

京都大学	正会員	○池田 有光
京都大学	正会員	平岡 正勝
帝人(株)		岩井 英人
京都大学		長藤 雅則

1. はじめに

発生源が地表面にあり、風速分布にべき関数(式(1))が成り立つときの接地気層内の拡散モデルは、すでに池田¹⁾が解いている(式(2))。本報告では、同モデルを都市域平面道路周辺(道路端より100~150m以内)の自動車排ガスによる汚染予測に適用することと目的として次のようなことを行なったのでその結果を示す。

- ① 立体的に観測されたSF₆によるトレーサー実験結果と、超音波風速計による測定結果を利用して、同モデルを媒体として流水場の条件・拡散の立体的構造を明らかにする。
- ② 乱流計測データの統計解析結果から、直接同式中の拡散パラメータを推定する手順を明らかにする。

2. 利用データ

大阪府が行なった低煙源拡散実態調査データを利用した²⁾。そのうちここで利用したデータは主に、平坦地(小代地区, Loc.1で記す)と中層ビル地域(新金岡地区, Loc.2)である。濃度は20分間平均値で、道路端より、 $x=10, 17.5, 45, 85, 130$ m, 高さそれぞれ $z=1, 2.5, 4, 6, 10, 15$ mで測定されている。風速は、Loc.1で $z_1=12.5$ mの高さ、Loc.2は $z_1=15.0$ mの高さに設置され、測定間隔は1Hzである。2地点の測定網は類似している。

3. 拡散構造の解析と、拡散パラメータの推定

解析手順は、まずトレーサー実験結果を式(3)に適用して、拡散モデルのパラメータ s 、式(4)の a^* , b^* , m

I: 拡散モデル、濃度観測値による拡散構造の推定

$$U(z) = U_1 [z/z_1]^m \quad \text{--- (1)}$$

$$C_M(x, z) = \frac{q_L s [\Gamma(3/s)]^{0.5} [\Gamma(1/s)/\Gamma((m+1)/s)]}{[\Gamma(1/s)]^{3/2} \sigma_z U_1 \{(\sigma_z/z_1) \{\Gamma(1/s)/\Gamma(3/s)\}^{0.5}\}^m} \exp \left\{ - \left[\frac{\Gamma(3/s)}{\Gamma(1/s)} \right]^{s/2} \left(\frac{z}{\sigma_z} \right)^s \right\} \quad \text{--- (2)}$$

$$\sum_{j=1}^N [C_{\text{obs}}(x_j, z_j) - C_M(x_j, z_j)]^2 \rightarrow \text{Minimum} : \text{FSE}(\text{ppb}^2) \quad \text{--- (3)}$$

$$\sigma_z = a^* \cdot x^{b^*} \quad \text{--- (4)}$$

$$a^* = \left[\frac{K_1 \cdot s z_1^{(s-2)}}{U_1 (1+r)} \right]^{1/s} \sqrt{\frac{\Gamma(3/s)}{\Gamma(1/s)}} \quad \text{--- (7)}$$

$$K(x, z) = K_1 (z/z_1)^n x^r \quad \text{--- (5)}$$

$$s = m - n + 2 \quad \text{--- (6)}$$

$$b^* = \frac{1+r}{s} \quad \text{--- (8)}$$

II: 乱流計測値による拡散構造の推定

$$\sigma_z(x, \beta)^2 = 2\beta^2 \sigma_w^2 t_E^2 \left[\exp \left(- \frac{x}{U_1 t_E \beta} \right) + \frac{x}{U_1 t_E \beta} - 1 \right] \quad \text{--- (9)}$$

$$\sigma_z = a x^b \quad \text{--- (10)}$$

$$a = \sqrt{\frac{2K_1}{U_1 (1+r)}} \quad \text{--- (12)}$$

$$\sum_{x=1}^{150} [\sigma_z(x, \beta) - a x^b]^2 \rightarrow \text{minimum} : \text{FSE}_2 (\text{m}^2) \quad \text{--- (11)} \quad b = \frac{1+r}{2} \quad \text{--- (13)}$$

(風速プロファイルから求めらる)を求められる。拡散係数の立体構造が式(5)であるものとする、パラメータ S, m, n と K_1 には式(6)~式(8)の関係が成り立たねばならない。

一方風速データにより, Taylor の統計理論により, オイラーからラグランジュ相関関数への変換係数 β とすれば式(9)によって拡散中が推定される。風速データは、等方性乱流を仮定して一点での測定値であるので、 a と b は式(12)と式(13)の関係にある ($S=2$ とする式(7)(8))。以上の関係より、 β は濃度と乱流計測の両方の結果から求められるので、最終的に最適な β が推定される。(Table. 1 によれば β の平均値は 3.8 となった)

Fig. 1 はラグランジュ渦長スケールと、 b, r の実験データによる関係、Fig. 2 は b と $a/\sigma_w t_{EW} \beta$ の関係と求めた結果をプロットしたものである。なお t_{EW} はオイラーの渦時間スケールであり、計算法は MEM による。

