

においの強度と濃度の間の相関に関する考察（第4報）

佐野 倮*・佐野 愛知**

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

Isamu SANO and Aichi SANO

As the means of expressing the odor intensity by a numerical value, the 6-point system has generally been employed together with the odor-concentration system; in the former, the intensity appreciated through olfactory sense is given by the figures ranging from 0 to 5, and in the latter, the concentration of an odorant that be no longer perceptible when diluted with odorless air.

We investigated theoretically the relation between these two, taking into account the Weber-Fechner's rule, and derived Eq. (3), and further, we obtained Eq. (4) showing that the odor-concentration is proportional to the concentration of an odorant. In order to inquire into the validity of the equations, we applied them to the same data cited in the previous report, with the conclusion that the equations are considered to be well obeyed, in view of the difficulty in acquiring accurate results in a field work.

いとぐち

我が国で、現在、採用されている悪臭調査の方法としては化学的に悪臭成分を定量する化学分析、ガスクロ分析などの他、人間の嗅覚を利用する嗅覚官能法があるが、さらに後者には嗅覚による悪臭の強度を0, 1, 2, 3, 4, 5の6点によって表示する6点スケール法^{*1}と、矢張り、嗅覚を利用するが、悪臭を何倍に稀釈すれば無臭になるかを測定する3点比較法とがある。

悪臭防止法（昭和46年6月1日、法律第91号）では6点スケール法により悪臭発生事業場の敷地境界線における規制強度が数値的に定められているが、一方、3点比較法については東京都、埼玉県、宮城県などでこれによる条例規制が既に施行されており、考慮中の自治体も少なくないと言われている。春日井市でも考慮中であるが、筆者はこれに資するため、物質濃度、嗅覚強度および臭気濃度の間の関係を考察して関係式を求め、これを野外調査の成績を参照して検討した。これらについて以下に報告する。

第1～3報^{1)~3)}によると、混合臭の全物質濃度(成分濃度の合計値)Cと嗅覚強度(混合臭の全強度、6点スケ-

ル法) I との間に次式

$$I = xk \cdot \ln C + \alpha \quad (1)$$

k : 混合臭の滲透性指数

α : 混合臭の基準強度

x : 成分臭の間の相互作用係数

が成立する。今、濃度Cの混合臭に無臭空気を混ぜてn倍に稀釈したとき、恰も、無臭になったものとする

$$0 = xk \cdot \ln \frac{C}{n} + \alpha \quad (2)$$

従って(1)および(2)式より次の関係

$$I = xk \cdot \ln n \quad (3)$$

が得られる。また、(2)式においてxkと α は混合臭毎の定数であるからn/Cも混合臭毎に一定値をもつ。これを β と置くと

$$n/C = \beta, \ln \beta = \alpha/xk \quad (4)$$

(3)および(4)式について実際との対応を検討したところ、結果は以下の通りであった。

実際との対応

春日井市では昭和54年2月以降、6点スケール法の他に3点比較法を採用して王子製紙(株)春日井工場周辺環境の臭気強度の調査を行っている。これらの成績はその解析とともに既に第3報に詳細報告したところである

* 環境工学研究所

** 愛知県環境部

*1 6段階臭気強度表示法とも呼ばれる。

が、その中から今回の検討試料と関係のある部分を抜粋、再録すると表1～4の如くである。

表1～4の調査成績から回帰直線 $I = xk \cdot \ln C + \alpha$ を決定すると表6³⁾の通りになるが、 $2.3k$ の値は3.5～1.2の間にあり、平均2.5程度であることが見られる。これに対し、文献によると混合臭の臭気濃度と嗅覚強度の間の

総括として表5⁴⁾が提出されているのでこれを(3)式に則ってグラフ化すると図5の如くなる(横軸:臭気濃度(対数);縦軸:強度)。図の通り殆ど直線の関係が存在するので勾配($2.3k$ を読取ると臭気濃度が小さい範囲では2.5前後であり、臭気濃度が100以上に大きくなるにつれて1.3程度に落着くことが知られる。

