

## 臭気強度の時間的変動に関する野外調査成績

Field surveys of the time sequential fluctuation of odor intensity

永田好男\* 竹内教文\* 重田芳広\*

Yoshio Nagata, Norihumi Takeuchi and Yoshihiro Shigeta

## はじめに

公害調査における大きな課題の一つは、ドウスとレスポンスの関係を知ることである。悪臭は、騒音とともに感覚公害であり、それは肉体的被害というより精神的な被害を意味する。臭気を公害事象としてとらえる場合、物理量と感覚量の数量化という両面での追求がなされるのはそのためである。

著者らは、野外における悪臭の実態を臭気強度表示法を用いて感覚量としてとらえる試みを行っているが、この場合、その客観化のためには解明されなければならない多くの問題がある。その一つとして、たとえば悪臭の成分濃度や感覚量の測定に対しての時間的変動の問題がある<sup>1)</sup>。

本報では、発生源から放出された臭気が、定点において時間的にどのような変動をするか、またどのような広がり方をするかを人間の鼻を検出器として用い、被害との対応づけをするうえで検討を加えたものである。

## 調査方法

調査は、静岡県下の某クラフトパルプ工場（主要発生源：回収ボイラー、煙突高さ100m）と、埼玉県下の某魚腸骨処理場（主要発生源：ロータリードライヤー乾燥排気水洗塔、煙突高さ6m）の2か所を選んで実施した。クラフトパルプ工場および魚腸骨処理場は、日本における主要な悪臭発生業種であること、その地域で強い臭気を発する工場が他にないこと、気象環境（とくに風向）が安定していることなどの調査条件をほぼ満たしていた。

調査の方法は、次のとおりである。発生源の風下、約40度の広がり角度をもって、距離別に2～5か所、合計

10～16か所に測定点を置いた。そして、1地点に3～5名の専門および一般パネルを配置し、測定時間30分間、10秒ごとに臭気強度を6段階に分けて判定し記録した。6段階の臭気強度の表示尺度を表1に示した。また、魚腸骨処理場の調査では、30分間を通しての不快感の判定もあわせて実施した。不快感の表示尺度は、表2に示したとおりである。なお、専門パネルは、すべて香料会社の調香師で、臭気強度および不快感表示法の測定経験者である。また、一般パネルは現地の住民で構成し、調査実施前に調査目的、臭気強度の表示法、記録法について説明し、約20分間測定練習を行った。

臭気は、連続して放出されていた。各測定点は、予想風向に応じて配置し、拡散方向との一致に努めたが、遠距離での移動を臭気の流れに合せて行うことは、きわめて困難であった。両調査の概略図を図1および図2に示した。

表1 6段階臭気強度表示法

- 0……無臭
- 1……やっとかすかに感じるにおい
- 2……楽に感じる弱いにおい（においの性質を想像しうる）
- 3……明らかに感じるにおい
- 4……強いにおい
- 5……耐えられないほど強いにおい

表2 5段階不快感表示法

- 0……快でも不快でもない
- 1……やや不快
- 2……不快
- 3……非常に不快
- 4……極端に不快

## 結果と考察

## 1 臭気強度の記録

各測定者は、それぞれの地点において30分間、10秒ごとに臭気強度を判定し記録した結果、約200枚の測定チ

\* 日本環境衛生センター公害部特殊公害課  
Odor Laboratory, Department of Environmental Pollution, Japan Environmental Sanitation Center

