

## においの強度と濃度の間の相関に関する考察（第5報）

—成分濃度による，混合臭の嗅覚強度の算出—

佐野 惲\*・佐野 愛知\*\*・坪井 勇\*\*\*

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

—Calculation of the Gross Intensity in  
— Terms of the Ingredient Concentrations—

Isamu SANO, Aichi SANO and Isamu TSUBOI

Two methods of calculating the gross intensity of a compound odor in terms of the concentrations of its ingredients were described; the one (say, a weighted-value summation method) employs Eq. (1) which was derived by the present authors, and the other (say, a reduced-value estimation method) is one that has been reported elsewhere.

The availability of the two methods was examined by applying them to the data of a field survey for the air around a kraft mill; according to gas-chromatographic analysis, the air carried a variety of sulfur-containing compounds such as hydrogen sulfide, methyl mercaptan, methyl sulfide and dimethyl disulfide. The findings can be summarized as follows.

(1) A good coincidence was obtained between the intensities calculated by Eq. (1) and those measured through olfactory sense in the course of field survey. (2) The intensities calculated by the reduced-value estimation method were, in general, slightly higher than those by the weighted-value summation method.

In passing, Eq. (1) might be considered to be applicable only to a special case where the odor is composed of the ingredients having similar composition; on the other hand, Eq. (2) being of generality, it contains the fraction of the surface of olfactory organ available to each of the ingredients. So, by utilizing Eq. (2), the fractions were appraised for the ingredients of the above-said sulfur-containing odor, the result being such that they are of the order of something like  $10^{-1}$  or smaller.

#### はじめに

前報(第3報<sup>1)</sup>)によると，クラフトパルプ工場排出の，硫化水素，メチルメルカプタン，硫化メチル，二硫化ジメチルなどから成る混合臭に対し全濃度と全強度の間の関係として本報告後半部の(2)式が成立するが，これらの成分臭はすべて硫黄化合物で，性質<sup>1)</sup>が相互に類似しているので前半部の(1)式が適合する一面も，また，あろうかと思われる。構造異性体の一種である o-, m-, p-

核異性体が酷似した性質をもつのでその混合臭に対し(1)式が成立することは既に前報(第3報)で指摘したところである。

本報告は上記混合臭の野外調査成績を使って(1)および(2)式，とくに(1)式，の嗅覚強度算定用としての有用性を追求した結果について説述したものである。

#### (1)式による嗅覚強度の算定とその結果

表1，2，3および4に春日井市王子製紙<sup>1)</sup>春日井工場周辺の環境調査成績<sup>2)</sup>とこれに基づき次の2通りの方法で算出した嗅覚強度が揭示してある。

\* 環境工学研究所

\*\* 愛知県環境部

\*\*\* 春日井市環境分析センター

\*1 第3報，表9参照

\*2 詳しくは，第3報を参照のこと

表1 昭和54年2月19日調査

地 点	物質濃度 (ppb)					嗅覚強度 (6点スケール)					
	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	合 計	測 定	算出 (合算法 換算法)			評定 (合算法 換算法)	
A	7.3	(-)	6.3	(-)	13.6	2.9	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	7.3	—	12.7	—	20.0	(2.5)	2.4	—	2.6	—	2.5
硫 化 メ 二 硫 化	3.2	—	6.3	—	9.5	(2.5)	2.5	—	2.5	—	2.5~2.5
B	3.7	0.7	0.7	(-)	5.1	2.3	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	3.7	0.2	2.1	—	12.0	(2.3)	2.0	3.1	2.3	—	2.5
硫 化 メ 二 硫 化	1.4	2.6	0.7	—	4.7	(2.2)	2.3	2.5	2.2	—	2.5~2.5
C	2.5	1.1	(-)	(-)	3.6	2.0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	2.5	11.2	—	—	13.7	(2.4)	1.8	2.9	—	—	2.2
硫 化 メ 二 硫 化	0.3 <sub>6</sub>	1.1	—	—	1.5	(2.4)	2.4	2.4	—	—	2.4~2.4
D	3.1	(-)	1.7	(-)	4.8	3.9	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	3.1	—	4.3	—	7.4	(2.1)	1.9	—	2.2	—	2.0
硫 化 メ 二 硫 化	1.1	—	1.7	—	2.8	(2.1)	2.1	—	2.1	—	2.1~2.1
E	4.5	(-)	3.1	(-)	7.6	3.7	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	4.5	—	7.1	—	11.6	(2.3)	2.1	—	2.4	—	2.2
硫 化 メ 二 硫 化	1.7	—	3.1	—	4.8	(2.2)	2.3	—	2.2	—	2.2~2.3
F	5.3	(-)	3.1	(-)	8.4	3.3	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	5.3	—	7.1	—	12.4	(2.3)	2.2	—	2.4	—	2.3
硫 化 メ 二 硫 化	2.2	—	3.1	—	5.3	(2.3)	2.3	—	2.3	—	2.3~2.3
G	2.0	1.0	(-)	(-)	3.0	3.0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	2.0	9.9	—	—	11.9	(2.3)	1.7	2.8	—	—	2.1
硫 化 メ 二 硫 化	0.3 <sub>6</sub>	1.0	—	—	1.3	(2.4)	2.3	2.4	—	—	2.3~2.4
H	2.0	(-)	(-)	(-)	2.0	2.4	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	2.0	—	—	—	—	(1.6)	1.6	—	—	—	1.6
硫 化 メ 二 硫 化	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	1.6
I	1.2	(-)	(-)	(-)	1.2	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	1.2	—	—	—	1.2	(1.4)	1.4	—	—	—	1.4
硫 化 メ 二 硫 化	—	—	—	—	—	—	1.4	—	—	—	1.4

