

上記のように発生源から観測点方向へ向かう風が存在しない日においても実測では他の日と同じオーダーの濃度が計測されていることについて、周辺地域からのダイオキシンの移入を考えた。すなわち発生源から南1km地点の濃度を評価する際、南方向（発生源と逆方向）からダイオキシンを含んだ風が移入するとして、南2kmの実測値を利用し、計算領域南側より南2kmの実測値（9/26日：46pg/ m³）と同じ濃度の空気が移入するものとする（9/25日は風向Sの頻度0のため影響なし）、3pg/m³の濃度上昇が見られる。すなわち、以下のようになる。

表3-2-12 南2kmからの移入を考慮した南1kmにおける濃度
(Total PCDD/DFs、単位：pg/m³)

	9/24	9/25	9/26
実測値（南2km）	計測値無	28	46
実測値（南1km）	24	38	35
計算値（南1km）	—	1.4	3.0

同様に北1kmも北側からの移入を考え、計算領域北側より北2kmの実測値と同じ濃度の空気が移入するものとする、9/25の濃度が2 pg/m³上昇する。すなわち計算値は以下のようになる。

表3-2-13 北2kmからの移入を考慮した北1kmにおける濃度
(Total PCDD/DFs、単位：pg/m³)

	9/24	9/25	9/26
実測値（北2km）	計測値無	22	49
実測値（北1km）	27	42	41
計算値（北1km）	1.9	2.0	1.0

また、広域同様北10kmにおける2日間の実測値の平均値（＝20.5 pg/m³）をバックグラウンド濃度として計算領域全体に分布していると考えたと実測値にかなり近くなる。

(2) 沈着量

また、沈着量については、定常計算値に、実測期間中（平成9年9月18日～10月20日）の風向出現率（NNW：6％、NW：5％、SSW：5％、SW：15％）、降雨時間（風向NNW時：0時間、風向NW時：1時間、風向SSW時：0時間、風向SW時：0時間）を考慮に入れると、以下のようになる。但し、降雨時は湿性沈着の寄与が乾性沈着より大きいと考え、湿性沈着のみ考える。また、湿性沈着は高度に関係なく空中に浮遊している粒子が対象になるため、全ての径の粒子を対象とする（粒子径による鉛直方向の分布は無関係である）。

表3-3-14南1km沈着量 (Total PCDD/DF_s、単位：ng/m²/day)

実測値	0.87
計算値	1.02 (乾性：0.61、湿性：0.41)

表3-3-15北1km沈着量 (Total PCDD/DF_s、単位：ng/m²/day)

実測値	1.1
計算値	1.8 (乾性：1.8、湿性：0.0)

以上により、降下ばいじんについては実測値よりやや大きい、妥当な値が計算されたと考える。

4) まとめ

3次元流動拡散解析によりダイオキシン類の濃度、降下量を計算した。濃度の計算はかなり実測値より小さくなったが、このことについて以下の原因を考えた。

- ・粒子径データがEP出口のものであり、また10μm以上の粒子の分布は推定であるため必ずしも煙突から排出される粒子径分布の実態を表していないことが考えられる。そこで、参考ケースとして25μmの粒子の割合が多い場合(20%、50%)について考慮すると、実測値に近い値となった。
- ・観測地点に向かう風が吹いていない場合でも実測では濃度がかなり高いが、これは他地域からの粒子の移入、(ガス状で空気中を浮遊している粒子の)バックグラウンド濃度が寄与しているものと思われる。
- ・現場調査によると、実測地点付近に簡易焼却施設や野焼きが見られるため、その影響も無視できないと考えられる。

以上より、今後の課題として以下の対処が必要と考える。

- ・煙突出口における粒子径の正確な把握
- ・移入量の把握のためより広域の地域を対象とした計測を行う
- ・バックグラウンド値の把握のため清掃工場から離れた計測地点を増やす
- ・他の発生源も対象に加えた濃度計算を行う

降下量については実測値よりやや大きい、南1kmの場合は湿性沈着の影響が大きく、北1kmの場合は乾性沈着のみで値が大きい、オーダーとしては合っている。

5) 解析モデルの詳細

基礎方程式をテンソル表示で書くと以下ようになる。添え字の i, j ($=1, 2, 3$) は座標 x, y, z 方向を表わす。流れは乱流なので数値シミュレーションで広く用いられている $k-\varepsilon$ モデルを使用する。

- ・ 質量保存式 (連続の式)

$$\partial U_i / \partial x_i = 0 \quad \dots \textcircled{1}$$

- ・ 運動方程式 (ナビエ-ストークスの式)

$$\partial U_i / \partial t + U_j (\partial U_i / \partial x_j) = -(1/\rho) \partial p / \partial x_i + \partial / \partial x_j ((\nu_i + \nu_t) \partial U_i / \partial x_j - u_i u_j) \quad \dots \textcircled{2}$$

- ・ 拡散方程式

$$\partial C / \partial t + U_i (\partial C / \partial x_i) = D (\partial^2 C / \partial x_i^2) \quad \dots \textcircled{3}$$

- ・ k 方程式

$$\partial k / \partial t + U_i \partial k / \partial x_i = \partial / \partial x_i ((\nu_t / \sigma_k) \partial k / \partial x_i) - u_i u_j \partial U_i / \partial x_j - \varepsilon \quad \dots \textcircled{4}$$

- ・ ε 方程式

$$\partial \varepsilon / \partial t + U_i \partial \varepsilon / \partial x_i = \partial / \partial x_i ((\nu_t / \sigma_\varepsilon) \partial \varepsilon / \partial x_i) - C_1 (\varepsilon / k) u_i u_j \partial U_i / \partial x_j - C_2 \varepsilon^2 / k \quad \dots \textcircled{5}$$

