

## 地表面粗度をパラメータとした $\sigma_z$ 図 を使った都市の $\text{NO}_x$ 拡散予測\*

河野 仁\*\*・藤本 明\*\*\*・中野博支\*\*\*

### 要旨

ガウシアンプリュームモデルに, Smith の修正による地表面粗度をパラメータとする  $\sigma_z$  を使い, 都市域の  $\text{NO}_x$  拡散シミュレーションを行った. 自動車排ガスの拡散に対して, 地表面粗度と初期拡散幅の値を変えて予測値と実測値の比較を行った. その結果, 都市の中心部で,  $z_0=1\sim 3\text{ m}$ , 周辺部の住宅地で  $z_0=30\text{ m}$  を与え, 建物の平均高さの  $1/2\sim 1$  倍の初期拡散幅を与えることにより, 都市の建物による自動車排ガスの拡散幅の変化を実用上ほぼ必要な精度で表現できた.

### 1. はじめに

近年, 大気汚染の総量規制や地域の大気管理計画作成のために, ガウシアンプリュームモデルを使った拡散シミュレーションが行われている. 河野と中野 (1980) は大都市における  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{NO}_x (= \text{NO} + \text{NO}_2)$  の拡散シミュレーションの結果から, 高層建築物の多い都心部とその風下で低煙突と自動車の拡散幅 ( $\sigma_z$ ) をパスキルの安定度階級で, それぞれ, 最大  $1/2$  ランクおよび  $3/2$  ランク大きくすると実測値との整合性がよくなることを解析的に明らかにした. そして, この原因は地表面粗度の増大により, 地表面近くの大気の乱れが大きくなるためであると推論した.

都市の建築物が地上の煙源からの拡散に及ぼす効果については, いくつかの角度から研究がなされている. St. Louis における拡散実験はその代表的なものである. McElroy (1968) は St. Louis における地上の点源からの拡散実験データを解析し, 鉛直方向拡散幅  $\sigma_z$  は平坦地の拡散実験データと比べて大きな値をもつこと. また, 初期の大きな拡がりをもつことを明らかにしている

る.

Briggs (1973) は McElroy と Pooler (1968) による St. Louis の拡散実験データを使い, 都市用と草地や農地のような郊外用の水平拡散幅  $\sigma_y$  及び鉛直拡散幅  $\sigma_z$  を式で表現した (Hanna 1982). この中では地表面粗度は直接にはパラメータとして入っていない.

$\sigma_z$  図の中に地表面粗度をパラメータとしてとり入れているのは Smith (Pasquill と Smith, 1983) である. Smith と Matthews (未出版; Pasquill, 1975 から引用) は地上煙源に対して2次元の拡散方程式を数値計算で解いた. 拡散係数は地表面粗度  $z_0$  の値により変化させて与えている. Smith はこの計算結果を使って Pasquill と Gifford の  $\sigma_z$  図 (Turner, 1969) を  $z_0$  をパラメータとするものに修正している.

ここでは, ガウシアンプリューム式を使って都市の  $\text{NO}_x$  の拡散シミュレーションを行い, 建物による  $\sigma_z$  の変化を2つの方法で表現した. 1つは, Smith の  $\sigma_z$  図を使って, 地表面粗度の変化により  $\sigma_z$  が変化するとして表現し, もう1つは, ストリートキャニオン内における排ガスの混合を初期拡散幅  $\sigma_{z0}$  として表現した. シミュレーションでは Run 1 から Run 4 と逐次的にパラメータの値が変えられ, 予測値と実測値の整合性について検討が加えられている. シミュレーションの結果を使って, Smith の  $\sigma_z$  図と初期拡散幅  $\sigma_{z0}$  について評価を行う.

\*  $\text{NO}_x$  diffusion simulation in an urban area in using the  $\sigma_z$  diagram including a surface roughness parameter.

\*\* Hitoshi Kono, 大阪市環境汚染監視センター.

\*\*\* Akira Fujimoto, Hiroshi Nakano, 大阪市環境保健局.