表2-a 昭和54年7月18日調査

地 点	物質濃度 (ppb)					嗅覚強度 (6点スケール)					
	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	合 計	測 定	算出 (合算法) 換算法				評定 (合算法) 換算法
A	2.1	(-)	(-)	(-)	2.1	1.4	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	2.1	—	—	—	2.1	(1.6)	1.6	—	—	—	1.6
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	1.6
二硫化	—	—	—	—	—	—					
B	9.4	0.6	0.8	(-)	10.8	1.8	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	9.4	5.0	2.3	—	16.7	(2.4)	2.3	3.5	2.5	—	2.4
メチルメ	0.9 <sub>a</sub>	0.6	0.3 <sub>a</sub>	—	1.9	—					
硫化メ	4.4	2.0	0.8	—	7.2	(2.4)	2.4	2.6	2.4	—	2.4~2.6
二硫化	—	—	—	—	—	—					
C	2.5	(-)	0.8	(-)	3.3	0.8	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	2.5	—	2.3	—	4.8	(1.9)	1.8	—	2.1	—	1.9
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	0.8 <sub>a</sub>	—	0.8	—	1.7	(1.9)	1.9	—	1.9	—	1.9~1.9
二硫化	—	—	—	—	—	—					
D	4.9	(-)	1.7	(-)	6.6	1.8	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	4.9	—	4.3	—	9.2	(2.2)	2.1	—	2.3	—	2.1
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	2.0	—	1.7	—	3.7	(2.2)	2.2	—	2.2	—	2.2~2.2
二硫化	—	—	—	—	—	—					
E	4.5	(-)	0.6	(-)	5.1	1.0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	4.5	—	1.8	—	6.3	(2.0)	2.0	—	2.3	—	2.0
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	1.8	—	0.6	—	2.4	(2.0)	2.0	—	2.0	—	2.0~2.0
二硫化	—	—	—	—	—	—					
F	2.5	(-)	(-)	(-)	2.5	0.3	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	2.5	—	—	—	2.5	(1.7)	1.7	—	—	—	1.7
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	—	—	—	—	—	—	1.7	—	—	—	1.7
二硫化	—	—	—	—	—	—					
G	7.6	(-)	(-)	(-)	7.6	1.3	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	7.6	—	—	—	7.6	(2.1)	2.1	—	—	—	2.1
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	—	—	—	—	—	—	2.1	—	—	—	2.1
二硫化	—	—	—	—	—	—					
H	5.2	(-)	1.5	(-)	6.7	1.2	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	5.2	—	3.9	—	9.1	(2.2)	2.1	—	2.3	—	2.1
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	2.1	—	1.5	—	3.6	(2.1)	2.2	—	2.1	—	2.1~2.2
二硫化	—	—	—	—	—	—					
I	2.0	(-)	(-)	(-)	2.0	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	2.0	—	—	—	2.0	(1.6)	1.6	—	—	—	1.6
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	1.6
二硫化	—	—	—	—	—	—					