(x_i : 座標成分、 $x_1=x, x_2=y, x_3=z$ 、 U_i : 平均流速成分、 u_i : 変動流速成分、 ρ : 流体の密度、 p : 圧力、 t : 時間、 ν_i : 動粘性係数、 ν_t : 乱流動粘性係数、 C : 濃度、 D : 拡散係数、 k : 乱流エネルギー ($= (u_1^2 + u_2^2 + u_3^2) / 2$)、 ε : 粘性散逸率 ($= \nu_t (\partial u_i / \partial x_j) (\partial u_i / \partial x_j)$))
ここで、 $\nu_t = C_\mu k / \varepsilon$ の関係がある。また、シュミット数、乱流シュミット数は 1 とする。即ち、 $D = \nu_i + \nu_t$ となる。また、以下の項は実験値である。 $C_1 = 1.44$ 、 $C_2 = 1.92$ 、 $\sigma_k = 1.0$ 、 $\sigma_\varepsilon = 1.3$

上記微分方程式を数値的に解くための離散化手法は PHOENICS では有限体積法を採用している。

6) 風速ベクトル図および濃度コンタ図

次頁以下に風速ベクトル図および濃度コンタ図を示す。濃度コンタ図はそれぞれ定常計算の結果を表す。即ち、24時間一定風向で風が吹いた条件に相当する。評価は 3) で述べたように定常計算結果に風向頻度を掛けて行っている。