自動車走行によりなされる初期拡散中は、上記の手順の中で推定パラメータとして考慮された。Table. 1 に推定した諸パラメータとデータを示した。

4 結論

乱流計測データから直接拡散パラメータ (拡散モデルを運用するため) を求めるには、 $t_{EW}, \sigma_w, \bar{u} \rightarrow$ Fig. 1, Fig. 2 と $a \rightarrow$ 式(12,13) $\rightarrow$ 式(7,8)で a^*, b^* を求め、別に地形によって異なるパラメータ、 S, x_0, m を選べば、濃度予測が行なえる。推定されたパラメータについてまとめると次のようになる。

- (i) S : 平地地上では 1.3, 建物密集地域では 2.0 以上の値をとる。これは都市域では建物の高さ以下で起こる激しい乱流混合によって、煙源の近傍から鉛直方向の濃度がほぼ一定となる領域が形成されることを意味する。
- (ii) β : 平均をとると 3.8 となり Pasquill らの示した値に近いものである。
- (iii) m : 建物密集地域では大きな値をとる。したがって都市域で m に小さな値を与えると、濃度予測に、道路近傍でよく過小評価をおこす。 m は集中度に依存する。

参考文献

- 1) 池田ら (1980) 第35回年次学術講演会講演要録第4部 公害学会, IV-127
- 2) 大阪府 (1979) 低汚染拡散実態調査 (昭55~昭56年度環境庁委託調査)

Table. 1. Loc. 1 と Loc. 2 における各種パラメータの推定値

Loc.	Dsn.	U_c (m/s)	S	σ_w (m/s)	t_{EW} (s)	$\sigma_w/\bar{u}$	a^*	b^*	x_0	σ_{z0}	r	K_1 (m^2/s)	$\bar{S}$	a	b	β	FSE2
1	13	5.3	D	0.863	3.07	0.149	0.029	1.31	29.0	2.4	0.7	0.32	1.3	0.27	0.85	5.2	3.614
1	14	5.0	D	0.804	2.56	0.146	0.037	1.20	35.0	2.6	0.57	0.38	1.3	0.31	0.78	3.1	5.036
1	15	5.2	D	0.688	2.41	0.130	0.023	1.25	45.5	2.7	0.62	0.22	1.3	0.23	0.81	3.6	3.659
1	16	6.0	D	0.784	2.17	0.129	0.023	1.26	34.0	2.0	0.64	0.26	1.3	0.23	0.82	4.4	2.595
1	17	7.0	D	1.101	1.50	0.145	0.033	1.23	31.5	2.3	0.60	0.47	1.3	0.29	0.80	4.5	4.321
1	20	5.6	D	0.874	2.65	0.134	0.040	1.14	48.0	3.3	0.48	0.44	1.3	0.33	0.74	2.0	5.452
2	20	1.8	B	0.421	4.67	0.210	0.74	0.68	12.0	4.0	0.64	0.23	2.4	0.40	0.82	6.1	10.029
2	21	3.4	D	0.602	2.35	0.172	0.75	0.58	8.5	2.6	0.40	0.39	2.4	0.40	0.70	2.6	6.234
2	23	1.4	G	0.274	4.45	0.196	0.89	0.51	11.0	3.0	0.22	0.21	2.4	0.50	0.61	1.6	4.023
2	24	1.5	D	0.275	4.14	0.183	0.74	0.62	8.5	2.8	0.48	0.17	2.4	0.40	0.74	5.2	6.957

Loc. 1: $m=0.25, n=0.95, z_1=12.5$ meters

Loc. 2: $m=0.75, n=0.35, z_1=15.0$ meters

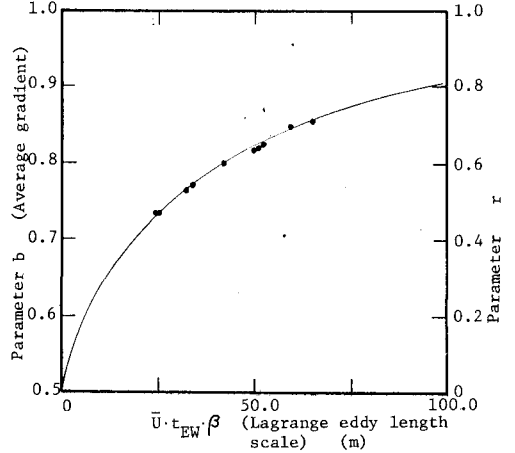


Fig. 1. 観測データより求められた $u t_{EW} \beta$ と b, r の関係

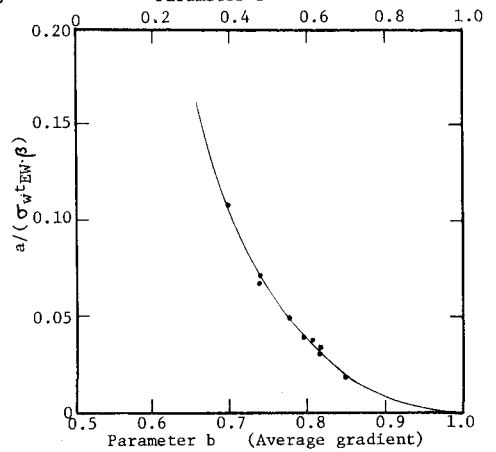


Fig. 2. 観測データより求められた b と $a/\sigma_w t_{EW} \beta$ の関係