

悪臭調査の一例——強度分布と濃度分布の間の相関性 (第4報)

佐野 悞,* 太田 洋,* 鶴泉 彰恵,*
 坪井 勇,** 市川 俊子,** 村手 哲雄**

Studies of Malodors——Correlation between the Organoleptic and Chemianalytic Determination of the Odor around a Kraft Pulp Mill (IV)

Isamu SANO, Hiroshi OHTA, Akie TSURUIZUMI,
 Isamu TSUBOI, Toshiko ICHIKAWA, Tetsuo MURATE

前置き

春日井市では、王子製紙(株)春日井工場周辺の環境行政に資する目的で悪臭の嗅覚強度と物質濃度について数年^{1)~6)}来、随時に調査を実施し、その結果を報告している。筆者らは今年(昭和52年)も参加して2月15日と3月25日の2回にわたり調査を実施したので以下にその結果を報告する。

調査の方法は2回とも従前通りで、例えば強度測定班のガスマスク着用、6点スケール式強度の採用など前回と同様である^{3), 6)}。

2月15日の調査とその結果

調査中の気象状況は雪後曇で、風向・風速は表1^{*1)}の如くであった。

表1 気象要素

(春日井市役所, 昭和52年2月15日)

時刻	風向	風速 m/s
10:10	北東	3.0
:20	〃	3.0
:30	北北東	4.0
:40	〃	2.5
:50	〃	2.0
11:00	北	4.0
:10	〃	4.0
:20	〃	3.5
:30	〃	4.0
:40	北北西	5.0
:50	〃	5.5
12:00	〃	5.5

表2 気象要素(現地, 昭和52年2月15日)

地点	時刻	風向	風速 m/s
26	10:50	北西	0.5
71	10:55	西	1.0
52	11:05	北西	1.5
58	11:10	〃	2.0
53	11:13	北	1.5
72	11:16	〃	0.5
54	11:22	〃	3.5
73	11:28	〃	6.0
73	11:32	〃	2.0
57	11:42	〃	8.0
ゴルフ場	11:50	〃	0.5

表2は各地点における簡易型風向風速計(島津製)による観測結果で、風向は、大体のところ、市役所におけるそれと一致しているが、風速については市役所との間に差異が見られる。恐らく高度、地形、家屋などの影響の現われであろう。

表3 嗅覚強度調査結果(昭和52年2月15日)

時刻	10:50	10:55	11:05	11:10	11:13	11:16	11:22	11:28	11:32	11:42	11:50
地点	26	71	52	50	53	72	54	73	73'	57	5
メンバー	荒川科盛 西	王子工内 前	王子体育館 (観)	北沢橋会 西	下条歩道 橋上	八幡池西	下津堤防 上	中切堤防 上	中切堤防 上	竜泉寺 境内	ゴルフ場 前
A ₂	3	0	3	1	2	0	0	3	1	1	1
B ₂	0	0	4	2	4	1	0	4	1	1	2
C ₃	0	0	3	2	4	3	0	4	5	2	1
D ₃	0	0	3	1	2	3	1	3	1	2	1
E ₃	0	0	3	2	3	1	0	3	3	3	2
F ₄	3	0	3	3	4	2	0	4	2	3	1
C ₄ ^o	3	0	3	3	2	3	1	4	3	5	3
平均	1.3	0	3.1	2.0	3.0	1.9	0.3	3.6	2.3	2.4	1.6

表3に嗅覚感能法による強度の測定結果が示してある。表中、メンバーA, Dなどのサフィックス2, 3とか肩の°とかは前回と同様に年齢が20代, 30代であるとか女性であるとかを意味し、地点に付記した数字26, 58などはその番号である。地点73と73'については前者の方

* 環境工学研究所
 ** 春日井市公害分析センター
 *1 春日井市役所屋上、自記録型風向風速計(小笠原計器製, A-157型)による観測結果

が後者より50m程度東側にあるが、これらの両地点における測定値を比較すると、73の方が73'より一般に高くなっていることが認められる。これは2地点間の測定時刻のズレが数分程度に過ぎず嗅覚の疲労が十分に回復していなかったためであろうと思われる。