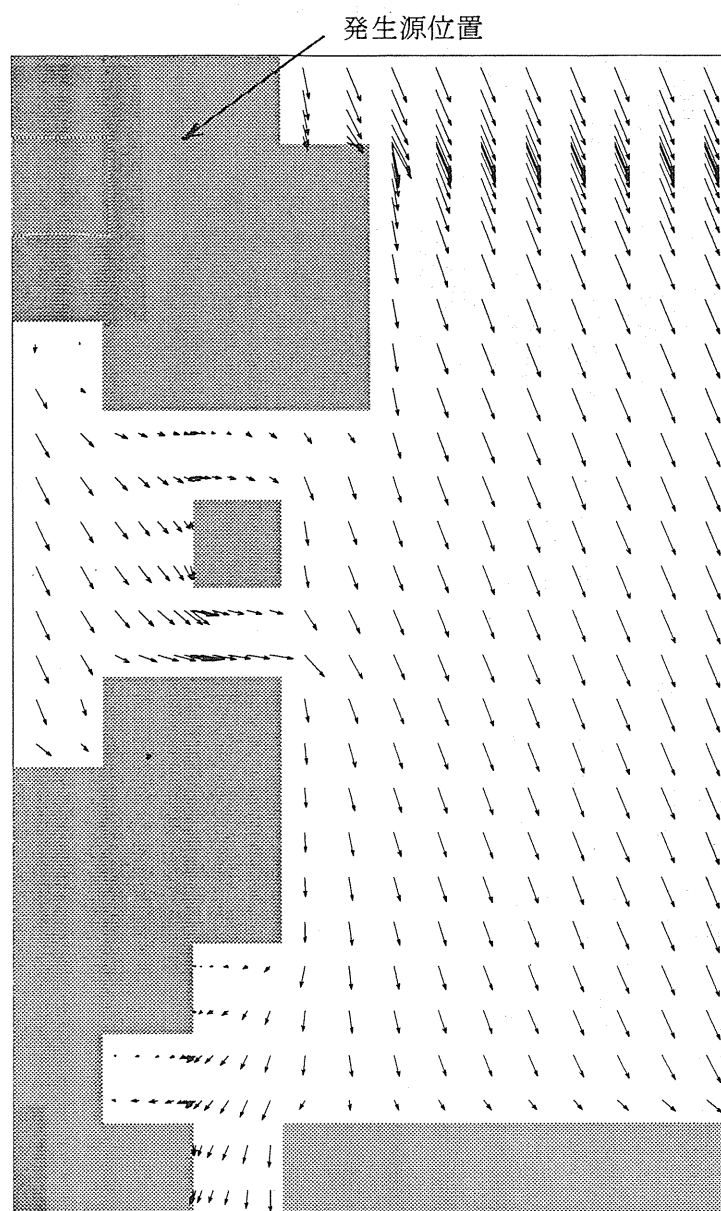


図3-2-32 風速ベクトル図（風向NNW、図3-2-30のC-C平面）

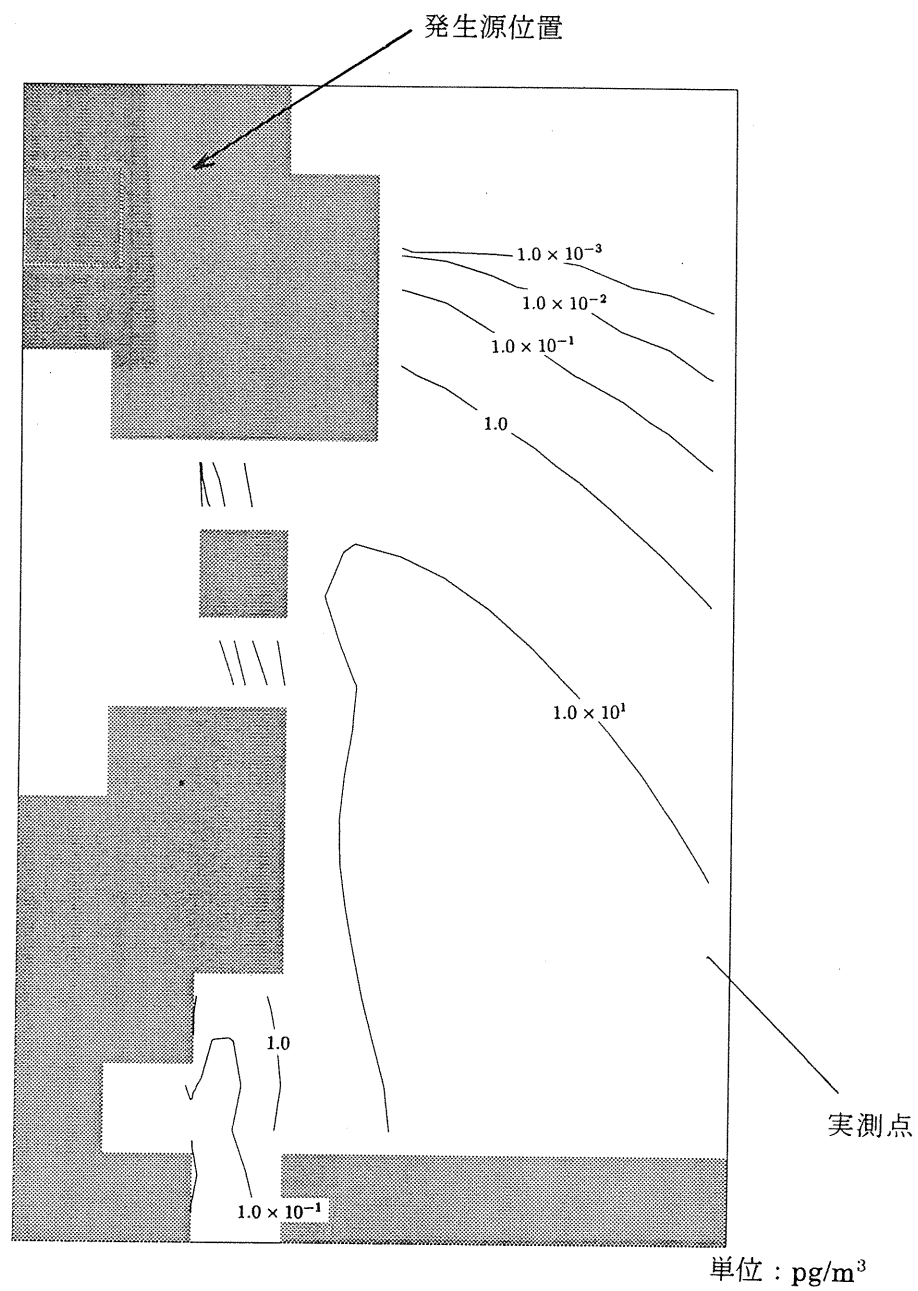


図3-2-33 濃度コンタ図（風向NNW、図3-2-30のC-C平面）