—1987年7月30日受領—

—1987年12月7日受理—

2. 拡散モデル

拡散式は有風時 ( $U \geq 0.4 \text{ ms}^{-1}$ )、及び無風時 ( $U \leq 0.3 \text{ ms}^{-1}$ ) に対してそれぞれ次のプルーム式を用いた。なお、式中の風速  $U$ 、拡散幅  $\sigma_z$  については濃度計算点における値を用いた。

有風時：

$$C(x, z) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \frac{Q}{\frac{2}{16} \pi \cdot x \cdot \sigma_z \cdot U} \left\{ \exp\left[-\frac{(He-z)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(He+z)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (1)$$

地上源の  $U$  については、池田 (1982) による次の (2) と (3) 式によりプルームの平均移流速度を求め、これを  $U$  として与えた。

$$U = U_1 \left( \frac{z_u}{z_1} \right)^p \quad (2)$$

$$z_u = \sqrt{2} \cdot \sigma_z \left[ \frac{\Gamma\left(\frac{p+1}{2}\right)}{\Gamma\left(\frac{1}{2}\right)} \right]^{\frac{1}{p}} \quad (3)$$

地上源以外の  $U$  は有効煙突高の風速を与えた。

無風時：代表風速を  $0.2 \text{ ms}^{-1}$  とした全方向均一なプルーム式、(4) 式を用いた。

$$C(R, z) = \frac{1}{(\sqrt{2\pi})^3 R \cdot \sigma_z \cdot U} \left\{ \exp\left[-\frac{(He-z)^2}{2\sigma_z^2}\right] + \exp\left[-\frac{(He+z)^2}{2\sigma_z^2}\right] \right\} \quad (4)$$

(1)~(4) 式中の記号の意味は次のとおりである。

- $C$  : 計算点での濃度 ( $\text{m}^3 \text{ m}^{-3}$ )
- $Q$  : 煙源強度 ( $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$ )
- $x, R$  : 計算点までの水平距離 (m)
- $U$  : 有効煙源高における風速 ( $\text{m s}^{-1}$ )
- $He$  : 有効煙源高 (m)
- $z$  : 計算点高さ (m)
- $\sigma_z$  : 鉛直方向の拡散幅 (m)
- $p$  : 風速の高度変化を示す指数
- $z_u$  : プルームの平均移流速度に相当する風速の高さ (m)
- $z_1$  : 基準高さ (m)
- $U_1$  : 基準高さにおける風速 ( $\text{m s}^{-1}$ )

$\Gamma(w)$  : ガンマ関数

なお、線源、面源についてはプルーム式の数値積分を行った。

拡散幅は Smith の修正による Pasquill-Gifford 図 (P.G.S. 図) (Pasquill と Smith, 1983) を使った。こ

第1表 高煙源の拡散幅 ( $\sigma_z$ ) のランクと地上のパスکیل安定度

地上のパスکیل安定度	高煙源の $\sigma_z$ のランク
A, AB	B
B~CD	C
D (昼)	CD
夜 (D~G)	DE

れは鉛直方向の拡散幅が地表面粗度とパスکیل安定度階級に応じて与えられている。適用に際しては、地上源 (自動車と家庭等の群小煙源) は濃度計算点の地表面粗度とパスکیل安定度階級に基づいて拡散幅を与えた。なお、高煙源については、パスکیل安定度階級と拡散幅の対応は地上煙源とは異なった値をとることが報告されている。ここでは、朝倉と四方 (1982) による拡散実験データの解析結果を用い、実煙突高  $H_0 \geq 50\text{m}$  の高煙源についてパスکیل安定度階級と拡散幅のランクとの関係は第1表に示すものを与えた。また、 $10 \leq H_0 < 50 \text{ m}$  の中層煙源の拡散幅は地上源と高煙源の中間の値を与えた。なお、高煙源と中層煙源については  $z_0 = 30 \text{ cm}$  の  $\sigma_z$  を使った。

また、計算時間の短縮のため季節別、時間帯別に、中立と中立以外の安定度における平均拡散幅の2階級の拡散幅で代表させた。これは、朝と昼は中立が6~7割、残りの大部分が不安定側、夕と夜は中立が約5割、残りが安定側の階級が現われるためである。この平均拡散幅  $\bar{\sigma}_z$  は、窒素酸化物は地上煙源による寄与が大部分を占めるため、次のような方法で算出した。

地上煙源による地表濃度が  $1/\sigma_z$  に比例することから、 $\bar{\sigma}_z$  は次の (5) 式から求まる。

$$\frac{1}{\bar{\sigma}_z} = \frac{\sum_i f_i \cdot \frac{1}{\sigma_{zi}}}{\sum_i f_i} \quad (5)$$

ここで、

- $\bar{\sigma}_z$  : 平均拡散幅
- $f_i$  : 中立以外の安定度  $i$  の出現頻度
- $\sigma_{zi}$  : 安定度  $i$  の拡散幅