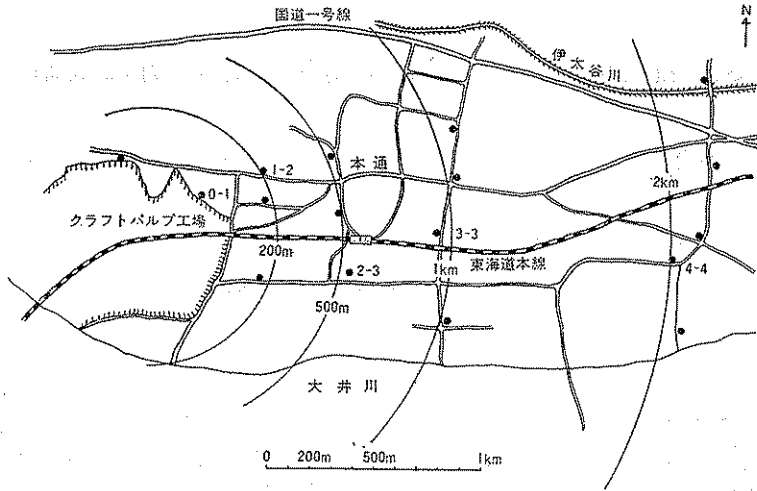


図 1 クラフトパルプ工場周辺の測定点略図

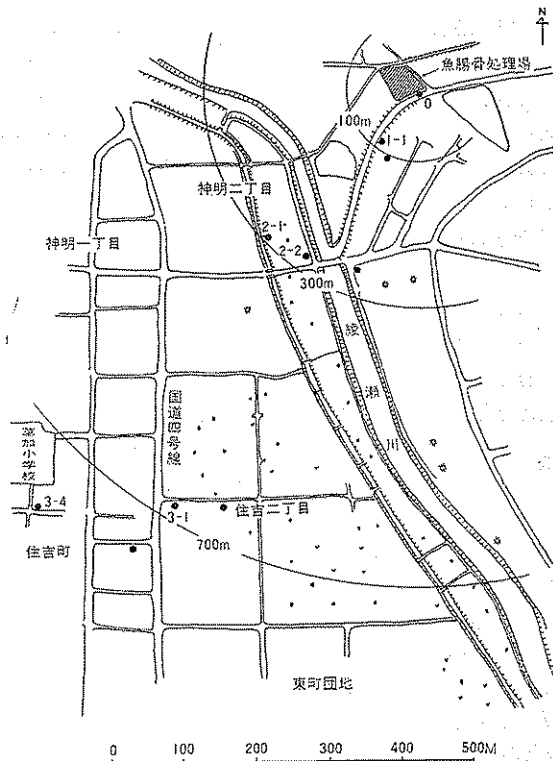


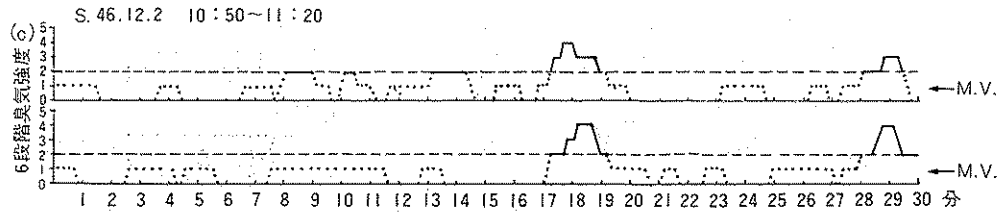
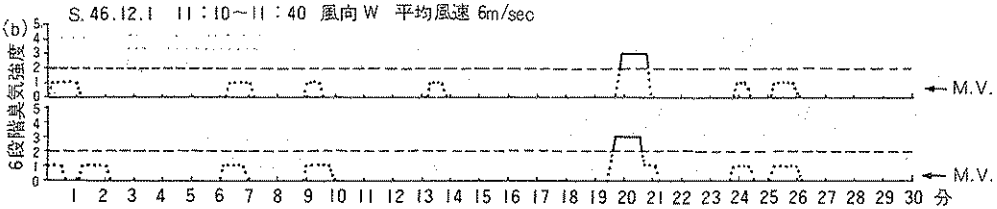
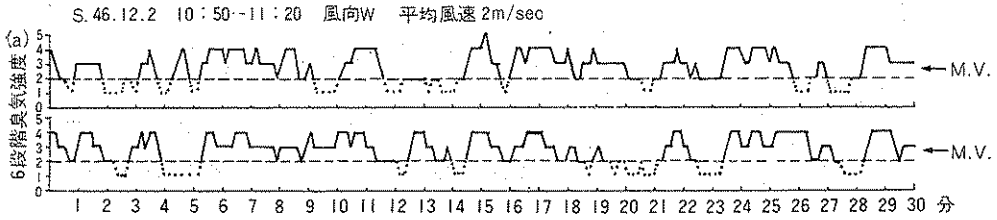
図 2 魚腸骨処理場周辺の測定点略図