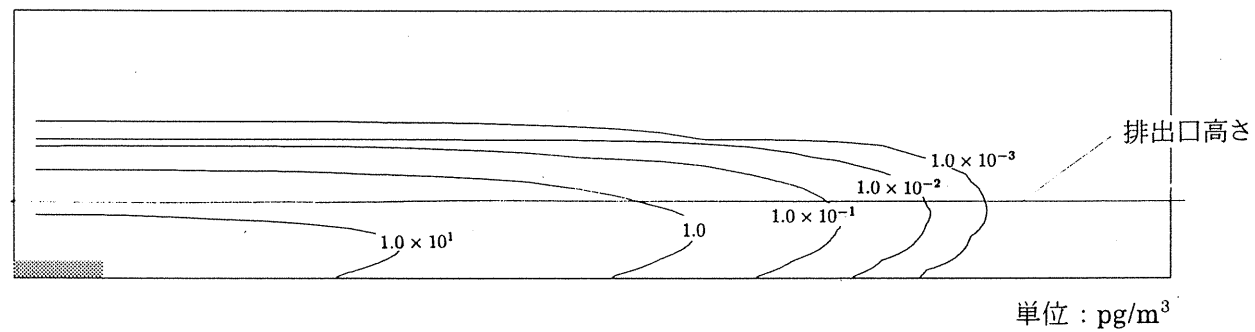


図3-2-34 濃度コンタ図（風向NNW、図3-2-28のA-A断面）

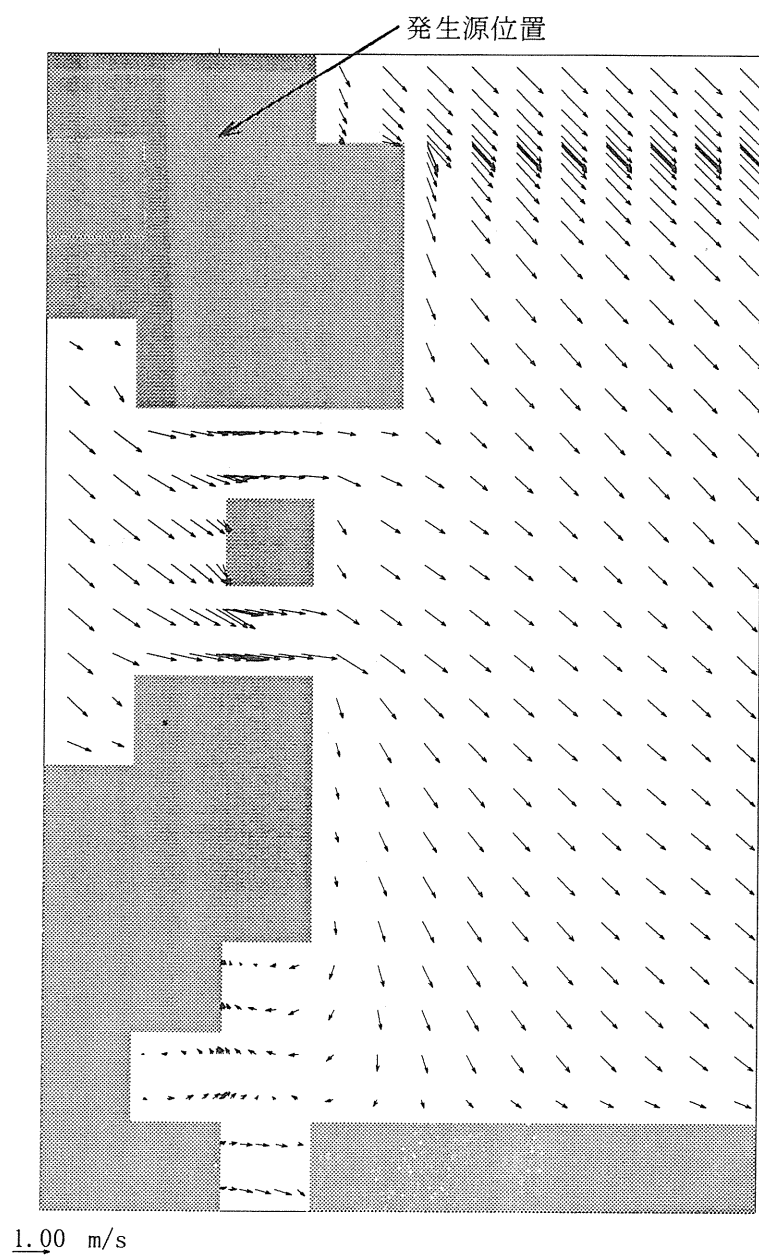


図3-2-35 風速ベクトル図（風向NW、図3-2-30のC-C平面）

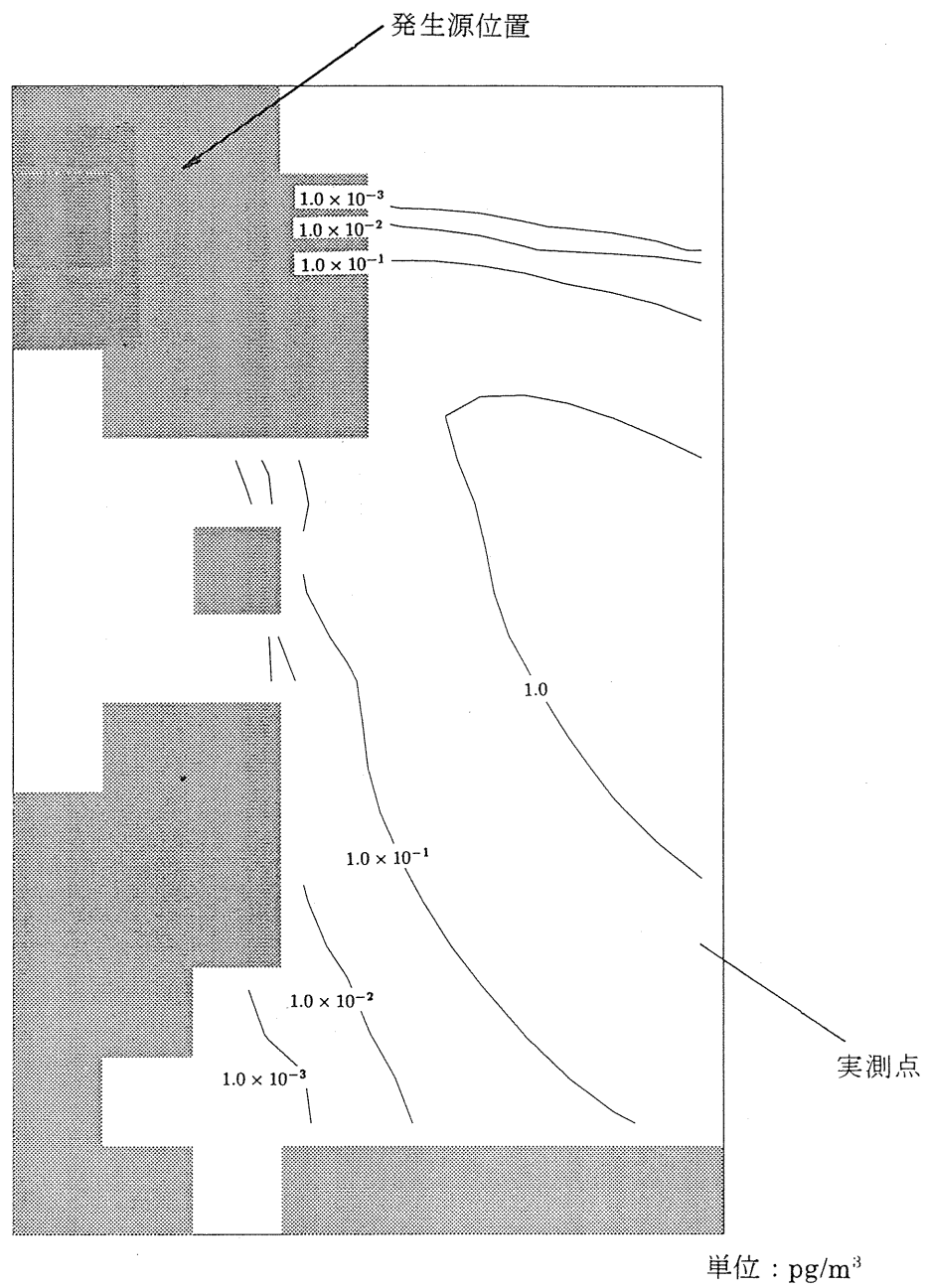