表 2 - b 昭和54年 8 月 9 日調査

地 点	物質濃度 (ppb)					嗅覚強度 (6点スケール)					
	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	合 計	測 定	算出 (合算法) 換算法				評定 (合算法) 換算法
A	5.9	(-)	0.8	(-)	6.7	1.3	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	5.9 —	— —	2.3 —	— —	8.2 —	(2.1) —	2.1	—	2.3	—	2.1
硫化メ 二硫化	2.5 —	— —	0.8 —	— —	3.3 —	(2.1) —	2.1	—	2.1	—	2.1~2.1
B	5.8	1.0	2.5	(-)	9.3	1.5	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	5.8 0.5 <sub>a</sub>	9.9 1.0	5.9 0.6 <sub>a</sub>	— —	21.6 2.3	(2.6) (2.7)	2.2	3.4	2.5	—	2.4
硫化メ 二硫化	2.4 —	4.6 —	2.5 —	— —	9.5 —	(2.5) —	2.6	2.7	2.5	—	2.5~2.7
C	2.9	(-)	1.0	(-)	3.9	1.2	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	2.9 —	— —	2.8 —	— —	5.7 —	(2.0) —	1.8	—	2.2	—	1.9
硫化メ 二硫化	1.0 —	— —	1.0 —	— —	2.0 —	(1.9) —	2.0	—	1.9	—	1.9~2.0
D	0.8	(-)	(-)	(-)	0.8	0.3	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	0.8 —	— —	— —	— —	0.8 —	(1.2) —	1.2	—	—	—	1.2
硫化メ 二硫化	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1.2	—	—	—	1.2
E	0.8	(-)	0.7	(-)	1.5	0.9	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	0.8 —	— —	2.1 —	— —	2.9 —	(1.7) —	1.4	—	1.8	—	1.6
硫化メ 二硫化	0.2 <sub>2</sub> —	— —	0.7 —	— —	0.9 —	(1.7) —	1.7	—	1.7	—	1.7~1.7
F	2.3	(-)	0.7	(-)	3.0	1.6	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	2.3 —	— —	2.1 —	— —	4.4 —	(1.9) —	1.7	—	2.1	—	1.8
硫化メ 二硫化	0.7 <sub>a</sub> —	— —	0.7 —	— —	1.5 —	(1.8) —	1.9	—	1.8	—	1.8~1.9
G	1.0	(-)	(-)	(-)	1.0	0.5	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	1.0 —	— —	— —	— —	1.0 —	(0.5) —	1.3	—	—	—	1.3
硫化メ 二硫化	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1.3	—	—	—	1.3
H	0.8	(-)	0.7	(-)	1.5	1.8	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	0.8 —	— —	2.1 —	— —	2.9 —	(1.7) —	1.4	—	1.8	—	1.6
硫化メ 二硫化	0.2 <sub>2</sub> —	— —	0.7 —	— —	0.9 —	(1.7) —	1.7	—	1.7	—	1.7~1.7
I	0.9	(-)	(-)	(-)	0.9	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	0.9 —	— —	— —	— —	0.9 —	(1.2) —	1.2	—	—	—	1.2
硫化メ 二硫化	— —	— —	— —	— —	— —	— —	1.2	—	—	—	1.2