表1. 昭和54年2月19日調査成績

地 点	物質濃度 (ppb)	嗅 覚 強 度 (6点スケール法)	臭気濃度 (3点比較法)
A	13.6	2.9	100
B	5.1	2.3	17
C	3.6	2.0	<10
D	4.8	3.9	<10
E	7.6	3.7	<10
F	8.4	3.3	<10
G	3.0	3.0	17
H	2.0	2.4	<10
I	1.2	0	<10

表3-a. 昭和55年1月17日調査成績

地 点	物質濃度 (ppb)	嗅 覚 強 度 (6点スケール法)	臭気濃度 (3点比較法)
A	7.2	3.0	45
B	6.1	2.5	38
C	8.6	2.5	—
D	1.8	1.9	13
E	2.4	1.0	<10
F	2.1	1.1	<10
G	1.6	0.2	<10
H	3.5	2.2	<10
I	2.0	0	<10

表2-a. 昭和54年7月18日調査成績

地 点	物質濃度 (ppb)	嗅 覚 強 度 (6点スケール法)	臭気濃度 (3点比較法)
A	2.1	1.4	<10
B	10.8	1.8	16
C	3.3	0.8	<10
D	6.6	1.8	<10
E	5.1	1.0	<10
F	2.5	0.3	<10
G	7.6	1.3	<10
H	6.7	1.2	<10
I	2.0	0	<10

表3-b. 昭和55年2月14日調査成績

地 点	物質濃度 (ppb)	嗅 覚 強 度 (6点スケール法)	臭気濃度 (3点比較法)
A	3.6	1.9	10
B	1.8	1.7	<10
C	14.6	3.5	100
D	7.5	1.4	<10
E	4.2	1.9	<10
F	1.9	0.5	<10
G	2.3	0	<10
H	2.2	0	<10
I	2.5	0	<10

表2-b. 昭和54年8月9日調査成績

地 点	物質濃度 (ppb)	嗅 覚 強 度 (6点スケール法)	臭気濃度 (3点比較法)
A	6.7	1.3	10
B	9.3	1.5	14
C	3.9	1.2	10
D	0.8	0.3	<10
E	1.5	0.9	<10
F	3.0	1.6	<10
G	1.0	0.5	<10
H	1.5	1.8	<10
I	0.9	0	<10

表4-a. 昭和55年7月8日調査成績

地 点	物質濃度 (ppb)	嗅 覚 強 度 (6点スケール法)	臭気濃度 (3点比較法)
A	35.7	2.3	100
B	13.3	2.2	24
C	4.7	2.7	10
D	8.2	2.3	<10
E	9.6	2.3	17
F	2.2	2.1	17
G	1.6	0.2	—
H	1.5	2.0	—
I	1.2	0	—

表4-b. 昭和55年8月9日調査成績

地点	物質濃度 (ppb)	嗅覚強度 (6点スケール法)	臭気濃度 (3点比較法)
A	2.9	0.5	15
B	2.0	0.9	30
C	4.3	2.0	17
D	1.4	1.4	16
E	1.6	0.7	—
F	2.2	0.1	17
G	2.9	0	—
H	2.0	0	—
I	2.0	0	—

表5. 嗅覚強度と臭気濃度の間の相関

嗅覚強度	臭気濃度
1	<10
2	10
2.5	~10~
3	30~100
3.5	100~300
4	~500~
5	~2,000~

※環境臭気（し尿，下水，クラフトパルプなど）および無臭室の測定値

表6. 2.3k, αおよびβ

調査年月日	2.3k	α	β	
			(1)	(2)
54. 2. 19	3.47 ₇	0.571	1.4 ₆	1.8 ₁
54. 7. 18 8. 9	1.25 ₂	0.353	1.9 ₁	1.5 ₈
55. 1. 17 2. 14	3.38 ₇	-0.356	0.7 ₉	3.1 ₂
55. 7. 8 8. 5	2.05 ₂	0.218	1.2 ₈	2.8 ₀