ヤートを得た。代表例（1地点3～5名の測定者から、2名の測定チャートを選んだ）を図3に示した。縦軸が6段階臭気強度、横軸が時間（10秒単位）である。

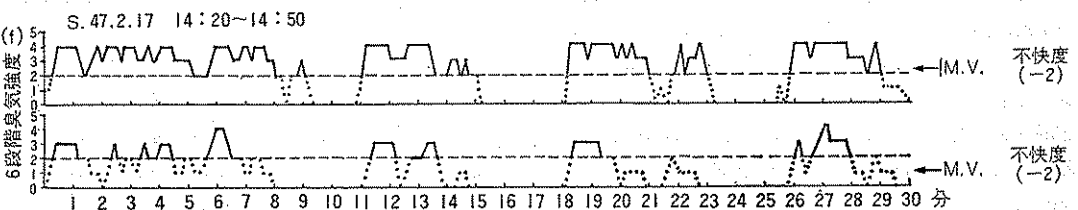
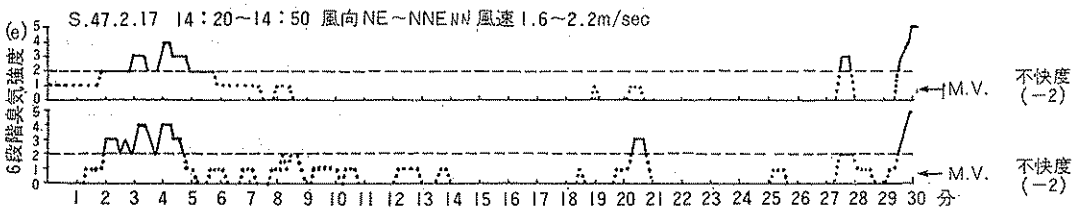
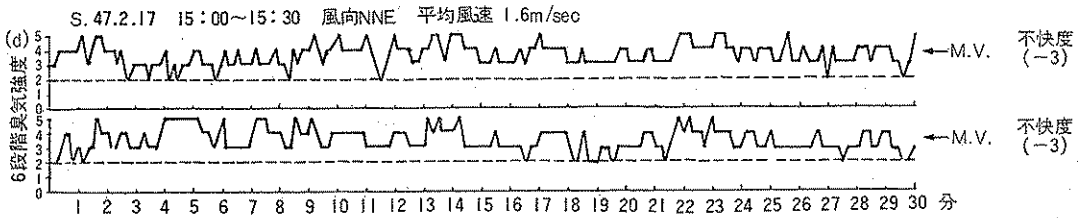
(a)～(c)は、クラフトパルプ工場、(d)～(i)は、魚腸骨処理場を発生源とするものである。なお、図3にお