表3-a 昭和55年1月17日調査

地 点	物質濃度 (ppb)					嗅覚強度 (6点スケール)					
	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	合 計	測 定	算出 (合算法) (換算法)			評定 (合算法) (換算法)	
A	1.1	(-)	6.1	(-)	7.2	3.0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	1.1	—	12.4	—	13.5	(2.3)	2.1	—	2.4	—	2.3
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	0.32	—	6.1	—	6.4	(2.3)	2.3	—	2.3	—	2.3~2.3
二硫化	—	—	—	—	—	—					
B	1.5	(-)	3.9	0.7	6.1	2.5	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	1.5	—	8.6	1.3	11.4	(2.3)	2.0	—	2.3	2.3	2.2
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	0.48	—	3.9	0.40	4.8	(2.2)	2.3	—	2.2	2.3	2.2~2.3
二硫化	0.81	—	4.3	0.7	5.8	(2.3)					
C	1.3	(-)	6.8	0.5	8.6	2.5	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	1.3	—	13.6	1.6	16.5	(2.4)	2.2	—	2.4	2.5	2.4
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	0.40	—	6.8	0.84	8.0	(2.4)	2.4	—	2.4	2.4	2.4~2.4
二硫化	0.70	—	6.7	0.50	7.9	(2.4)					
D	1.0	(-)	0.8	(-)	1.8	1.9	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	1.0	—	2.3	—	3.3	(1.8)	1.5	—	1.9	—	1.7
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	0.29	—	0.8	—	1.1	(1.7)	1.8	—	1.7	—	1.7~1.8
二硫化	—	—	—	—	—	—					
E	1.4	(-)	1.0	(-)	2.4	1.0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	1.4	—	2.8	—	4.2	(1.9)	1.6	—	2.0	—	1.8
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	0.43	—	1.0	—	1.4	(1.8)	1.9	—	1.8	—	1.8~1.9
二硫化	—	—	—	—	—	—					
F	1.2	(-)	0.9	(-)	2.1	1.1	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	1.2	—	2.6	—	3.8	(1.8)	1.6	—	2.0	—	1.8
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	0.36	—	0.9	—	1.3	(1.8)	1.8	—	1.8	—	1.8~1.8
二硫化	—	—	—	—	—	—					
G	0.9	(-)	0.7	(-)	1.6	0.2	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	0.9	—	2.1	—	3.0	(1.7)	1.5	—	1.9	—	1.7
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	0.25	—	0.7	—	1.0	(1.7)	1.7	—	1.7	—	1.7~1.7
二硫化	—	—	—	—	—	—					
H	1.0	(-)	2.5	(-)	3.5	2.2	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	1.0	—	5.9	—	6.9	(2.1)	1.8	—	2.1	—	2.0
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	0.29	—	2.5	—	2.8	(2.1)	2.1	—	2.1	—	2.1~2.1
二硫化	—	—	—	—	—	—					
I	0.9	(-)	1.1	(-)	2.0	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水	0.9	—	3.0	—	3.9	(1.8)	1.6	—	1.9	—	1.8
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	0.25	—	1.1	—	1.4	(1.8)	1.8	—	1.8	—	1.8~1.8
二硫化	—	—	—	—	—	—					

表3-1b 昭和55年2月14日調査

地 点	物質濃度 (ppb)					嗅覚強度 (6点スケール)					
	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	合 計	測 定	算出 (合算法) 換算法)				評定 (合算法) 換算法)
A	3.0	(-)	0.6	(-)	3.6	1.9	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	3.0	—	1.8	—	4.8	(1.9)	1.8	—	2.1	—	1.9
硫化メ 二硫化	1.1	—	0.6	—	1.7	(1.9)	1.9	—	1.9	—	1.9~1.9
B	1.8	(-)	(-)	(-)	1.8	1.7	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	1.8	—	—	—	1.8	(1.5)	1.5	—	—	—	1.5
硫化メ 二硫化	—	—	—	—	—	—	1.5	—	—	—	1.5
C	5.7	(-)	8.9	(-)	14.6	3.5	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	5.7	—	16.9	—	22.6	(2.6)	2.4	—	2.6	—	2.5
硫化メ 二硫化	2.4	—	8.9	—	11.3	(2.5)	2.6	—	2.5	—	2.5~2.6
D	4.3	(-)	3.2	(-)	7.5	1.4	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	4.3	—	7.3	—	11.6	(2.3)	2.1	—	2.4	—	2.2
硫化メ 二硫化	1.7	—	3.2	—	4.9	(2.3)	2.3	—	2.3	—	2.3~2.3
E	2.7	(-)	1.5	(-)	4.2	1.9	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	2.7	—	3.9	—	6.6	(2.1)	1.9	—	2.2	—	2.0
硫化メ 二硫化	0.96	—	1.5	—	2.5	(2.0)	2.1	—	2.0	—	2.0~2.1
F	1.9	(-)	(-)	(-)	1.9	0.5	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	1.9	—	—	—	1.9	(1.5)	1.5	—	—	—	1.5
硫化メ 二硫化	—	—	—	—	—	—	1.5	—	—	—	1.5
G	2.3	(-)	(-)	(-)	2.3	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	2.3	—	—	—	2.3	(1.6)	1.6	—	—	—	1.6
硫化メ 二硫化	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	1.6
H	2.2	(-)	(-)	(-)	2.2	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	2.2	—	—	—	2.2	(1.6)	1.6	—	—	—	1.6
硫化メ 二硫化	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	1.6
I	2.5	(-)	(-)	(-)	2.5	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫化水 メチルメ	2.5	—	—	—	2.5	(1.7)	1.7	—	—	—	1.7
硫化メ 二硫化	—	—	—	—	—	—	1.7	—	—	—	1.7