なお、安定度  $G$  に相当する拡散幅は  $E$  として扱った。

大気安定度は日本式パスکیل安定度分類法による。自動車及び家庭等の地上煙源に対して、建物による機械的乱れによる初期の拡がり初期拡散幅として次のよ

第2表 期・時間帯区分

時間 期	朝	昼	夜	深夜
非暖房期 (4月~10月)	6:30~10:30	10:30~19:30	19:30~0:30	0:30~6:30
暖房期 (11月~3月)	6:30~11:30	11:30~18:30	18:30~0:30	0:30~6:30

第3表 入力した NO<sub>x</sub> 発生源

種類	規模等	入力形態	全入力排出量に対する割合 (%)	煙源数
工場・事業場	大 中 小	点 面	32 2.5	1,926 1,853
自動車	幹線 細街路	線 面	46 5.9	3,973 1,647
船舶	停泊 航行	点 面	1.9 4.5	1,318 505
航空機	航路 地上	線 面	0.66 0.090	90 12
家庭等群小	—	面	5.2	2,628
合計	—	—	100 (1.11×10 <sup>5</sup> ton/年)	13,952

(注) 面源: 1 km × 1 km

うに与えた。

$$\sigma_z = \sigma_{zp} + \sigma_{z0} \quad (6)$$

$\sigma_z$ : 計算に使った拡散幅

$\sigma_{zp}$ : Smith の修正による Pasquill-Gifford 図の値

$\sigma_{z0}$ : 初期拡散幅

拡散計算は期別、時間帯別、風速階級別、安定度階級別に行い、各出現頻度で重みづけし、期別、時間帯別平均濃度及び年間平均濃度を求めた。その区分を第2表に示す。

### 3. 発生源

拡散計算に入力した NO<sub>x</sub> 発生源の種類、数量、煙源形態を第3表に示す。NO<sub>x</sub> 排出量の算出方法は自動車、船舶、航空機及び家庭については、それぞれ、交通量、船舶隻数、航空機発着回数、家庭燃料使用量に各々の NO<sub>x</sub> の排出原単位を乗じて算出している。大規模工場については NO<sub>x</sub> 排出量の実測データから算出し、中小規模工場については燃料使用量に NO<sub>x</sub> 排出原単位を乗じて算出している。(大阪市環境保健局, 1984)

第3表に示した発生源は大阪平野全体、すなわち、第1988年3月

1図の地表面粗度分布図の外わく内の発生源である。

有効煙源高の与え方は第4表に示す。ここで Moses & Carson 式, CONCAWE 式, Briggs 式は環境庁大気保全局大気規制課編 (1982)「窒素酸化物総量規制マニュアル」記載のものを使っている。

### 4. 風速

プリュームモデルは風向、風速の水平方向の変化は考慮されておらず、一定の値が与えられる。今回の計算領域内で風の水平方向の変化は大きく、全領域を1つの風で代表させるのは無理がある。そこで、計算領域を下層で21、上層で12の領域に分割し、各領域毎に代表風を与えて計算している。領域のスケールは煙源高によるスケールの違いを考慮し、下層で小さく、上層で大きく設定した。領域の分割方法は、領域内の73測定局(内4局は高さ100~150mのタワーまたは煙突、他は地上9~44m)の風の観測データから風配図、風速の水平分布図、風のベクトル相関図を作成し、類似の測定局を同一の領域にまとめた。各領域の代表風は、地上風については各測定風を  $z=15m$  に高度補正し、領域内の同時刻の平均風を

第4表 有効煙源高

発生源種類	有風時 ( $U \geq 0.4$ m/s)	無風時 ( $U \leq 0.3$ m/s)
工場・事業場 (排ガス熱量 $2 \times 10^6$ cal/sec 以上の点源)	Moses & Carson 式	Moses & Carson 式と Briggs 式の組合せ
工場・事業場 (排ガス熱量 $2 \times 10^6$ cal/sec 未満の点源 および面源) 船舶点源	CONCAWE 式	CONCAWE 式と Briggs 式の組合せ
工場・事業場面源	25m (下層) と 40m (上層)	
船舶面源	23m (港内), 48m (港外)	
自動車・家庭	0 m	
航空機	5 m (地上), 飛行高度 (航路)	