いて、臭気強度2を境とし、それ以上をにの質を認知しているカテゴリー、それ以下を認知していないカテゴリーとして区別し、この境界線を認知閾値のレベルとした。

図3に示すように、非常に頻繁で不規則な周期の変動



(a) クラフトパルプ工場から200m (b) クラフトパルプ工場から500m (c) クラフトパルプ工場から1km



(d) 魚腸骨処理場敷地境 (e) 魚腸骨処理場から100m (f) 魚腸骨処理場から300m

質を認  
ハカテ  
シルと  
変動

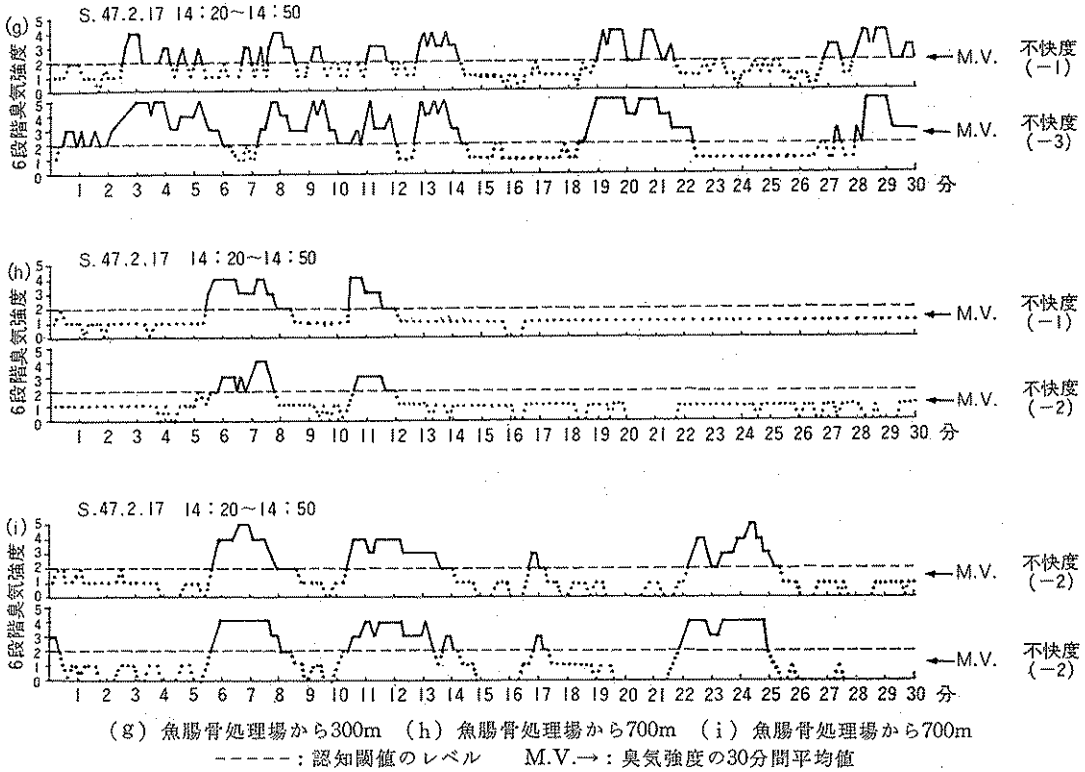


図 3 発生源からの距離別の測定チャート

が発生源に近い (a) および (d) で記録された。また、(c) (e) (f) (h) および (i) は、比較的においのない状態から、ときとして急激なおいの到来が観測されたよい例である。このような急上昇が発生源よりもっとも遠い (h)、および (i) でさえみられたことは、汚染範囲のさらに広いことを示している。さらに、このような急激な変化は、感覚量は刺激量の対数に比例するというフェヒナーの法則をあてはめることにより、感覚的な大きさの差以上に物質濃度の差が大きいことを意味している。

2 臭気強度の時間変動

表 1 は、魚腸骨処理場の測定チャート (60枚のチャートから20枚をランダムに選んだ) から、6段階臭気強度別に持続時間とその回数を探し、においの強度変化が、何秒あるいは何分単位で生じるかを示したものである。この結果、強度は10秒単位で変化する場合がもっとも多く、強度別の平均持続時間は20~50秒、総平均は、30秒未満と非常に短い時間でおいの強さが変化していることがわかった。これについては、東京都公害研究所大気部調査報告<sup>2)</sup>においても、ほぼ同様の結果が得られている。また、認知閾値以上のカテゴリーをプールした場合、においを認知している持続時間1回あたりの平均値

