

大規模汚染群による大気汚染

京都大学原子炉実験所 正員 筒井天尊
 京都大学原子炉実験所 正員 塚谷恒雄
 京都大学工学部 学生員 重光和之

臨海コンビナートを中心とする大規模汚染群から都市域へ多量の汚染物が流入し、被害が発生している。堺・泉北臨海工業地帯を例として大規模汚染群による大気汚染の解析を行ない、規制目標値の設定法について述べる。

I. 表1から昭和48年度の二酸化イオウ濃度が、45年度に比べて減少している事がわかる。これは、大阪府の実施したBSPによる燃料規制の成果である。濃度 $\chi(t)$ の対数値 $X(t) = \ln \chi(t)$ の24時間移動平均値をとると、幾何平均値 χ_{gm} は大きく変動しないが、標準幾何偏差 $\sigma(s)$ は減少する事がわかる。

II. 図1は χ_{gm} と $\sigma(s)$ で決定される理論値(実線)と、実測値(○印)とを対数正規確率紙上で比較したものである。実測値は、上に反った弓状形をしていて、高濃度域で理論値より高い値を示している。対数正規分布からの歪みを表わす尺度として対数歪度 C_{ls}

$$C_{ls} = \frac{\frac{1}{N} \sum (X(t) - \ln \chi_{gm})^3}{\{\frac{1}{N} \sum (X(t) - \ln \chi_{gm})^2\}^{3/2}} \quad (1)$$

がある。 C_{ls} が正(左傾分布という)の時に、高濃度域で実測値が理論値より大きくなる傾向にある。

III. 大気汚染物質濃度が対数正規分布の時、 χ_{gm} は中央値に一致し、 $\sigma(s)$ は対数正規確率紙上における分布直線の傾きとなるので、5パーセンタイル濃度 $\chi_{s.5}$ は次式で表わされる。

$$\chi_{s.5} = \chi_{gm} \cdot \exp\{\sigma(s) Z_s\} \quad (2)$$

$$1 - \frac{\gamma}{100} = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{Z_\gamma}^{\infty} \exp(-\frac{z^2}{2}) dz \quad (3)$$

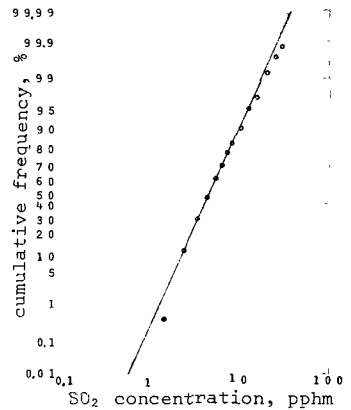


Fig.1 INSPECTION OF CONFORMITY OF LOG NORMAL DISTRIBUTION, DATA IN DEC.1970 AT KANAOKA

Table 1 OBSERVED PARAMETERS AT KANAOKA, SAKAI

		(SO ₂)													
Period	s	N	χ_{gm}	χ_{am}	$\sigma(s)$	L	χ_{max}^{obs}	χ_{max}^{the}	Dif	C_{ls}	$\frac{\sigma(24)}{\sigma(1)}$	$\frac{\sqrt{G(24)}}{\sqrt{G(1)}}$	ℓ	α	cal χ_{am}
4512	1	657	4.90	5.73	0.553	Δ	26.0	25.2	(+)	0.158	0.498	0.53	4.7	0.13	5.71
	24	499	4.60	4.78	0.275	o	11.8	10.2	(+)	0.221					4.78
4601	1	744	4.72	5.42	0.531	o	20.0	23.2	(-)	-0.101	0.588	0.71	11.3	0.09	5.43
	24	721	4.75	4.96	0.312	x	8.2	12.1	(-)	-1.487					4.99
4812	1	606	1.43	1.63	0.473	Δ	9.0	5.7	(+)	1.063	0.471	0.47	3.6	0.20	1.60
	24	206	1.52	1.56	0.223		2.7	2.7	(0)	1.004					1.56
4901	1	623	1.51	1.63	0.398	o	4.0	4.9	(-)	0.198	0.416	0.44	3.8	0.29	1.63
	24	464	1.55	1.57	0.165		2.2	2.5	(-)	-0.637					1.57

注)濃度:pphm単位で表示, S:平均化時間[時間], L:対数正規確率紙による適合度検定の結果を示す,
 N:データ数, cal χ_{am} :式(8)による計算値,
 (o:よく適合, Δ 適合, x:適合しない)