第5表 P値の観測データおよびモデルに入力したP値

適用煙源高 (m)	適用場所	モデルに 入力した P値 (昼夜)	測定場所・方法	測定高さ (m)	P測定値 (昼夜)	測定期間
地上 $H_0=0$	市街部	(0.43) (0.65*)	大阪市 バルーン	25, 50	(0.43) (—)	224 回
	郊外部	(0.24) (0.30)	運輸省測定局 タワー	10, 20, 40	(0.24) (0.30)	1 年
中層 $10 \leq H_0 < 50$	大阪市 市街部	(0.40) (0.60)	大阪タワーと 周辺大気測定局	15, 150	(0.39) (0.57)	1 年
	その他 市街部	(0.30) (0.40)	神戸タワーと周辺 大気測定局	15, 100	(0.30) (0.35)	1 年
			堺市の煙突と周辺 大気測定局	15, 150	(0.31) (0.43)	1 年
	郊外部	(0.20) (0.25)	運輸省測定局 タワーと周辺大気 測定局	15, 100	(0.20) (0.26)	1 年
上層 $50 \leq H_0$	全域	0.15 (昼夜)	大阪市 レイウインゾンデ	150~500	(0.004) (0.11)	512 回
			郊外部の運輸省測定局 レイウインゾンデ	150~500	(0.17) (0.20)	1 年

\* 大阪タワーと周辺大気測定局のP値の昼夜の比を使って推定した。

与えている。平均方法は、風向についてはベクトル平均、風速についてはスカラー平均とした。上層風については、タワーがある領域はタワーのデータで代表させ、ない領域は地上の代表風を高度補正した。

風速の高度補正はべき乗則で与え、べきの指数はこの地域におけるタワーと地上の測定局の風の測定値及びパイロットバルーンやレーウインゾンデの風の測定値から

最小二乗法で求めた。結果を第5表に示す。ここで、 $\rho$ の値は大気安定度、地表面粗度、高さおよび地形により変るため、大阪市内とその他の市街部及び郊外部の3地域に、昼夜別に、また、高さ方向には煙源高により3通りに分けた。それぞれの区分における $\rho$ 値は、実測値をそのままあてはめるか、あるいは、実測値から推定した値を与えた。なお、地上の測定局の風速を  $z=15m$  の高

第6表 Run 1~Run 4の拡散幅 ( $\sigma_z$ ) の条件

Run No.	拡散幅とパスキル安定度との対応	地表面粗度 (地上煙源)	初期拡散幅 (地上煙源)
1	第7表 (気象条件から設定)	全地域 3 cm*	郊外 2 m 市街 5 m
2	同上	郊外 30cm 市街 } 都心 } 100cm	同上
3	第7表の一部を修正し ( ) 内の値を使用 (濃度の実測値により修正)	郊外 30cm 市街 100cm 都心 300cm	同上
4	同上	同上	郊外 2 m 市街 5 m 大阪市中心部ビル街 20m

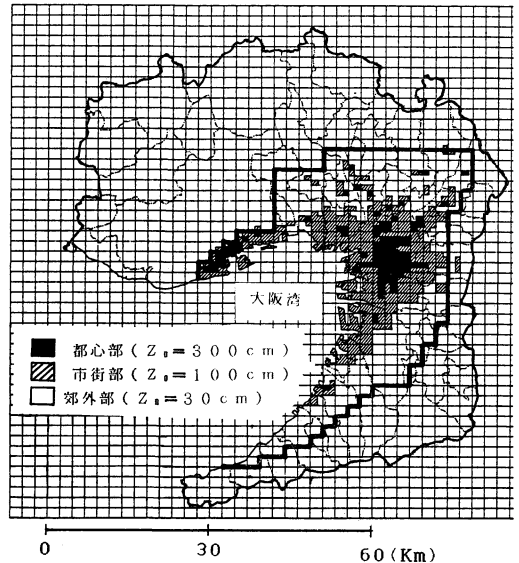
\* Run 1では全煙源に対して Pasquill-Gifford 図の  $\sigma_z$  ( $z_0=3\text{ cm}$  に相当) を使っている。

度に補正する際の  $\rho$  は第5表の地上煙源に対する値を使っている。

5. 大気安定度, 地表面粗度, 初期拡散幅

パスキル大気安定度は, 日射量, 雲量, 地上風から求めた。日射量は対象領域内の2地点の平均値 (気象台及び運輸省測定局), 雲量は1地点 (気象台) の測定値, 地上風は4節で求めた下層の風速ブロック毎の代表値を与えた。