(においを認知している持続時間の合計/回数) は、クラフトパルプ工場調査で1分20秒、魚腸骨処理場調査で1分10秒であった。

なお、測定は10秒間を最低の時間単位として扱っているので、10秒未満の変化は無視し、その10秒間は同じ強度の臭気が持続しているものと仮定した。

3 最大値と平均値の関係

全測定チャートから、発生源からの距離別に30分間の臭気強度の平均値を求めた結果、測定距離範囲内では、発生源から離れるに従って小さくなる傾向にあった。表 4 に、図 1 で示した各測定点の30分間の臭気強度の平均値と最大値を測定者別に示したが、これによると測定点が発生源より遠ざかる場合や、一時的に拡散軸から離れる場合は、平均値自体は減少するが、最大値はそれほど減少していないことがわかった。つまり、臭気強度のピークや変動を誘発する濃度自体は減少することが予想されるが、しかしそこでの臭気強度の最大値と時間平均値との比率は、全測定チャートをみた場合増大する傾向にあった。また、発生源からの距離が遠くなるに従って、濃度の上昇に長い時間がかかることが予想されるが、感覚的にはピークの両端が無臭の状態に近いので、嗅覚の疲労による応答の減少はほとんどないと考えられる。そ

こ  
な  
の  
よ  
に  
定

表 3 臭気強度別の持続時間と測定回数

同じ強さの においの持 続時間	判定度数 合計( )内 は%	6 段 階 臭 気 強 度					
		0	1	2	3	4	5
10	646(46.21)	21(47.73)	52(25.49)	158(52.84)	162(47.27)	174(50.73)	79(61.24)
20	333(23.82)	8(18.18)	39(19.12)	71(23.75)	109(28.76)	84(24.49)	22(17.05)
30	171(12.23)	12(27.27)	29(19.22)	24( 8.03)	52(13.72)	44(12.83)	10( 7.75)
40	70( 5.01)	1( 2.27)	14( 6.86)	15( 5.02)	21( 5.54)	15( 4.37)	4( 3.10)
50	49( 3.51)	1( 2.27)	14( 6.86)	7( 2.34)	15( 3.96)	8( 2.33)	4( 3.10)
1分00	38( 2.72)	—	12( 5.88)	5( 1.67)	8( 2.11)	10( 2.92)	3( 2.33)
10	16( 1.14)	—	5( 2.45)	5( 1.67)	2( 0.53)	2( 0.58)	2( 1.55)
20	15( 1.07)	1( 2.27)	6( 2.94)	2( 0.67)	1( 0.26)	3( 0.87)	3( 2.33)
30	15( 1.07)	—	6( 2.94)	3( 1.00)	5( 1.32)	—	1( 0.78)
40	3( 0.21)	—	2( 0.98)	—	—	1( 0.29)	—
50	5( 0.36)	—	1( 0.49)	1( 0.33)	1( 0.26)	1( 0.29)	1( 0.78)
2分00	4( 0.29)	—	3( 1.47)	1( 0.33)	—	—	—
10	7( 0.50)	—	5( 2.45)	1( 0.33)	—	1( 0.29)	—
20	1( 0.07)	—	1( 0.49)	—	—	—	—
30	1( 0.07)	—	1( 0.49)	—	—	—	—
40	6( 0.43)	—	5( 2.45)	1( 0.33)	—	—	—
50	1( 0.07)	—	—	—	—	—	—
3分00	2( 0.14)	—	—	1( 0.33)	1( 0.26)	—	—
10	—	—	—	—	—	—	—
20	2( 0.14)	—	1( 0.49)	1( 0.33)	—	—	—
30	2( 0.14)	—	1( 0.49)	1( 0.33)	—	—	—
40	1( 0.07)	—	1( 0.49)	—	—	—	—
50	1( 0.07)	—	—	1( 0.33)	—	—	—
4分00	1( 0.07)	—	—	—	1( 0.26)	—	—
10	1( 0.07)	—	1( 0.49)	—	—	—	—
20	—	—	—	—	—	—	—
30	1( 0.07)	—	1( 0.49)	—	—	—	—
40	—	—	—	—	—	—	—
50	1( 0.07)	—	1( 0.49)	—	—	—	—
5分00	4( 0.29)	—	3( 1.47)	—	1( 0.26)	—	—
7分20	—	—	—	—	—	—	—
7分20	1( 0.07)	—	—	1( 0.33)	—	—	—
合 計	1398(100)	44(100)	204(100)	299(100)	379(100)	343(100)	129(100)
平均持続時間	27秒	20秒	50秒	25秒	24秒	21秒	21秒
最高持続時間	7分20秒	1分20秒	5分00秒	7分20秒	5分00秒	2分10秒	1分50秒