今回の調査でも、前回と同様に嗅覚感能法による強度の測定と並行し、ガスクロマトグラフ法による濃度の測定を実施した⁷⁾。その結果は表4の通りである。

表4 悪臭濃度調査結果(昭和52年2月15日)

地点	強度				濃度 (ppb)				合計
	時刻	強度	時刻	強度	硫化水素 (H ₂ S)	メチル硫黄 (CH ₃ S ₂)	硫化メチル (CH ₃ S)	合計	
53	11:13	3.0	11:10	3.0	0.8	0.3	3.0	0.2	4.3
57	11:42	2.4	11:53	1.5	0.4	(-)	0.1	0.1	0.6
58	11:10	2.0	11:10	0.5	0.6	0.4	0.1	0.1	1.2
72	11:16	1.9	11:10	2.0	1.5	(-)	0.3	(-)	1.8
26	10:50	1.3	10:50	1.5	1.6	0.1	1.5	0.2	3.4
54	11:22	0.3	11:30	1.0	0.6	(-)	0.2	0.1	0.9
71	10:55	0	10:50	0	0.4	0.1	0.1	(-)	0.6
56	-----	--	11:35	0	0.2	(-)	(-)	0.1	0.3
51	-----	--	10:50	1.0	0.5	(-)	(-)	(-)	0.5
55	-----	--	11:35	1.5	1.4	(-)	0.2	0.2	1.2
39	-----	--	11:50	0	0.7	(-)	0.1	(-)	0.8

風向：北～北西，風速：0.5～3 m/s，気温：1.0～4.9℃，採取容器：ガラス瓶，(-)：定量限界以下

強度を測定するには、各地点で悪臭を採取し^{*2}，これを分析室へ持帰ってガスクロマトグラフ法で分析すればよいが、サンプル数が多いので全部を分析するのに半日近くを要した^{*3}。悪臭採取班^{*4}はその作業のかたわら嗅覚強度の測定を併せ行なったので、表にはその結果(平均値)も掲げているが、嗅覚班の測定値(表3)と概して一致していることが見られる。なお、表の欄外に採取班による気象要素の観測結果(まとめ)が記してある。

表4中の採取班および表3の嗅覚班の強度を表4中の

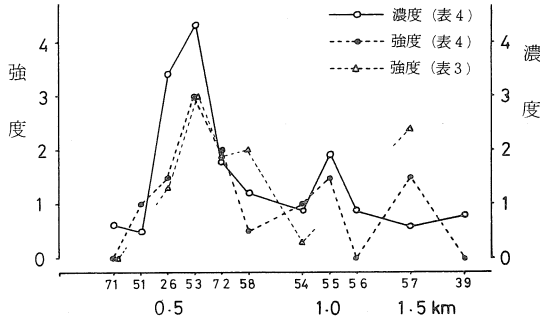


図1 強度と濃度との相関(昭和52年2月15日)

- * 2 ガラス瓶を使用し，5分間以内に完了
- * 3 詳細については，総点検報告書(第3報，昭50.12月)を参照のこと
- * 4 3班出動，各班3名編成

濃度合計値と比較すると図1の如くで、地点57および51を除けば並行関係の存在することが認められる。ただし、図の横軸には地点31^{*5}からの風下距離毎に地点を群まとめにして示し、各群の下に代表値が記してある。なお、地点39は工場内の地点31から風上1kmの距離にあり、対照とした場所である^{*6}。