図3-2-36 濃度コンタ図（風向NW、図3-2-30のC-C平面）

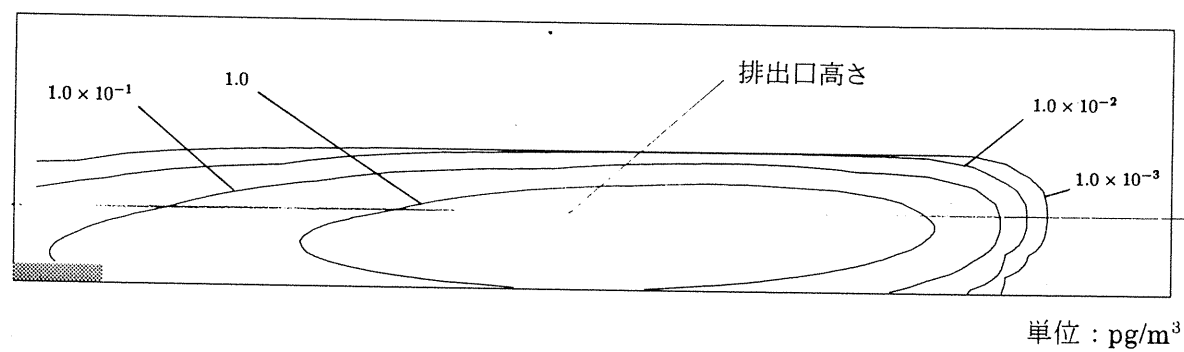


図3-2-37 濃度コンタ図（風向NW、図3-2-28のA-A断面）

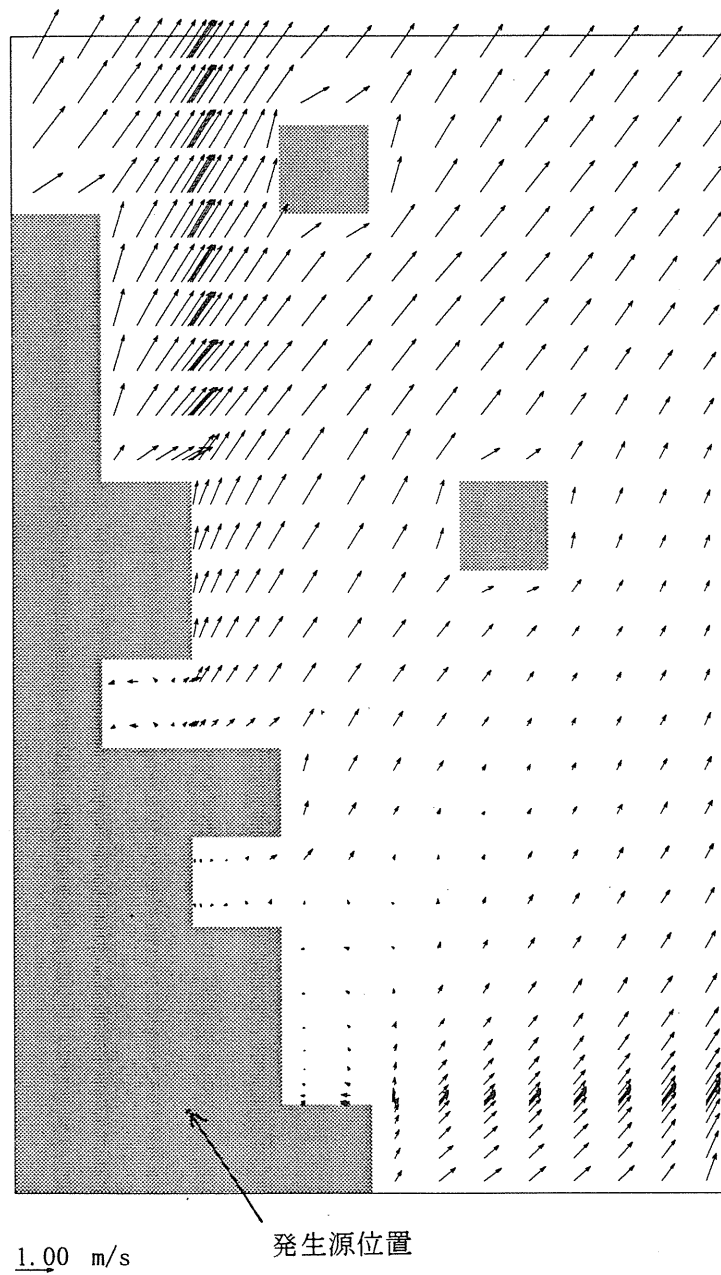