ここで臭気に対する応答は、近距離におけるより頻度は少なくなるが、もしそれが起こればより弱いとは限らないのである。経験的には強度の変化は、ゆっくり変化するより突然変化した方がはっきりわかる。

なお、測定点1-1が発生源から100mと比較的近距離にあるにもかかわらず平均値が低い値を示したのは、測定点が川沿にあることから、局所的な気象、地形等の影

響によるものと考えた。

4 不快度の評価

魚腸骨処理場の調査では、30分間の総合判定として不快度を表示した。著者らは、処理場からのおもな発生臭気であるアンモニアおよびアミン類について、無臭室を用い官能試験を行った結果、臭気強度と不快度の間で表5に示す関係式を得た。判定尺度は、本調査と同じであ

表 4 臭気強度の30分間平均値と最大値の関係

発生源	測定点	発生源からの距離	図記号	臭気強度(30分間測定)			
				30分間平均値	最大値	最大値/平均値	最大値/平均値*
クラフトパルプ工場	0-1	敷地境	—	2.46	3	1.22	1.53
				2.41	3	1.24	
				2.48	3	1.21	
				1.72	4	2.32	
	1-2	200m	a	2.67	5	1.87	1.63
3.06	4	1.63					
2.70	4	1.48					
2.39	4	1.67					
2-3	500m	b	0.61	3	4.92	3.55	
0.32	3	9.38					
0.24	3	12.50					
工場	3-3	1 km	c	0.37	3	8.11	5.83
				0.83	4	4.82	
				0.88	4	4.54	
	4-4	2 km	—	0.48	3	6.25	7.13
1.24	3	2.42					
1.83	3	1.64					
魚腸骨処理工場	0	敷地境	d	3.72	5	1.34	1.39
				3.40	5	1.47	
				3.57	5	1.40	
	1-1	100m	e	0.62	5	8.06	8.70
				0.79	5	6.33	
				0.75	5	6.67	
	2-1	300m	f	2.24	4	1.78	2.47
				1.16	4	3.45	
				1.37	5	3.64	
	2-2	300m	g	1.94	4	2.06	2.47
3.54				5	1.41		
2.72				5	1.83		
3-1	700m	h	1.01	2	1.98	3.10	
			1.04	4	3.85		
			1.31	4	3.05		
3-4	700m	i	0.33	3	9.09	3.10	
			1.50	4	2.67		
			1.58	5	3.16		

\*) 全測定チャート(クラフトパルプ工場調査156, 魚腸骨処理場60)から求めた

る。

いずれも不快感を感じるのは、臭気強度が2以上の場合である。単一臭気についての無臭室実験と現場臭気の野外調査では、当然臭気成分、測定方法等に違いはあるが、においとしての不快感、においの質の想像がなされる濃度に達してはじめて生じるという点では同一であろう。