図2に表3の嗅覚班による強度(平均値)を示し、さ

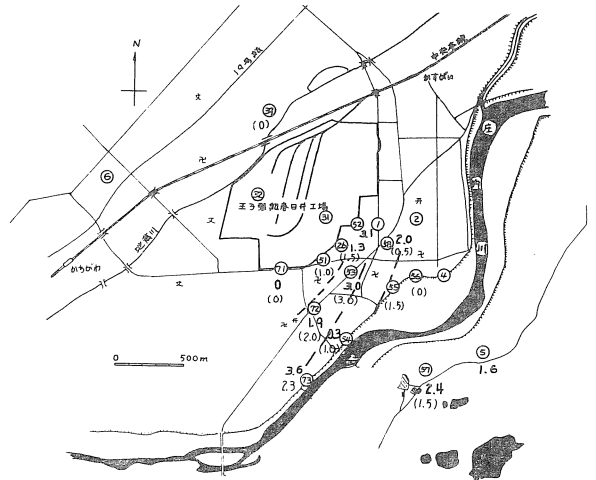


図2 悪臭の強度分布(昭和52年2月15日)

らに表4中の採取班の強度が()をつけて記してある。調査中、風向が北北東から北へ、次いで北北西へと次第に変化しているので強度の分布曲線を描述むことは容易でないが、大体のところ、破線の如くなるのではなかろうかと考えられ、風下の地点53-73の線上に強度の極大値が現われるように見える。地点57では強度が意外に高いが、これは濃度が低いことと矛盾し(図1)、理由が明らかでない。地点51についても同様である。

3月25日の調査とその結果

2月15日と同様に調査を実施した。気象状況(晴)および調査結果はそれぞれ表5, 6および表7, 8の通りである。

図3に採取班による強度(表8)および嗅覚班の強度(表7)と濃度合計値(表8)の間の相関が示してある。図によると、悪臭をガラス瓶に採取して測定した場合の地点52が濃度の異常に高い値を与えていることを除くと、他はほとんど強度と並行関係にあることが知られる。地

- * 5 工場内のクラフト5・7号回収ボイラー用煙突の位置(図2, 4参照)
- * 6 地点32は上質1・2・9号回収ボイラー用煙突の位置で、地点31の煙突と共に悪臭発生源である(両者間距離約0.5km)

点6(春日井保健所前)は工場(地点32)の風上1.5kmの距離にあり、対照として選定した場所である。

強度の分布状況は図4の通りで、ほとんど西風であったために悪臭は大部分が工場の東側に流れ、次第にうすれているようである。工場隣接の地点52では前回(2月15日)と同様に今回も強度が高かったが、恐らく建屋漏洩

表5 気象要素(春日井市役所, 昭和52年3月25日)

時刻	風向	風速
10:00	西南西	4.5
10:10	西	4.0
10:20	~	3.5
10:30	~	5.0
10:40	~	4.0
10:50	~	4.0
11:00	~	4.5
11:10	~	5.5
11:20	~	6.0
11:30	~	5.0

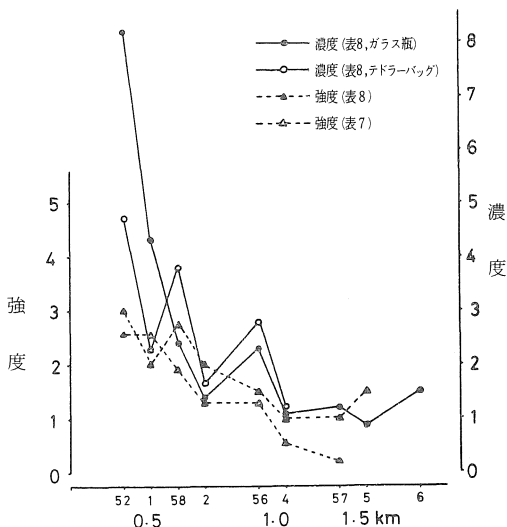


図3 強度と濃度の間の相関 (昭和52年3月25日)

表6 気象要素(現地, 昭和52年3月25日)

地点	時刻	風向	風速
52	10:32	西	2.0
1	10:36	~	3.0
58	10:40	西南西	1.0
2	10:43	北西	1.5
3	10:46	西	1.0
4	10:52	北西	4.0
57	11:09	~	2.0