表4-a 昭和55年7月8日調査

地点	物質濃度 (ppb)					嗅覚強度 (6点スケール)					
	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	合計	測定	算出 (合算法換算法)				評定 (合算法換算法)
A	10.0	10.0	8.8	6.9	35.7	3.3	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混合臭
硫化水	10.0	205.3	16.8	14.0	246.1	(3.6)	2.8	4.2	2.9	3.1	3.3
メチルメ	1.0	10.0	1.5	1.3	13.8	(3.7)					
硫化メ	4.7	182.8	8.8	5.5	201.8	(3.5)	3.6	3.7	3.5	3.6	3.5~3.7
二硫化	5.0	92.1	8.2	6.9	112.2	(3.6)					
B	6.1	2.7	3.6	0.9	13.3	2.2	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混合臭
硫化水	6.1	36.5	8.0	1.7	52.3	(2.9)	2.4	3.6	2.6	2.6	2.7
メチルメ	0.6 <sub>a</sub>	2.7	0.8 <sub>b</sub>	0.2 <sub>b</sub>	4.5	(3.0)					
硫化メ	2.6	22.6	3.6	0.5 <sub>c</sub>	29.4	(2.9)	2.9	3.0	2.9	2.9	2.9~3.0
二硫化	3.1	17.4	4.0	0.9	25.4	(2.9)					
C	2.6	0.6	0.9	0.6	4.7	1.9	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混合臭
硫化水	2.6	5.0	2.6	1.1	11.3	(2.3)	1.9	3.1	2.2	2.2	2.1
メチルメ	0.3 <sub>b</sub>	0.6	0.3 <sub>c</sub>	0.1 <sub>b</sub>	1.5	(2.5)					
硫化メ	0.9 <sub>2</sub>	2.0	0.9	0.3 <sub>3</sub>	4.2	(2.2)	2.3	2.5	2.2	2.3	2.2~2.5
二硫化	1.4	2.6	1.3	0.6	5.9	(2.3)					
D	5.0	1.0	1.3	0.9	8.2	2.3	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混合臭
硫化水	5.0	9.9	3.5	1.7	20.1	(2.5)	2.2	3.4	2.4	2.4	2.4
メチルメ	0.6 <sub>a</sub>	1.0	0.4 <sub>5</sub>	0.2 <sub>b</sub>	2.3	(2.7)					
硫化メ	2.0	4.6	1.3	0.5 <sub>5</sub>	8.5	(2.4)	2.5	2.7	2.4	2.5	2.4~2.7
二硫化	2.5	4.9	1.8	0.9	10.1	(2.5)					
E	2.3	3.0	4.3	(-)	9.6	2.3	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混合臭
硫化水	2.3	42.0	9.3	—	53.6	(2.9)	2.2	3.5	2.5	—	2.7
メチルメ	0.3 <sub>3</sub>	3.0	0.9 <sub>6</sub>	—	4.3	(3.0)					
硫化メ	0.7 <sub>9</sub>	26.7	4.3	—	31.8	(2.9)	2.9	3.0	2.9	—	2.9~3.0
二硫化	—	—	—	—	—	—					
F	2.2	(-)	(-)	(-)	2.2	2.1	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混合臭
硫化水	2.2	—	—	—	2.2	(1.6)	1.6	—	—	—	1.6
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	1.6
二硫化	—	—	—	—	—	—					
G	1.6	(-)	(-)	(-)	1.6	0.2	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混合臭
硫化水	1.6	—	—	—	1.6	(1.5)	1.5	—	—	—	1.5
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	—	—	—	—	—	—	1.5	—	—	—	1.5
二硫化	—	—	—	—	—	—					
H	1.5	(-)	(-)	(-)	1.5	0.7	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混合臭
硫化水	1.5	—	—	—	1.5	—	1.5	—	—	—	1.5
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	—	—	—	—	—	—	1.5	—	—	—	1.5
二硫化	—	—	—	—	—	—					
I	1.2	(-)	(-)	(-)	1.2	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混合臭
硫化水	1.2	—	—	—	1.2	(1.4)	1.4	—	—	—	1.4
メチルメ	—	—	—	—	—	—					
硫化メ	—	—	—	—	—	—	1.4	—	—	—	1.4
二硫化	—	—	—	—	—	—					