地表面粗度は風速の鉛直分布に中立時に対数法則を仮定した時の  $u \rightarrow 0$  となる高さから求まるものであるが, ここでは, 第5表の  $\rho$  値と建物の高さ, 密集度に関する資料から推定した。  $\rho$  と  $z_0$  の関係については安達(1981)によるとパスキル安定度  $D$  の中立時に  $\rho=0.22$  で  $z_0=30\text{ cm}$ ,  $\rho=0.30$  で  $z_0=1\text{ m}$  を得ている。ここで,  $\rho$  は  $z=10\text{ m}$  の風速を基準にして,  $z=25\sim 150\text{ m}$  の風速を推定する場合の値として与えられている。これから, 第5表で, 郊外部が  $z_0\sim 30\text{ cm}$  に, その他市街部が  $z_0\sim 1\text{ m}$  にはほぼ対応している。また, 地表面の状態と  $z_0$  の関係については, ESDU(1976)\*, Pasquill(1971)\*\*, Jackson(1977)\*\*らにより推定されており, 高い草原で  $3\text{ cm}$  程度, 都市郊外の木や建物の散在する場所で数



第1図 建物の規模, 密集度から求めた地表面粗度長  $z_0$  (cm)

$z_0=300\text{ cm}$  は第3次産業従業員数  $6,000\text{ 人}/\text{km}^2$  以上に対応する建べい状況,  $z_0=100\text{ cm}$  は同じく  $2,000\sim 6,000\text{ 人}/\text{km}^2$ ,  $z_0=30\text{ cm}$  は  $2,000\text{ 人}/\text{km}^2$  未満に対応させた。

\* Panofsky と Dutton (1984) から引用

\*\* 塩谷 (1979) から引用

第7表 年間平均濃度の計算に用いた拡散幅の代表ランクとその出現割合

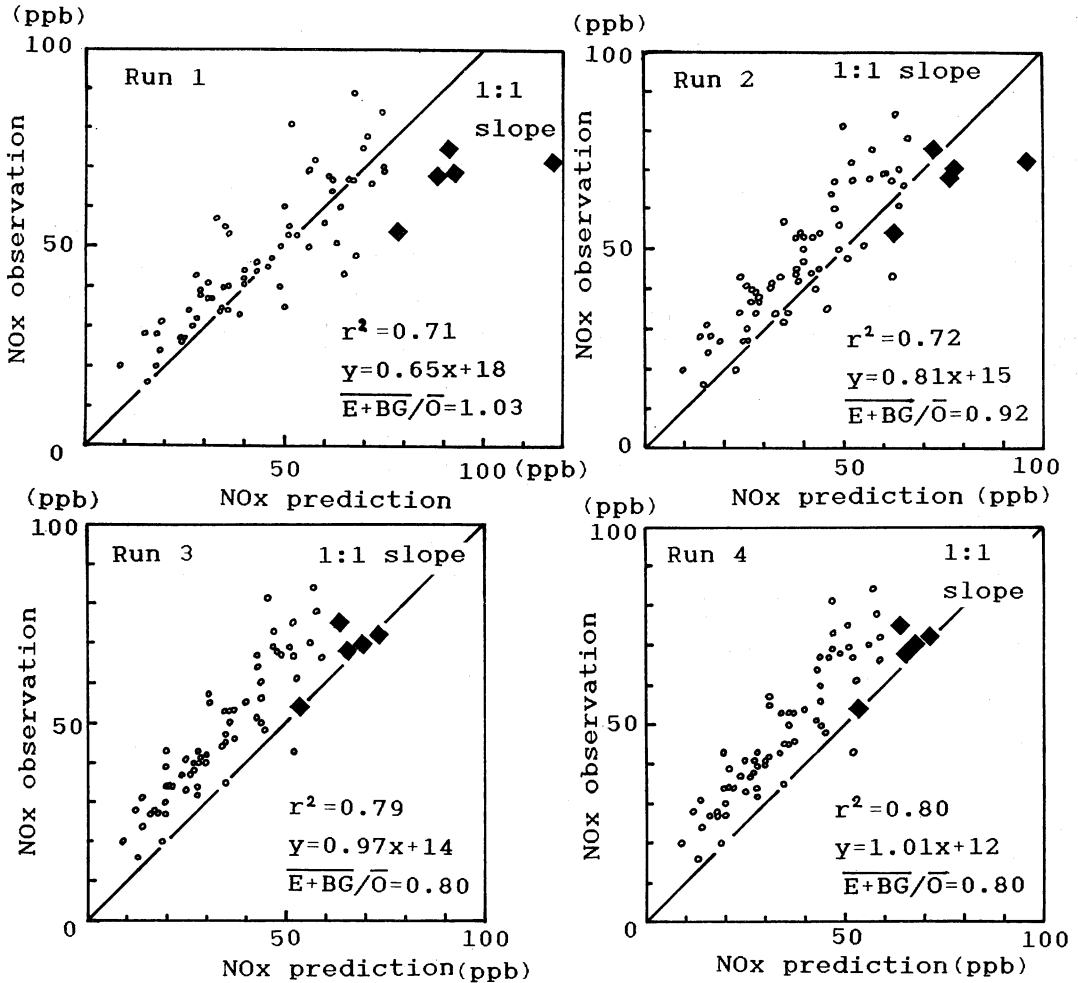
	4月～10月				11月～3月			
	$H_0=0\text{m}$	$10 \leq H_0 < 50\text{m}$	$H_0 \geq 50\text{m}$	全地点平均 出現割合 %	$H_0=0\text{m}$	$10 \leq H_0 < 50\text{m}$	$H_0 > 50\text{m}$	全地点平均 出現割合 %
朝	B D(CD)	C D(CD)	CD	2.79 7.00	BC D	BC D	CD	2.29 6.27
昼	B D(CD)	BC D(CD)	C CD	5.48 16.57	BC D	BC D	C CD	2.93 9.05
夜	D E	D E	CD D	6.50 5.79	D(E) E	D E	CD D	4.75 5.55
深夜	D E	D E	CD E	8.28 6.45	D(E) E(F)	D E	CD E	4.65 5.65