図3-2-38 風速ベクトル図（風向SSW、図3-2-31のD-D平面）

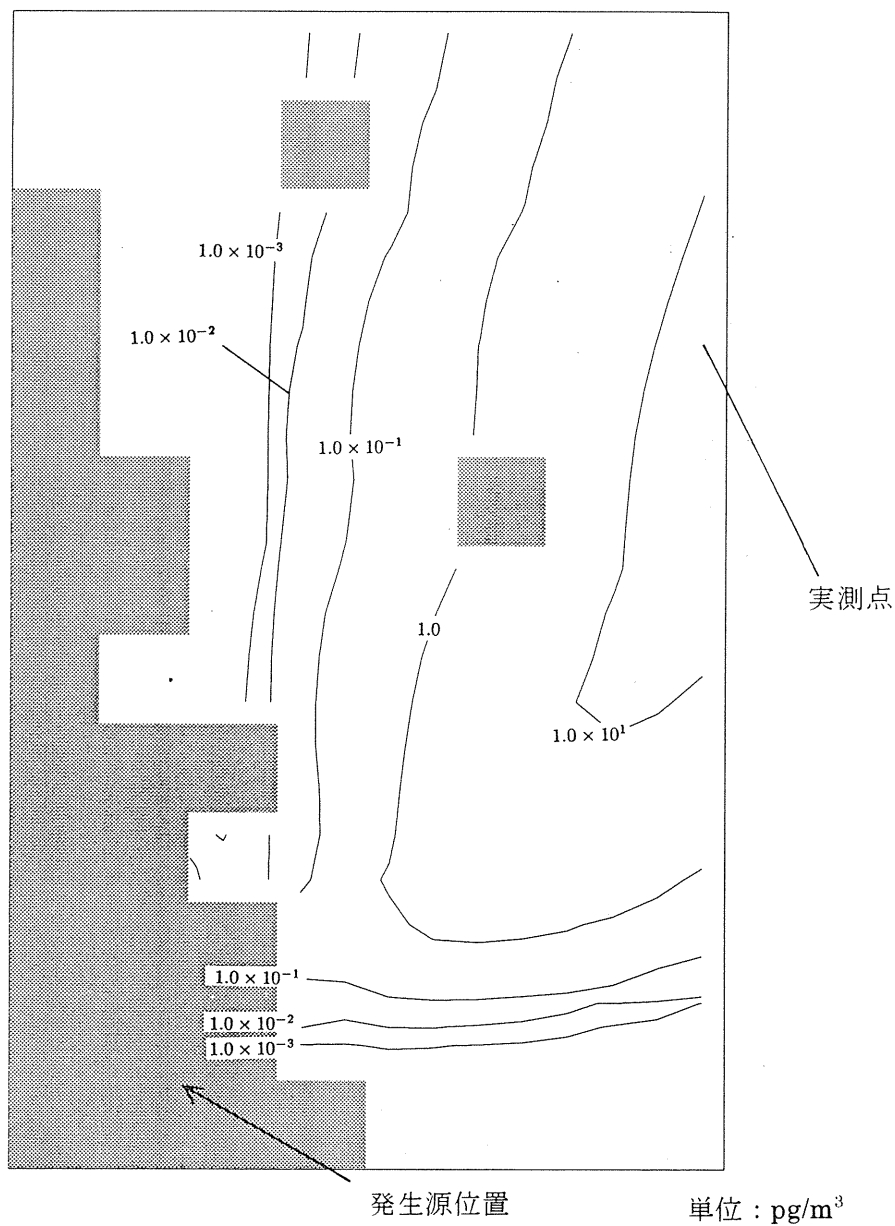


図3-2-39 濃度コンタ図（風向SSW、図3-2-31のD-D平面）

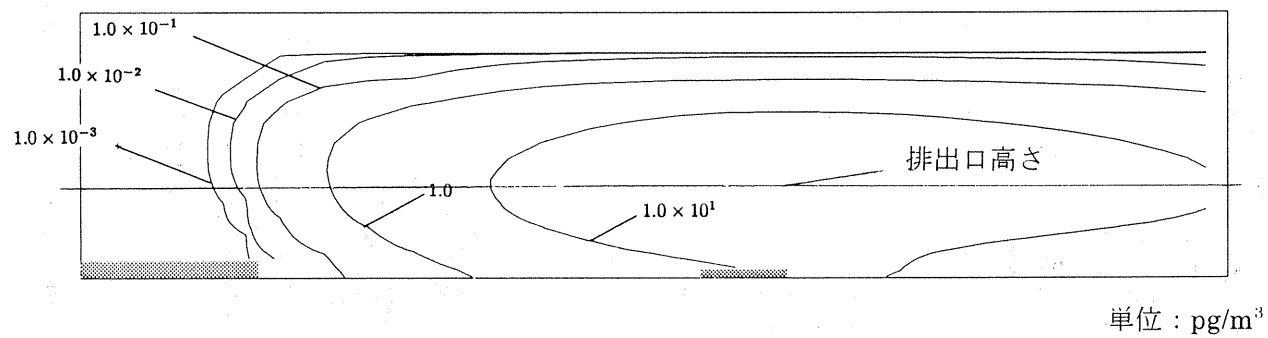


図3-2-40 濃度コンタ図 (風向SSW、図3-2-29のB-B断面)