表 4 - b 昭和55年 8 月 5 日 調査

地 点	物質濃度 (ppb)					嗅覚強度 (6 点スケール)					
	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	合 計	測 定	算出 (合算法) 換算法			評定 (合算法) 換算法	
A	2.3	(-)	0.6	(-)	2.9	0.5	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	2.3	—	1.8	—	4.1	(1.9)	1.7	—	2.1	—	1.8
硫 化 メ 二 硫 化	0.7 <sub>9</sub>	—	0.6	—	1.4	(1.8)	1.9	—	1.8	—	1.8~1.9
B	2.0	(-)	(-)	(-)	2.0	0.9	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	2.0	—	—	—	2.0	(1.6)	1.6	—	—	—	1.6
硫 化 メ 二 硫 化	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	1.6
C	2.9	(-)	1.4	(-)	4.3	2.0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	2.9	—	3.7	—	6.6	(2.1)	1.9	—	2.2	—	2.1
硫 化 メ 二 硫 化	1.0	—	1.4	—	2.4	(2.0)	2.1	—	2.0	—	2.0~2.1
D	1.4	(-)	(-)	(-)	1.4	1.4	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	1.4	—	—	—	1.4	(1.4)	1.4	—	—	—	1.4
硫 化 メ 二 硫 化	—	—	—	—	—	—	1.4	—	—	—	1.4
E	1.6	(-)	(-)	(-)	1.6	0.7	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	1.6	—	—	—	1.6	(1.5)	1.5	—	—	—	1.5
硫 化 メ 二 硫 化	—	—	—	—	—	—	1.5	—	—	—	1.5
F	2.2	(-)	(-)	(-)	2.2	0.1	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	2.2	—	—	—	2.2	(1.6)	1.6	—	—	—	1.6
硫 化 メ 二 硫 化	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	1.6
G	2.4	(-)	0.5	(-)	2.9	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	2.4	—	1.5	—	3.9	(1.8)	1.7	—	2.1	—	1.8
硫 化 メ 二 硫 化	0.8 <sub>3</sub>	—	0.5	—	1.3	(1.8)	1.8	—	1.8	—	1.8~1.8
H	2.0	(-)	(-)	(-)	2.0	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	2.0	—	—	—	2.0	(1.6)	1.6	—	—	—	1.6
硫 化 メ 二 硫 化	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	1.6
I	2.0	(-)	(-)	(-)	2.0	0	硫化水	メチルメ	硫化メ	二硫化	混 合 臭
硫 化 水 メチルメ	2.0	—	—	—	2.0	(1.6)	1.6	—	—	—	1.6
硫 化 メ 二 硫 化	—	—	—	—	—	—	1.6	—	—	—	1.6

a) 下の(1)式

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

- I : 混合臭の嗅覚強度 (6点スケール)
- C : 混合臭の全濃度 (成分臭濃度の合計値)
- $r_i$  : 成分臭  $i$  の混合臭中における濃度分率
- $k_i$  : 成分臭  $i$  の透過性指数
- $K_i$  : 成分臭  $i$  の基準強度

により算出 (加重合算法<sup>\*3</sup>)

b) 後記の手続きで算出 (等価換算法<sup>\*3</sup>)

まず、加重合算法を表1の地点Aを例として説明すると――

地点Aでは混合臭の全濃度(C)が13.6ppbであるからこれを硫化水素或は硫化メチルの濃度と看做し表5<sup>2)</sup>に従

表5 嗅覚強度 (y, 6点スケール) と物質濃度 (x, ppb) の間の関係式

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	$y = 0.9849 \log x + 1.5496$

ってそれぞれ強度を算出すると2.4および2.6となるが、一方、硫化水素或は硫化メチルの濃度分率( $r_i$ )はそれぞれ  $\frac{7.3}{13.6} = 0.53_6$  および  $\frac{6.3}{13.6} = 0.46_4$  であるから(1)式により  $0.53_6 \times 2.4 + 0.46_4 \times 2.6$  を計算すると混合臭の全強度 (I) として2.5が得られる (評定値)。