( ) 内は第3ステップ (Run 3) で与えた拡散幅

第8表  $\text{NO}_x$  の予測側と実測値の季別・時間帯別比較

		Run 1				Run 2				n
		$r^2$	a	b	$\overline{E+BG}/\bar{O}$	$r^2$	a	b	$\overline{E+BG}/\bar{O}$	
4～10月	朝	0.63	0.59	14	1.26	0.66	0.65	10	1.27	67
	昼	0.53	0.54	11	1.39	0.57	0.66	7	1.29	
	夜	0.64	0.46	22	1.21	0.67	0.68	19	0.94	
	深夜	0.66	0.82	12	0.87	0.57	1.00	12	0.74	
11～3月	朝	0.69	0.84	27	0.80	0.71	0.90	23	0.81	67
	昼	0.54	0.53	24	1.05	0.57	0.63	21	0.99	
	夜	0.64	0.52	36	1.01	0.63	0.76	34	0.73	
	深夜	0.76	1.20	14	0.65	0.64	1.28	19	0.54	
年		0.71	0.65	18	1.03	0.72	0.81	15	0.92	67
		Run 3				Run 4				n
		$r^2$	a	b	$\overline{E+BG}/\bar{O}$	$r^2$	a	b	$\overline{E+BG}/\bar{O}$	
4～10月	朝	0.73	0.84	10	1.01	0.73	0.86	9	1.01	67
	昼	0.62	0.83	7	1.06	0.62	0.84	7	1.06	
	夜	0.73	0.82	18	0.80	0.76	0.88	17	0.80	
	深夜	0.62	1.22	11	0.64	0.63	1.27	10	0.63	
11～3月	朝	0.77	1.08	22	0.70	0.78	1.12	20	0.70	67
	昼	0.61	0.72	21	0.87	0.60	0.73	20	0.87	
	夜	0.70	0.86	32	0.69	0.73	0.92	29	0.69	
	深夜	0.72	1.37	13	0.60	0.78	1.44	11	0.59	
年		0.79	0.97	14	0.80	0.80	1.01	12	0.80	67

$r^2$ : 寄与率, 回帰式:  $y=ax+b$ ,  $x$ : 予測値,  $y$ : 実測値,  $n$ : データ数,  $\overline{E}, \overline{BG}, \bar{O}$ : 各々予測値, 自然界バックグラウンド (3 ppb), 実測値の平均値.



第2図 NO<sub>x</sub> の予測値と実測値の比較

◆:  $z_0=3\text{ m}$  (大阪市内) の値

○: その他の地点の値

$r^2$ : 寄与率 (全データを対象にした, 以下同じ)

$y=ax+b$ : 回帰式

$\frac{E+BG}{\bar{O}}$ : 予測値の平均値にバックグラウンドを加えた値と実測値の平均値の比.

BG: 人為発生源のない場所での自然界の値として, 離島や山中での測定値から 3 ppb を仮定した.

10 cm, 高層ビルのある都心で 1~4 m 程度の値が得られている.

ここでは, 第5表の  $\sigma_z$  が得られた場所の建物の高さ, 密集度と地表面の状態と  $z_0$  についてのおおまかな対応から第1図の  $z_0$  の分布を仮定した. 建物の高さ, 密集度については, 大阪市内しかデータがないので, 市内の 1 km メッシュ毎の建物の延べ床面積と高い相関が得られる第3次産業従業者数を使って第1図のように仮定し

た.