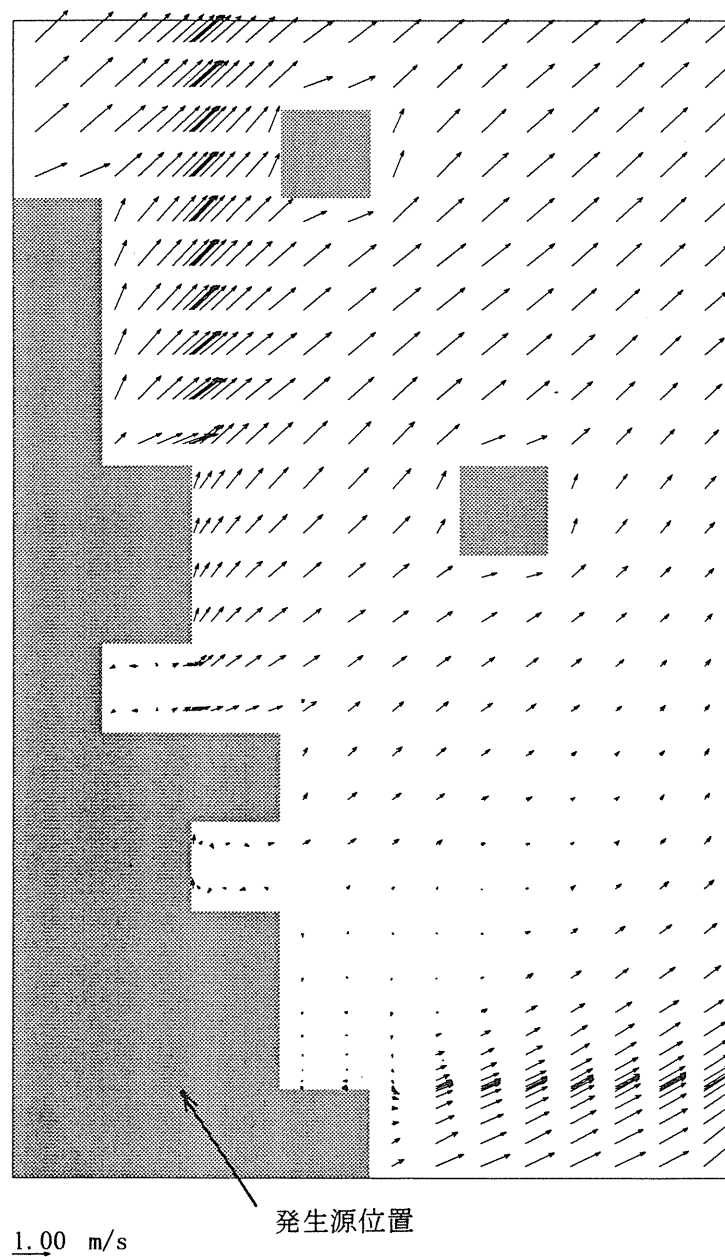


図3-2-41 風速ベクトル図（風向SW、図3-2-31のD-D平面）

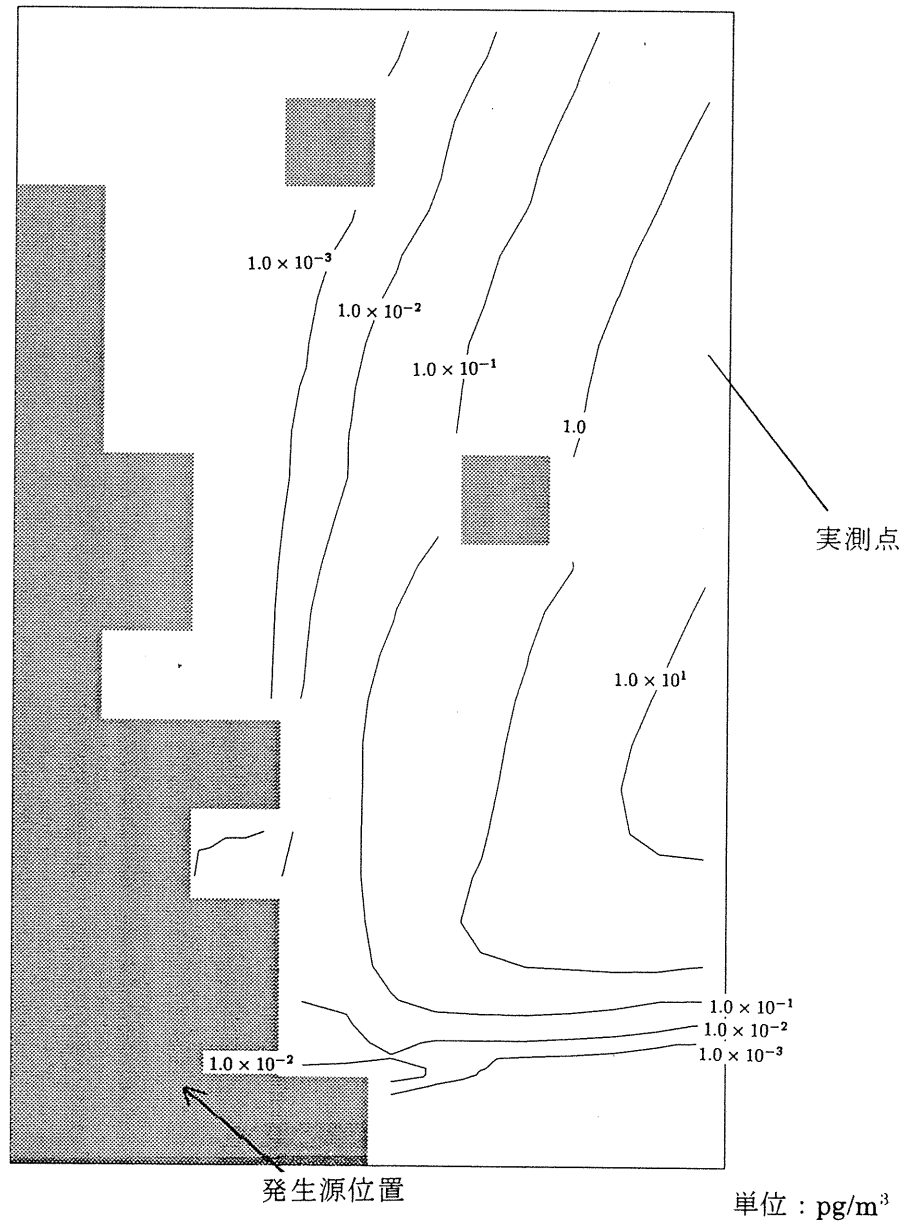


図3-2-42 濃度コンタ図（風向SW、図3-2-31のD-D平面）

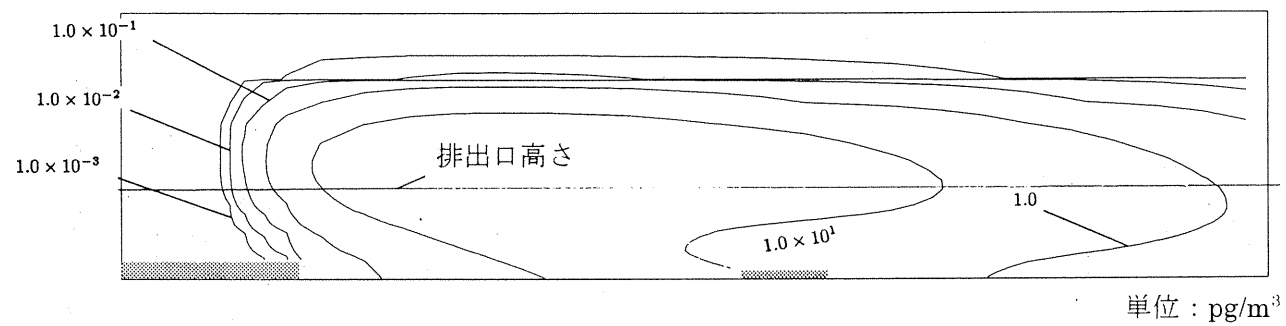


図3-2-43 濃度コンタ図（風向SW、図3-2-29のB-B断面）

3. 2. 5 結論

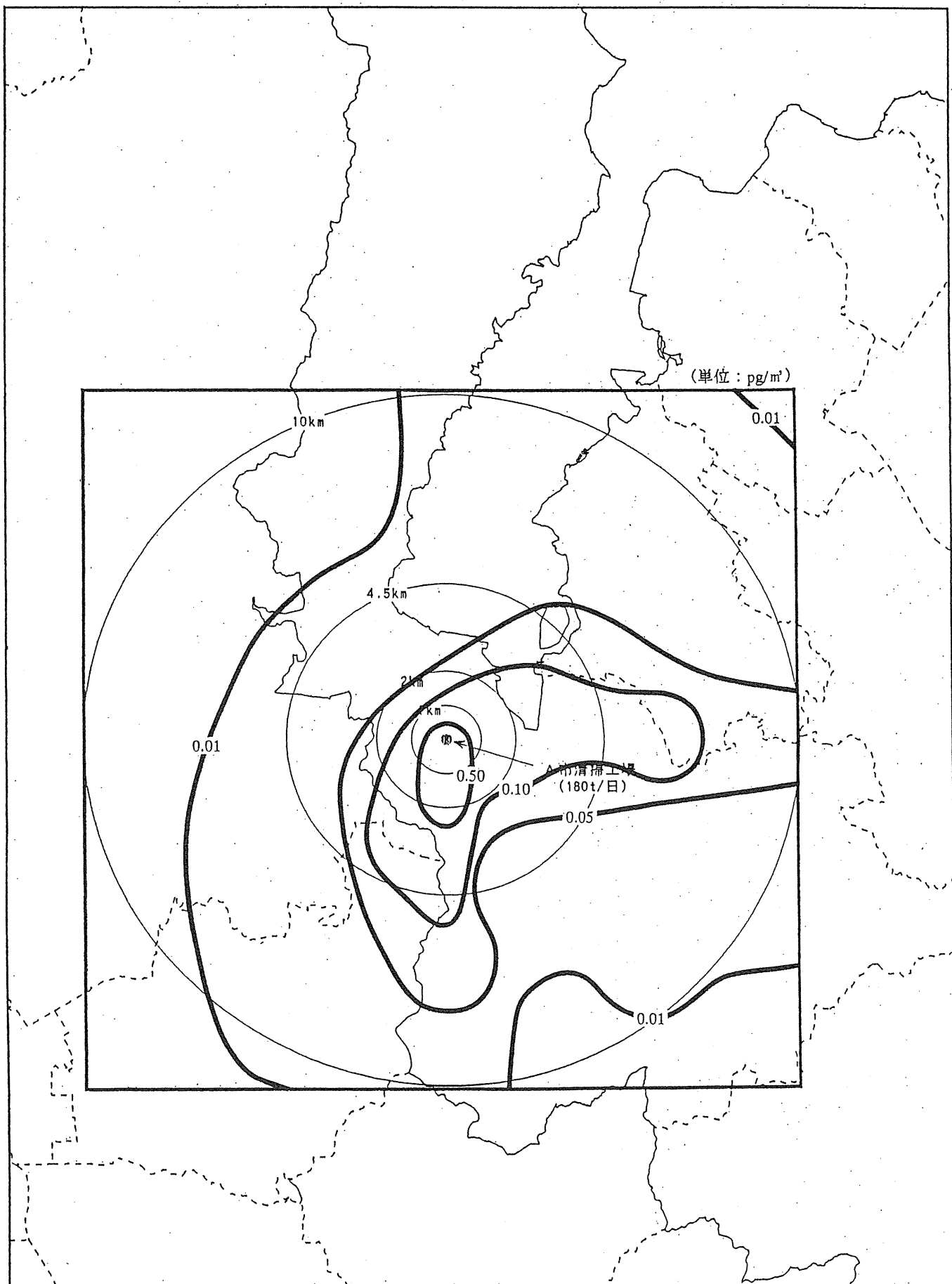
広域（～10km）に付いてはパフ・プルームモデルを用い、狭域（～1 km）に付いては運動方程式・拡散方程式を数値的に解く3次元モデルを用いた。結果は何れも同様の傾向で、実測値と合わない点が見られたが、それぞれの「まとめ」の項における記述のように、