これに対し、等価換算法<sup>3)</sup>は次の通りで、まず、硫化水素7.3ppbをこれと等しい強度の硫化メチルに換算すると3.2ppbと得られ、硫化メチル6.3ppbを硫化水素に換算すると12.7ppbとなるので混合臭を硫化水素と見れば濃度20.0ppbで強度2.5、硫化メチルと見れば濃度9.5ppbで強度2.5などと算定され、これらが嗅覚強度の欄にそれぞれ2.5および2.5と載録されている (評定値2.5~2.5)。

表1~4を通覧すると嗅覚強度の測定値と評定値 (合算法) との間に概して良い一致の存在することが見られる。外れの目立つ地点は表1のDおよびE、表3-aのG、表3-bのGおよびH、さらに表4-bのF、GおよびHなどであるが、これについては嗅覚強度の測定値に精度が低いとか物質濃度が0.5ppb未満の場合、これを無視して計算が進めるとかの重なり合いが原因の一つであろうと思われる。なお、各表を通じ、地点Iは対照として工場の風上に場所<sup>\*4</sup>が選定してあるけれども、硫化水素が測定され、外れ<sup>\*5</sup>が見られる。換算法は合算法

\* 3 筆者による便宜上の呼び名  
 \* 4 調査日毎に変わる。他の地点についても同様(第3報参照)  
 \* 5 理由は明らかでない (目下、探求中)

と大体において一致しているが、若干高い結果を与えるようである。

(1)式は濃度をその対数として含むので濃度の誤差を減殺する働き<sup>\*6</sup>がある上、この対数を組成平均して強度を算出する仕組みになっているので成分臭が相互に似通っていない場合でも成立する可能性があらうかと考えられるが、これについては、今後、情報を得て検討することにした。

(2)式による嗅覚強度の算出に関する検討

前報<sup>1)</sup>で筆者は下式

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

$\epsilon^{(i)}$ : 成分臭  $i$  専用官能部面の面積分率

を誘導し、これをクラフトパルプ工場排出の、硫黄化合物混合臭に適用してその妥当であることを示した。この式は一般の混合臭について成立つであろうと思われる関係であるが、前記の(1)式は、恐らく、特殊の混合臭に対して成立つものであると考えられる。

(1)式の嗅覚強度算出用としての有用性に関する検討とその結果は上の通りであるが、さらに(2)式についても検討したので下にその結果を報告する。ただし、(2)式は成分臭  $i$  の面積分率  $\epsilon^{(i)}$  を含み、その大きさは成分臭によって異なるであろうが、これに関する知識は、現在、皆無に等しいので、嗅覚強度の算出式として使用することは到底望むべくもないところである。嗅覚強度や物質濃度の測定値から成分臭  $i$  の面積分率  $\epsilon^{(i)}$  を推定するための計算式として役立てる方が寧ろ合理的であろうと思われるのでこの線に沿って検討し、考察が進めてある。

結果は表6の通りである。表中、\*を付けた地点は測定値が異常であるかの如く見えるために回帰直線の計算から外したものである<sup>\*7</sup>。他の地点は回帰直線上にあるか或はこれに近い位置にあることを条件に調査日毎の代表として選出したものであるが、測定値にばらつきが多いためか条件に合致した地点は尠なく、表の通りであった。面積分率  $\epsilon^{(i)}$  は各成分臭に特定の官能部面が嗅覚に関する全官能部面に対して占める割合を意味し、成分臭毎に大きさの異なるものであらうと考えられるが、これについては情報が全く得られていないので、便宜上、次式

$$\frac{\sum k_i \ln \epsilon^{(i)}}{\sum k_i} = \ln \bar{\epsilon} \quad (3)$$

によって定義される面  $\bar{\epsilon}$  (幾何平均面積分率) を設け、(2)式中の  $\sum k_i \ln \epsilon^{(i)}$  に代入して  $\bar{\epsilon}$  を算定し、これが表に示してある。なお、表の右端に測定出来た成分臭を掲げた(濃

