.10	9.07 24.16	—	—	0.940
10	57. 1. 19	11	0.8	ND	0.8	12.6	2.0	2.4	<10	3.48 8.44	10.70 27.61	—	—	0.972
11	58. 1. 19	1.5	0.5	2.5	ND	4.5	2.2	2.2	20	6.09 6.09	22.18 22.18	—	—	0.891

*a 6点スケール法(6段階表示法)

*b 三点比較式臭袋法

*c 式(6)

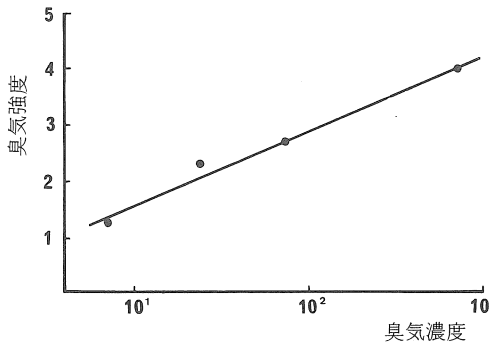


図2-a 臭気強度と臭気濃度の関係（鑄物臭）

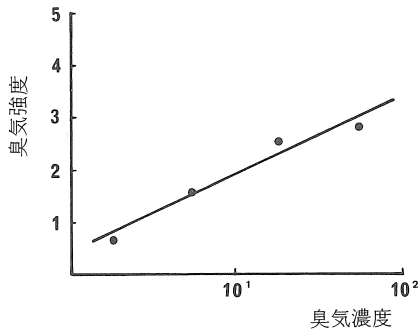


図2-b 臭気強度と臭気濃度の関係（コーヒー臭）

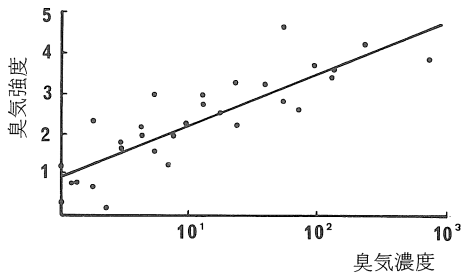


図3 臭気強度と臭気濃度の関係——種々の発生源における調査結果の一括図示

一例を挙げると表3の通りである。表の物質濃度や嗅覚強度に関する資料は既報（第10報）のものであるが、臭気濃度（実測値）も既報^{*5}のものである。

表3中の臭気濃度（計算値）は嗅覚強度の実測値或は計算値を式(6)に代入し、更に式中の 2Δ ^{*6}を1.5、1.0或は0.5と置いて算出したもので、上段は嗅覚強度の実測値を代入した場合、下段が計算値を代入した場合である。尚、単一臭に関する滲透性指数(k_i)が表4⁹⁾の如く知られているのでこれを用いると、式(6)中の滲透性指数 k を勘定することができ、これが表の最右端に示してある。従って、例えば、調査 No.1 (56.7.22)の場合の計算式は下の通りである。

$$I(2.6, 2.4) = 0.943 \log n + 2\Delta(1.5, 1.0)$$

表中の臭気濃度（計算）の欄を各調査番号毎に上・下段それぞれ一括して一グループとし、これを臭気濃度（実測）と比較すると、No.1, 2, 8, 11に対し $2\Delta = 1.0$ 、No.4, 10に対し $2\Delta = 1.5$ で、その他 No.9 に対し $2\Delta = 1.0 \sim 1.5$ 、No.5, 6, 7 に対し $2\Delta = 0.5 \sim 1.5$ 、No.3 に対し $1.5 \sim 2.0$ などであることが見られる。

この結果及び本報告に引用した諸報告^{9)~11)}によると、 Δ の大きさは0.3~0.8の間にある場合が多いように思われるが、資料が乏しいために決定的でない感みがある。今後資料の入手を心掛けて計算を行い、併せて Δ の意味の追究を試みる予定である。

まとめ

第4報に引き続き、混合臭の臭気強度（嗅覚強度）と臭気濃度の間の関係を考察し、サンプリング及び貯蔵用容器などに

- 1) 臭気がない場合
- 2) 臭気がある場合

について、それぞれ、関係式を誘導した。前者に対し、本文の式(3)が得られ、後者に対し式(6)が得られる。

表4 単一臭の滲透性指数 (k_i)