χ_{max}^{the} : $\chi_{gm} \cdot \sigma(s)$ で決定される最大値, Dif: $[\chi_{max}^{obs} - \chi_{max}^{the}]$ の正負を示す, $\sqrt{\frac{G(24)}{G(1)}}$:式(7)を使って求めた値,

IV. $\sigma(S)$ と $\sigma(1)$ とには次の関係がある。

$$\sigma(S)/\sigma(1) = \sqrt{G(S)/G(1)} \quad (4)$$

自己相関係数 $R(\tau)$ を、減衰項と、振幅 a , 周期 T_0 の振動項の和で表現すると、

$$R(\tau) = (1-a) \cdot \exp\left(-\frac{\tau}{\ell}\right) + a \cdot \cos\left(\frac{2\pi\tau}{T_0}\right) \quad (5)$$

$$\ell = \int_0^{\infty} R(\tau) d\tau \quad (6)$$

$$G(S) = \frac{2}{S} \int_0^S \left(1 - \frac{t}{S}\right) R(t) \cdot dt$$

$$= \frac{2(1-a)\ell^2}{S^2} \left\{ \exp\left(-\frac{S}{\ell}\right) - 1 + \frac{S}{\ell} \right\} + \frac{2a}{S^2} \cdot \left(\frac{T_0}{2\pi}\right)^2 \left\{ 1 - \cos\left(\frac{2\pi S}{T_0}\right) \right\} \quad (7)$$

$G(S)$ は (7) 式の様に表わされる。従って、 $\sqrt{G(S)/G(1)}$ は、 ℓ と a の関数として表現される。 $S=24$ として、この関係を表わしたのが図2である。

V. 算術平均値 χ_{am} と幾何平均値 χ_{gm} との関係式 (8) 式と (1) 式より、(9) 式が得られる。

$$\chi_{am} = \chi_{gm} \cdot \exp\{\sigma^2(S)/2\} \quad (8)$$

$$\chi_{am} = \chi_{s.s} \cdot \exp\{\sigma^2(S)/2 - \sigma(S) Z_5\} \quad (9)$$

図3は、左から順に二酸化窒素の日平均値 0.02 ppm, 二酸化イオウの日平均値 0.04 ppm, 1時間値 0.1 ppm を超過する確率 ζ と、年間平均値 χ_{am} との関係を、 $\sigma(S)$ をパラメータとして、正規確率紙上に図示したものである。 $(\zeta' = 1 - \zeta/100)$

VI. 図3を使って、環境基準を満足するための規制目標値として、年間平均値を設定する事が出来る。実測データから $\sigma(1)$, 及び $R(\tau)$ (パラメータ: ℓ, a) を求め、図2を使って $\sigma(24)$ を求める。この $\sigma(S)$ に基いて、1日平均値の場合 $\zeta' = 0.001$ ($< \frac{1}{365}$), 1時間値の場合 $\zeta' = 0.0001$ ($< \frac{1}{8760}$) なる超過確率に相当する年間平均値を求めればよい。

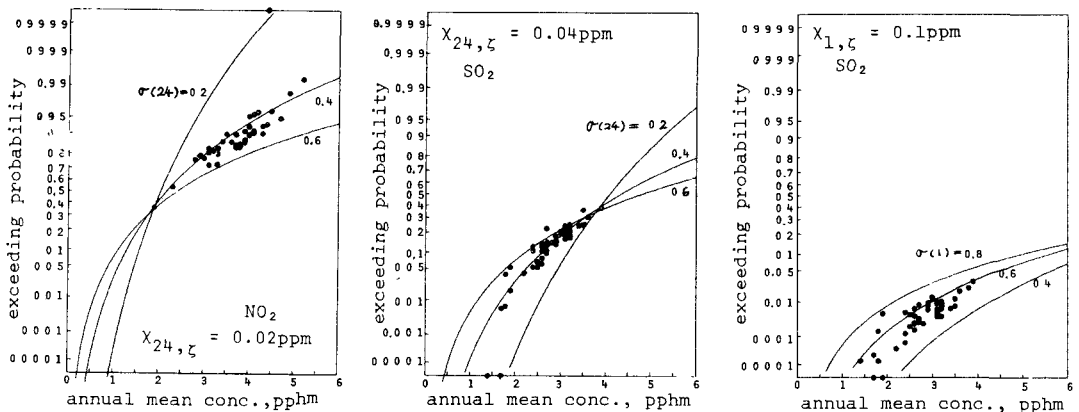


Fig. 3 CORRELATION BETWEEN ANNUAL MEAN CONCENTRATION AND EXCEEDING PROBABILITY: σ , DATA FROM APRIL 1972 TO MARCH 1974 AT OSAKA, CURVES ARE DERIVED FROM EQ. (9).