\* 6 例えば換算濃度に狂いがあってもその影響が現われ難いなど  
 \* 7 第3報参照

表6 面積分率算定値

調査日 (年月日)	地点 (記号)	嗅覚強度 (測定)	面積分率 (算定)	成分臭 (測定限界濃度以上)			
				(1)	(2)	(3)	(4)
54.2.19 (表1)	A*	2.9	0.13	○	—	○	—
	C	2.0	0.13	○	○	—	—
	E	3.7	0.51	○	—	○	—
	F	3.3	0.35	○	—	○	—
54.7.18 (表2-a)	B	1.8	0.04 <sub>6</sub>	○	○	○	—
	C	0.8	0.03 <sub>6</sub>	○	—	○	—
	H	1.2	0.03 <sub>1</sub>	○	—	○	—
54.8.9 (表2-b)	A	1.3	0.04 <sub>5</sub>	○	—	○	—
	B	1.5	0.02 <sub>6</sub>	○	○	○	—
	C	1.2	0.05 <sub>2</sub>	○	—	○	—
	H*	1.8	0.27	○	—	○	—
55.1.17 (表3-a)	B	2.5	0.12	○	—	○	○
	E	1.0	0.05 <sub>9</sub>	○	—	○	—
	G	0.2	0.03 <sub>0</sub>	○	—	○	—
55.2.14 (表3-b)	A	1.9	0.16	○	—	○	—
	C	3.5	0.28	○	—	○	—
	D*	1.4	0.03 <sub>2</sub>	○	—	○	—
	E	1.9	0.12	○	—	○	—
55.7.8 (表4-a)	A	3.3	0.01 <sub>6</sub>	○	○	○	○
	B	2.2	0.02 <sub>7</sub>	○	○	○	○
	C	1.9	0.06 <sub>5</sub>	○	○	○	○
	D	2.3	0.04 <sub>9</sub>	○	○	○	○
55.8.5 (表4-b)	A	0.5	0.02 <sub>9</sub>	○	—	○	—
	C	2.0	0.13	○	—	○	—

(1): 硫化水素 (2): メチルメルカプタン (3): 硫化メチル (4): 二硫化ジメチル

\* 異常値地点 (第3報参照)

度: 0.5ppb 以上)。

表に見られる如く硫化水素と硫化メチルの2成分系, 硫化水素, メチルメルカプタン, 硫化メチルの3成分系, 硫化水素, メチルメルカプタン, 硫化メチル, 二硫化ジメチルの4成分系など種々の混合臭が存在するので, これらの中から硫化水素とメチルメルカプタンおよび硫化水素と硫化メチルの2成分系について面積分率の平均( $\bar{e}_2$ )を求めると0.14<sub>0</sub>\*<sup>8</sup>が得られるが, \*の地点の他さらにEおよびF(54.2.19)の2地点を除くと0.091<sub>0</sub>が得られる。同様に3成分系および4成分系に対し, それぞれ, 0.064<sub>0</sub>( $\bar{e}_3$ )および0.039<sub>2</sub>( $\bar{e}_4$ )が得られる。これらの数値を勘案すると, 硫化水素の面積分率が大きく, 他の3成分のそれらは小さいのではなかろうかなどと推量できるが, この辺の事情については, 今後も引続き考察を進めて解明に努めることにしたい。

\* 8 表中の2成分系の数17, その面積分率の和2.39<sub>4</sub>, 従って平均値0.14<sub>0</sub>。

#### まとめ

クラフトパルプ工場周辺の環境空気中には硫化水素, メチルメルカプタン, 硫化メチル, 二硫化ジメチルなどの硫黄化合物が含まれ, 悪臭公害が発生しているが, 筆者はこれに関する調査成績を資料として本文(1)および(2)式の, 事実との整合性を検討し, 下の結果を得た。

(1)式は成分臭の濃度の合計値を各成分臭の濃度と看做し, それぞれ, 強度を計算した上, これらを濃度分率(組成比)を考慮して合算, これを混合臭の強度とする方法で(加重合算法), 測定値との間の整合性は良好である。(2)式は成分臭毎に特定の面積分率を含むが, これに関する知識が, 現在, 得られていないので嗅覚強度の測定値から面積分率を推定するための計算式として利用することを試みた。この方法とその結果に対する信憑性については, 目下のところ, 不明である。

なお, (1)式に関連して他の算出法(等価換算法)に触れ, 論評を加えた。

引用文献

- 1) 佐野 悞, 佐野 愛知: 愛工大研報, No.16(1981), 35; 悪臭研究, (1982), No.50, 1
- 2) 悪臭公害研究会: 悪臭と官能試験 (1980, 3), 重田 芳広, 表19~21 (p.153~155)
- 3) 井上 俊: 王子製紙(株)春日井工場公害防止状況総点検報告書, 第4報(春日井市, 昭和51. 12月), p.66; 環境技術, 10 (1981), No. 6, 505  
(受理 昭和57年1月16日)