(d) では、認知閾値を上まわるにおいを終始感じることから、不快度も-3~-4の判定がなされた。し

表 5 臭気強度と不快度の関係

悪臭物質	臭気強度と不快度の関係*		
	関数関係式	試料数	相関係数
アンモニア	$z = -1.10y + 1.82$	54	-0.88**
メチルアミン	$z = -0.82y + 0.77$	70	-0.91**
トリメチルアミン	$z = -0.99y + 1.48$	90	-0.85**
ジメチルアミン	$z = -0.70y + 0.43$	287	-0.89**

\*) z: 不快度(パネル6名の平均値)  
y: 臭気強度( " )  
\*\* : 危険率1%以下で相関が有意である

かし、(e)、(h) および (i) では、臭気強度の30分間平均値が認知閾値以下であるにもかかわらず、その不快度は-1~-2であった。これは、ときおり到来した、認知閾値を上まわるにおいの影響によるものと考えた。悪臭の不快度は、においの質、強さ、天候、被害者の環境、生活歴等さまざまな因子の影響を受けるといわれている。本調査において、臭気強度と不快度の関係を見る場合、臭気強度の時間平均値から不快度の程度を推定することはできるが、不快感を感じるか否かについては、単に変動するにおいの強さの平均値のみで判断することは不適當であり、認知閾値を上まわったときの瞬間値とその頻度が問題なることがわかった。なお、臭気強度の30分間平均値(y)と不快度(z)との相関関係は、 $r = 0.78^{**}$  (n=60)と1%の危険率で相関が有意となり; $z = -0.748y - 0.339$ の回帰式が推定された。

む す び

本調査によって、においの強さがごく短時間で変化していることがわかった。大気汚染測定値の多くは、数分あるいはそれ以上の平均値であらわされている。しかし、臭気強度の刻々と変動する様子、またその瞬間値が不快感を感じさせる要因となり得ることから考え、10秒間隔の測定は、短くはなかった。また、30分間の測定時間において、測定者には嗅覚の順応あるいは精神的、肉体的疲労といったことが十分考えられる。においが頻繁に感じられるところでは、とくにそうである。しかし、風向がはげしく変化し、さらに測定点が少ない場合、短時間の測定では、まれに生じるにおいの変動をのみがしてしまう危険性があった。

ここに示した測定値は、嗅覚そのものが検出器であり、濃度変化を推測するにはさまざまな誤差要因を含んでいる。そこで望まれるのは、人間の鼻に匹敵するか、少なくともそれに近い感度と応答の速さを備えた測定機器との同時測定<sup>9)</sup>をすることである。

本調査は、環境庁委託の悪臭規制基準設定に関する研究の一環として実施した。調査にあたり、終始ご指導を賜った国税庁醸造試験所佐藤信先生、労働省労働衛生研究所松下秀鶴先生、ならびに嗅覚パネルとして参加していただいた各香料会社の調香師各位に謹んで感謝の意を表したい。

#### 引用文献

- 1) Goldsmith, J. R., MD.: A suggested Odor Scaling System, 1970-鈴鹿 孝, 西田耕之助 (訳): 臭気の尺度体系に関する提案, 悪臭の研究, 4(17): 7-20, 1974.
- 2) 悪臭の評価, 東京都公害研究所: 165-228, 1972.
- 3) Barynin, J. A. M. & Wilson, M. J. G.: Outdoor experiments on smell, Atmospheric Environment, 16(3): 197-207, 1972.

#### Summary

Fluctuation pattern of the time sequential and

---

aerial dispersion of odor was investigated in the field by means of an olfactory-sensory method. Based upon the time-intensity curves, irregular and frequent fluctuations of strong odors were detected around the odor source, while strong odor was detected only occasionally at more distant sites. The odor which was easily noticed by panel, occurred intermittently and the persistent duration was on the relatively short order of 70-80 seconds. The average odor intensity decreased as a function of the distance from the source, but maximum values were approximately the same irrespective of the distance from the source. Based upon the results that the odor intensity recognized by panel changes very frequently and that the time of persistence are short and occur intermittently, consideration should be given to observation times normally employed in odor field investigations.