表7 嗅覚強度調査結果(昭和52年3月25日)

時刻	10:32	10:36	10:40	10:43	10:46	10:52	11:09
地点	57	1	58	2	56	4	57
探取器	三ツ坪倉袋	バイパス袋	九段橋倉袋	和赤倉神田南	機り微電機下	上赤堤防上	倉敷香壇内
強度	1	3	2	1	3	0	0
2	1	2	1	1	1	2	1
3	4	3	2	2	2	1	0
2	2	2	1	1	1	0	0
2	2	2	1	1	1	0	0
2	3	1	1	1	0	0	0
2	4	4	1	0	0	0	0
3	3	4	3	2	3	1	0
4	3	4	4	3	2	1	1
4	2	1	2	1	0	1	0
平均	2.6	2.6	1.9	1.3	1.3	0.6	0.2

表8 悪臭濃度調査結果(昭和52年3月25日)

地点	時刻	強度		濃度 (ppb)				
		嗅覚強度	探取器強度	硫化水素	メチル硫黄	硫化水素+硫化物	合計	
52	10:31	2.6	3.0	1.8	0.5	5.3	0.6	8.2
				1.1	(-)	3.4	0.3	4.7
1	10:36	2.6	2.0	1.6	(-)	2.7	(-)	4.3
				1.8	(-)	0.5	(-)	2.3
58	10:40	1.9	2.5	0.9	0.4	0.7	0.4	2.4
				0.9	0.2	2.5	0.2	3.8
2	10:43	1.3	2.0	0.2	0.7	0.5	(-)	1.4
				1.3	(-)	0.3	(-)	1.6
56	10:46	1.3	1.5	0.7	0.3	1.2	0.1	2.3
				1.6	0.2	0.9	0.1	2.8
4	10:52	0.6	1.0	0.9	(-)	0.2	(-)	1.1
				1.1	(-)	0.3	(-)	1.2
57	11:09	0.2	1.0	1.2	(-)	(-)	(-)	1.2
5	11:15	—	1.5	0.3	(-)	(-)	(-)	0.9
6	9:00	—	—	1.2	(-)	(-)	0.3	1.5

風向:北西~西, 風速:1~4 m/s, 気温:9.0~15.5℃, 採取容器:ガラス瓶(上段), テドラバッグ(下段)

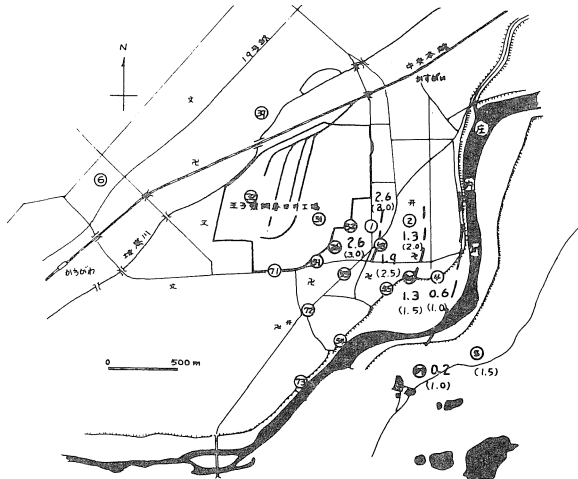


図4 悪臭の強度分布 (昭和52年3月25日)

表9 強度と濃度の間の相関 (昭和52年2月15日, 3月25日)