拡散シミュレーションでは大気安定度, 地表面粗度, 初期拡散幅をパラメータとしてモデルによる予測値と実測値の整合度の検討にもとづいて逐次的に変更を加え, 4種類の値を用いて拡散計算を行った. 各々を Run 1, Run 2, Run 3, Run 4 とよぶ. Run 1 から Run 4 の計算条件を第6表と第7表に示す.

## 6. モデルの整合度

モデルのパラメータの適合度の検討は予測対象地域内に分布している大気測定局(67局)の窒素酸化物濃度の測定データを使って行った。実測値との比較結果を第2図と第8表に示す。

## 7. 結果の考察

Run 1 から Run 2 へ  $z_0$  を変更することにより、全体として予測値が下り、高濃度部の過大予測がかなり解消されている。特に大阪市の都心部(第2図の◆印)での変化が大きい。Run 2 から Run 3 への変更は2種類あり、1つは4月~10月の朝と昼の過大予測の濃度を下げ、11月~3月の夜と深夜の過小予測の濃度を上げるための安定度階級の変更である。この変更は全地点の予測値を同程度に変化させる。もう1つの、都心部の  $z_0$  の1mから3mへの変更は都心部の濃度だけを下げる。この後者のパラメータの変更により、Run 2 から Run 3 へいくらか相関係数が高くなっている。

Run 3 から Run 4 への変更は大阪市の中心部のビル街の初期拡散幅をビルの高さの1/2~1倍程度に大きくしたものである。大阪市の中心部のビル街に近い地点(第2図の◆印)の濃度がやや下がり、回帰式の傾きが少し変化した。

初期拡散幅については McElroy (1968) による St. Louis の拡散実験の解析からは建物の平均高の1/2倍程度の  $\sigma_z$  が得られている。また、ストリートキャニオンに放出された自動車排ガスはストリートキャニオンに生じる渦により攪拌され、道路外の拡散に対して、ストリートキャニオンの深さと幅をもつボディソースとして表現できることが河野と伊藤(1985)により報告されている。また、郊外のハイウェイからの自動車排ガスの拡散モデルである EPA-HIWAY 2 モデル(Peterson, 1980)では風速の関数として1.5m~5mの  $\sigma_{z0}$  が与えられている。Run 4 の  $\sigma_{z0}$  はこれらのデータにほぼ対応している。

Run 3, Run 4 で予測値+自然界のバックグラウンドの平均  $(\overline{E+BG})$  が実測値の平均  $(\overline{O})$  の8割となった。他の地域の同種の拡散シミュレーションでも、一般的に、予測値に自然界のバックグラウンドを加えた値は実測値と比べていくらか小さめの傾向がある。この主な理由は、ガウシアンプリューム式では風向は一定と仮定しているが、現実には、海陸風循環等により汚染物質の吹きもどりがあり、これがこのモデルでは表現できない

めと考えられている。

全体的にみて、地上煙源に対して Smith の方法で  $z_0$  に応じて拡散幅を変え、建物高の1/2~1倍程度の初期拡散幅を与えることにより実測値との整合性は向上している。

なお、Run 3 で4月~10月の朝と昼および、11月~3月の夜と深夜の安定度階級をそれぞれ実測値に合うように変更しているが、各々の過大及び過小予測の原因については、拡散幅以外の原因も考えられるので、この部分については検討の余地があると思われる。

## 8. 結論

Smith の修正による地表面粗度をパラメータとする  $\sigma_z$  図を使い、自動車排ガスの拡散に対して、都市の中心部で地表面粗度  $z_0=1\sim3\text{m}$ 、周辺部の住宅地で  $z_0=30\text{cm}$  を与え、建物の平均高さの1/2~1倍の初期拡散幅  $\sigma_{z0}$  を与えることにより、都市の建物による拡散幅の変化を実用上はほぼ必要な精度で表現し得た。