物質	硫化水素	メチルメルカプタン	硫化メチル	二硫化メチル
$2.3k_i$	0.9502	1.2525	0.7843	0.9849

*5 春日井市環境分析センター資料を参照のこと（例えば、臭気調査——White Wind Project——結果報告、第6報（昭和59.3）、春日井市経済環境部）

*6 表3の場合には式(4)の代わりに式(1)を使い（現場で直接臭気強度を測定しているし、一方、試料保存中に万一濃度の減少があったとしても弱いもので而も濃度の対数が強度に他ならないため殆ど強度に狂いが現われないためであろうなどと考えられるので）、これを式(5)と組み合わせると次式 $I = k \ln n + \Delta$ が得られる。表3の計算はこれに拠るべきではなかろうかと思われるが、今回は、一応、式(6)に従った。この辺の事情については今後の吟味を俟つことにしたい。

これらの2式を実際と照合すると、式(6)の要求するような、切片 2Δ のある直線関係の成立することが見られた。 Δ (容器定数)の大きさは一般に0.3~0.8の間にある。

尚、式(6)を使って臭気強度から臭気濃度を計算し、これを実測値と比較することにより Δ (容器定数)の大きさを推定すると一般に0.3~0.8程度であることが認められた。

引用文献

- 1) 佐野 悺, 佐野 愛知: 愛工大研報, No.16(1981), 35; 悪臭研究, 10 (1982), No.50, 12
- 2) 佐野 悺, 佐野 愛知: 愛工大研報, No.16(1981), 45; 悪臭研究, 10 (1982), No.51, 1
- 3) 佐野 悺, 鶴泉 彰恵, 大矢 公彦, 佐野 愛知: 愛工大研報, No.20(1985), 39; 悪臭研究, 13(1985), No.63, 12
- 4) 永田 好男, 竹内 教文, 岡安 信二, 重田 芳広: 悪臭研究, 8 (1979), No.36, 31; 伊藤 泰治, 松下 教男, 伊藤 俊, 児玉 学, 重田 芳広: 第22回大気汚染学会講演要旨集 (1981), 139; 松下 教男, 伊藤 泰治, 児玉 学: 第22回大気汚染学会講演要旨集 (1981), 140; W. A. Lonneman, J. J. Bufalini, R. L. Kuntz, S. A. Meeks: Env. Sci. Tech., 15 (1981), No.1, 99; N. A. Kelly, K. L. Olson, C. A. Wong: Env. Sci. Tech., 19 (1985), 361; 尚, 文献8)を参照のこと
- 5) 神奈川公害センター: 大気汚染調査研究報告, No. 23 (1981), 128; 足立 一彦, 牧野 宏, 金子 幹宏, 森田 剛史, 角谷 信昭: 第22回大気汚染学会講演要旨集 (1981), 142
- 6) 日本環境衛生センター (永田 好男, 竹内 教文, 重田 芳広), 富士市役所 (海野 吉正): 第22回大気汚染学会講演要旨集 (1981), 141
- 7) 世取山 守, 西田 敬一, 亀井 幹夫, 池田 浩三, 小林 紀男: 栃木県公害研究所年報 7 (1983), 66
- 8) G. Leonardos, F. Sullivan, S. P. Levine, R. T. Stordeur, T. M. Harvey, D. Schuetzle: J. Air Poll. Contr. Assoc., 30 (1980), No.1, 23; D. Schuetzle, T. J. Prater, S. R. Ruddell: J. Air Poll. Contr. Assoc., 25 (1975), No.9, 925; 佐野 悺, 市川 俊子, 村手 哲雄, 坪井 勇, 佐野 愛知: 愛工大研報, No.13 (1978), 31; 悪臭研究, 7 (1979), No. 35, 1; 愛工大研報, No.14(1979), 21; 悪臭研究, 8 (1979), No.39, 1; 尚, 文献6)を参照のこと
- 9) 悪臭公害研究会: 悪臭と官能試験 (1980.3), 153~155 (重田 芳広, 表19~21)

(受理 昭和61年1月25日)