地点	強度	強度 (ppb)		変換
		強度	強度	
1	2.6 (強度)	2.0 (探)	4.3 (平均)	2.3 (平均) 表8
2	1.3 (-)	2.0 (+)	1.4 (-)	1.6 (-)
3	1.3 (+)	1.5 (-)	2.3 (+)	2.8 (+)
4	0.6 (-)	1.0 (-)	1.1 (-)	1.2 (+)
5	--- (-)	1.5 (-)	0.9 (-)	--- (+)
26	1.3 (+)	1.5 (+)	3.4 (-)	- 4
39	--- (+)	0 (-)	0.8 (+)	- 4
51	--- (+)	1.0 (+)	0.5 (-)	- 4
52	2.6 (+)	3.0 (+)	8.2 (+)	4.7 (平均) 表8
53	3.0 (+)	3.0 (+)	4.3 (+)	- 4
54	0.3 (-)	1.0 (-)	0.9 (-)	- 4
55	--- (-)	1.5 (+)	1.9 (+)	- 4
56	--- (+)	0 (+)	0.9 (+)	- 4
57	2.4 (+)	1.5 (+)	1.5 (+)	0.6 (+)
	0.2 (-)	1.0 (+)	1.2 (-)	--- (-)
58	2.5 (+)	0.5 (+)	1.2 (+)	- 4
	1.9 (-)	2.5 (+)	2.4 (-)	3.8 (平均) 表8
71	0 (+)	0 (+)	0.6 (+)	- 4
72	1.9 (+)	2.0 (-)	1.8 (-)	- 4

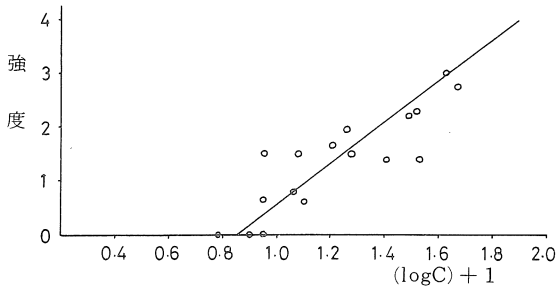


図5 強度と濃度の間の相関
(52.2.15 および 3.25調査)

分の影響の現われであろう。

表4および表8から強度と濃度が共に測定されている地点を抜き書きすると表9が得られる。表中の()内に嗅覚班,採取班あるいはガラス瓶,テドラーバッグなどの違いが示してある。

表9に従って強度(6点スケール法)と濃度(ppb)を図上に目盛ると,図5の如く,両者間に直線関係

$$I = 3.76 \log C + 0.564$$

I:強度, C:濃度

の存在することが認められる。ただし,表9の強度あるいは濃度の測定値中*をつけた4個を省き*⁷,これら以外の測定値については平均を用いるなどの配慮が加えられている。

まとめ

王子製紙(株)春日井工場周辺の環境プロフィールを把握するために,本年(昭和52年)2月15日および3月25日の両日,悪臭の分布状況を調査した。

工場の風下0.5~1.5kmの範囲内に約20地点を選び,これらの地点で嗅覚感能法により悪臭の強度を追跡し,同時に悪臭を採取,ガスクロマトグラフ法により濃度を測定した。結果は下の通りであった。

- 1) 工場から0.5km程度に近い範囲では,強度(6点スケール法)が3前後の地点も見出されるが,工場から1kmも離れると1前後に弱まる
- 2) 悪臭成分としては,硫化水素と硫化メチルが多いが,この他にメチルメルカプタンと二硫化メチルが検出された。これらの濃度合計値は数ppb以下である
- 3) 強度と濃度の間にWeber-Fechnerの法則の成立することが認められた。

文献

- 1) 佐野 悞, 鶴泉彰恵, 太田 洋, 大矢公彦: 愛工大研究報告, No.8, 205 (1973)
- 2) 佐野 悞, 鶴泉彰恵, 太田 洋, 大矢公彦: 同誌, No.9, 219 (1974)
- 3) 佐野 悞, 鶴泉彰恵, 太田 洋: 同誌, No.11, 159 (1976)
- 4) 春日井市: 工場公害調査報告書(第8報), 昭和47年12月
- 5) 春日井市: 工場公害調査報告書(9報), 昭和48年12月
- 6) 春日井市: 王子製紙(株)春日井工場公害防止状況総点検報告書(第3報), 昭和50年12月
- 7) 太田洋, 市川俊子: 愛工大研究報告, No.11, 151 (1976)

*7 理由については図1および図3を参照のこと