## 謝 辞

本シミュレーションは京都大学工学部助教授池田有光氏のご助力を得た。ここに、感謝の意を表します。また、計算は数理計画株式会社に依頼し、実施した。

本論文は1985年8月30日、31日に国立公害研究所環境情報部主催による第1回環境データ処理研究会で発表した内容に若干手を加えたものである。

## 文 献

- 安達隆史, 1981: べき法則による150m高度以下の風速推定法の基礎研究, 天気, 28, 244-252.  
 朝倉一雄, 四方 浩, 1982: 火力発電所の排煙拡散予測——煙の拡がり幅——, 第22回大気汚染学会誌講演要旨集, 333.  
 Briggs, G.A., 1973: Diffusion estimation for small emissions, ATDL Contribution File No. 79, Atmospheric Turbulence and Diffusion Laboratory.  
 ESDU, 1976: Characteristics of atmospheric turbulence near the ground, part 3; variation in space and time for strong winds (neutral atmosphere), Item 75001, 1-27.  
 Hanna, S.R., G.A. Briggs and R.P. Hosker, Jr., 1982: Handbook on atmospheric diffusion, Technical Information Center, U.S. Department of Energy, 30.  
 池田有光, 1982: 移動発生源による汚染予測について, 第22回大気汚染学会講演要旨集, 103-108.



- Jackson, P.S., 1977 : Aspects of surface wind behavior, *Wind Engineering* 1, 1-14.
- 環境庁大気保全局大気規制課編, 1982 : 窒素酸化物総量規制マニュアル, 公害研究対策センター, 58.
- 河野 仁, 中野道雄, 1980 : 都市域における拡散幅の増大を考慮した拡散シミュレーション, *天気*, 27, 743-754.
- 河野 仁, 伊藤昭三, 1985 : 住宅地域における道路からの近距離拡散, *大気汚染学会誌*, 20, 429-437.
- McElroy, J.L. and F. Pooler, Jr., 1968 : St. Louis dispersion study Vol. 2-Analysis, U.S. Department of Health, Education, and Welfare. Public Health Service, 1-51.
- McElroy, J.L., 1968 : A comparative study of urban and rural dispersion, *Journal of Applied Meteorology*, 8, 30.
- 大阪市環境保健局, 1984 : 大阪市大気環境保全基本計画に係る大気汚染予測調査報告書, 39-75.
- Panofsky, H.A. and J.A. Dutton, 1984 : Atmospheric turbulence, A Wiley-Interscience Publication, 123.
- Pasquill, F., 1971 : Wind structure in the atmospheric boundary layer, A discussion on architectural aerodynamics, *Phil. Trans. Roy. Soc. London, A*, 269, 430-456.
- Pasquill, F., 1975 : The dispersion on material in the atmospheric boundary layer-The basis for generalization, *American Meteorological Society*, 13-21.
- Pasquill, F. and F.B. Smith, 1983 : Atmospheric diffusion third edition, Ellis Horwood Limited, 337-338.
- Peterson, W.B., 1980 : Users guide for HIWAY-2, A highway air pollution model, Environmental Science Research Laboratory, Office of Research and Development, U.S. Environmental Protection Agency, 16.
- 塩谷正雄, 1979 : 強風の性質, 開発社, 38.
- Turner, D.B., 1969 : Workbook of atmospheric dispersion estimates. USUHEW, PHS Pub. No. 995-AP-26, 84.

## 第20回乱流シンポジウム論文募集一要約

第20回乱流シンポジウム実行委員会

下記の通り第20回乱流シンポジウムを開催します。発表内容は広く乱流に関する理論、実験および数値解析などです。本和は20周年記念の年でもあり、多数の御参加をお待ちしています。

### 記

**主催** : 日本流体力学会  
**協賛** (依頼中) : 貴会ほか13学協会  
**開催日** : 昭和63年7月27日(水), 28日(木), 29日(金)  
**会場** : 日本大学理工学部9号館, 901講堂  
 〒101 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14  
 TEL. 03-681-2161  
**発表形式** : 口頭発表によるセッション(OS)に加えてビジュアル・セッション(VS:ポスター,ビデオ, パーソナルコンピューター等)があります。  
**申込方法** : 指定の申込票(はがき)と論文要旨用の原稿用紙がありますので下記あて請求して下さい

い。

**申込締切** : 昭和63年5月31日(火) 必着  
**参加登録費** : 日本流体力学会会員 1,500円  
 非会員 2,000円

**講演論文集** : シンポジウム終了後に発表した論文の原稿を提出していただき、「講演論文集」を発行します。予約御希望の方は、予約代金2,500円(送料を含む, 以下同じ, 予約受付の期限は7月29日)を参加登録費とともにお支払い下さい。郵送による予約も受け付けます。それ以降は会員3,000円, 非会員3,500円となります。

**連絡先** : 〒223 横浜市港北区日吉 4-1-1 慶応大学内  
 日本流体力学会乱流シンポジウム係  
 TEL. 044-63-1111 (内線 574)  
 ファックス 044-62-8408