(4)式については、βの値が2通り表6中に示してあるが、これらの中、(1)の行は2.3xkとαとから $x=1^{*2}$ とみなして算出したものである。一方、(4)式によると、臭気濃度と物質濃度の間に原点を通る直線関係が成立し、勾配がβに他ならないので表1~4から図1~4（縦軸：臭気濃度；横軸：物質濃度）を描き、原点を通る直線を引いて勾配を読取ると表6の(2)の行の値が得られる*3。

*2 第3報参照

*3 表1~4中の臭気濃度 <10 の点はこれを臭気濃度5とみなして図に目盛ってある。これらが囲み枠内の点であるが、図中の直線はこれらの点の位置も勘案し目測によって引いたものである。ただし、図1ではA点、図3ではC点（表3-b）、図4ではB点（表4-b）を無視した。

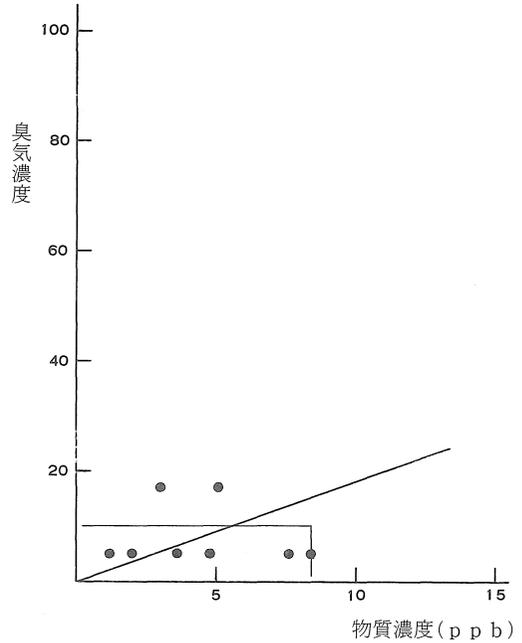


図1. 臭気濃度と物質濃度の間の相関 (昭和54年2月19日)

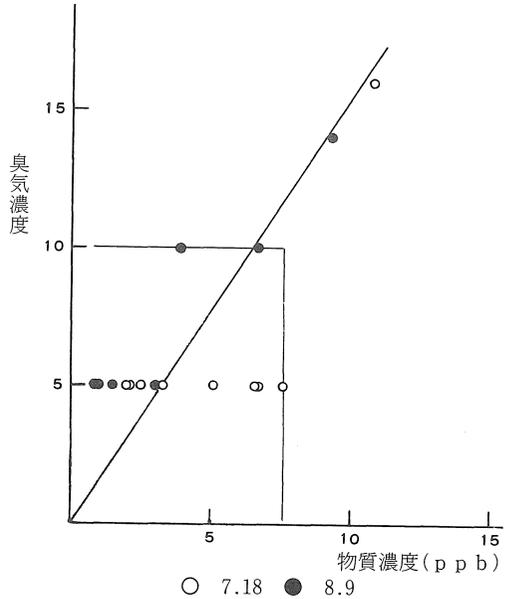


図2. 臭気濃度と物質濃度の間の相関 (昭和54年7月18日, 8月9日)

(1)の行と(2)の行を比較すると両者が良く一致している場合も見られるが、反面、55年1月17日および2月14日のように4倍近い開きのある場合も見られる。恐らく、測定結果（表1~4）に精度の低いことが原因の多くであろうと思われるが、目下のところ、これ以上に立入ったことは判らない。今後、資料の収集を俟ち、その上で再検討を加えることにしたい。

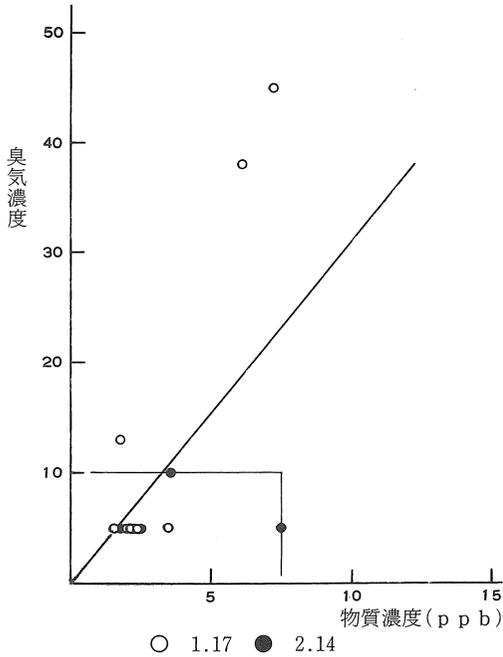


図3. 臭気濃度と物質濃度との相関 (昭和55年1月17日, 2月14日)

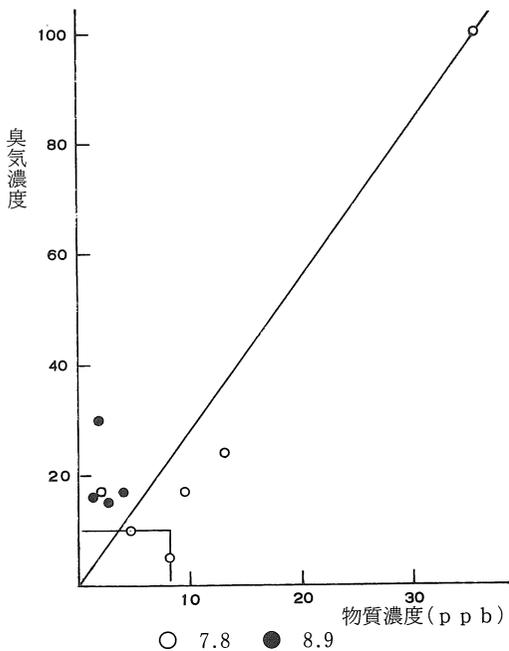


図4. 臭気濃度と物質濃度との相関 (昭和55年7月8日, 8月9日)

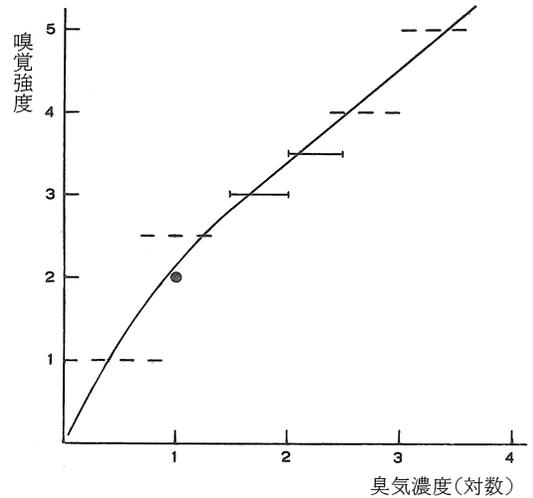


図5. 嗅覚強度と臭気濃度との相関 (表5)

まとめ

単一臭と同様に混合臭についても Weber-Fechner の法則が成立つとの基盤に立って臭気強度 (6点スケール法) と臭気濃度 (3点比較法) の間の関係式(3)および臭気濃度と物質濃度との関係式(4)を導き, これらの妥当性を野外調査の成績を利用して検討した。野外調査には風向, 風速, 日射, 湿度のような気象因子や土地の起伏, 家屋の配置のような地勢因子などが複雑に影響し合い, さらに測定者の嗅覚疲労を防止し難い上, 心理的の動揺が加わるなどの事情も絡むので測定値にばらつきが多く本報引用の場合も例外ではないが, これらの点を考慮すると検討の結果は, 一応, 満足すべきものであろうかと思われる。

終りにのぞみ, 野外調査に関する資料は第3報と同様に春日井市環境分析センターによって提供されたものである旨を記し, 謝意を表する。

引用文献

- 1) 佐野 倅: 愛工大研報, No.13 (1978), 27; 悪臭研究, 7 (1978), No.33. 1.
- 2) 佐野 倅, 佐野 愛知: 愛工大研報, No.14 (1979), 31; 悪臭研究, 9 (1980), No.42, 1.
- 3) 佐野 倅, 佐野 愛知: 愛工大研報, No.16(1981).
- 4) 悪臭公害研究会: 悪臭と官能試験 (1980, 3. 30), 重田 芳広, 表8 (p.107).

(受理 昭和56年1月16日)