- ① 浮遊粒子径の把握
- ② A市清掃工場以外の発生源の考慮（污泥焼却炉、簡易焼却炉等）
- ③ 他地域からの移入量の把握
- ④ 地表面からの巻上げ量の推定

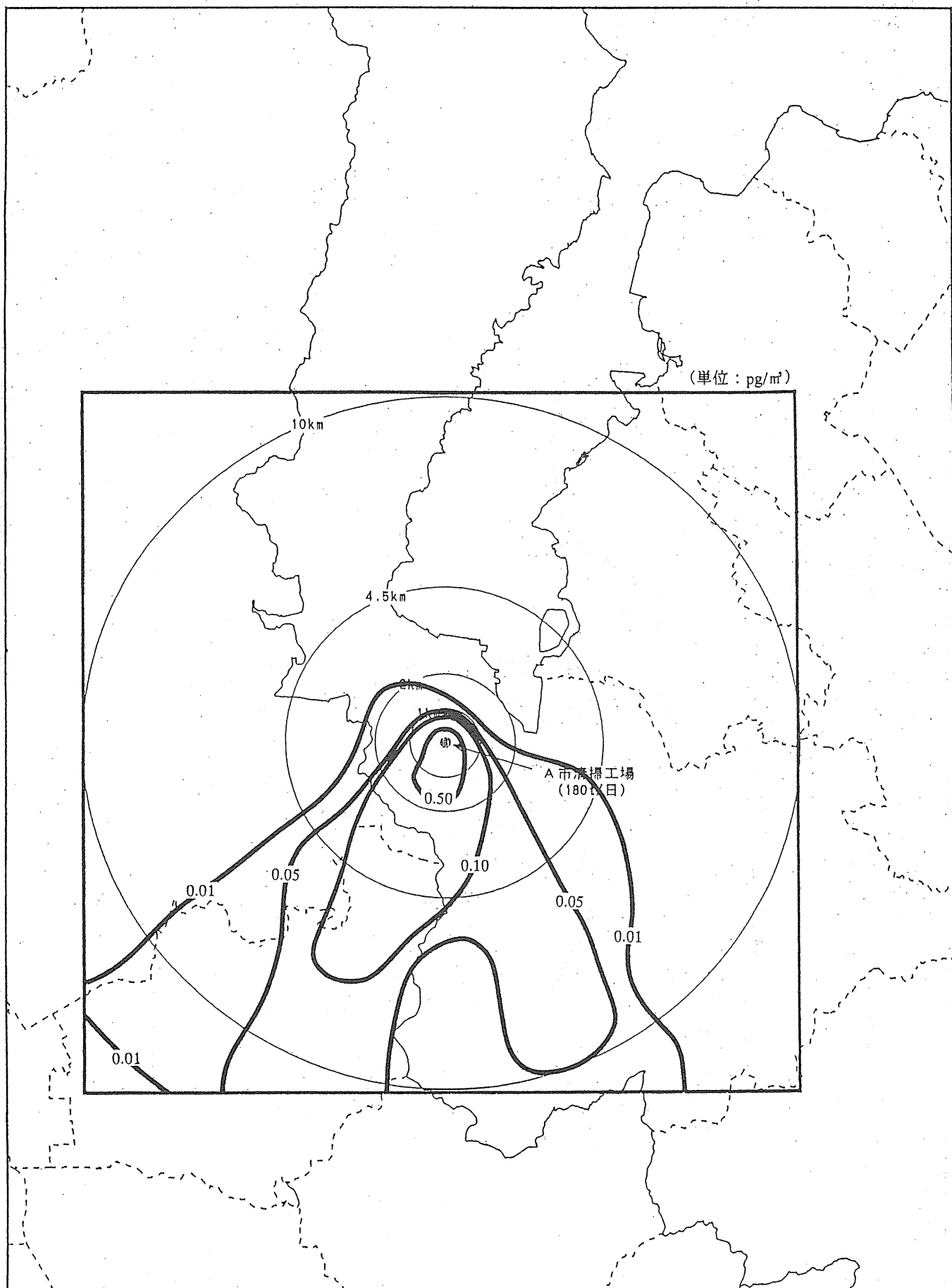
の4点を実施することによりより正確な予測ができると考える。A市のように発生源付近に山が存在する場合はモデルとしては、以下の点から3次元モデルをより広い領域にも適用する方が良いと考える。

- ・地形を反映したモデル化が可能
- ・実測値に比較的近い結果を出すことができた

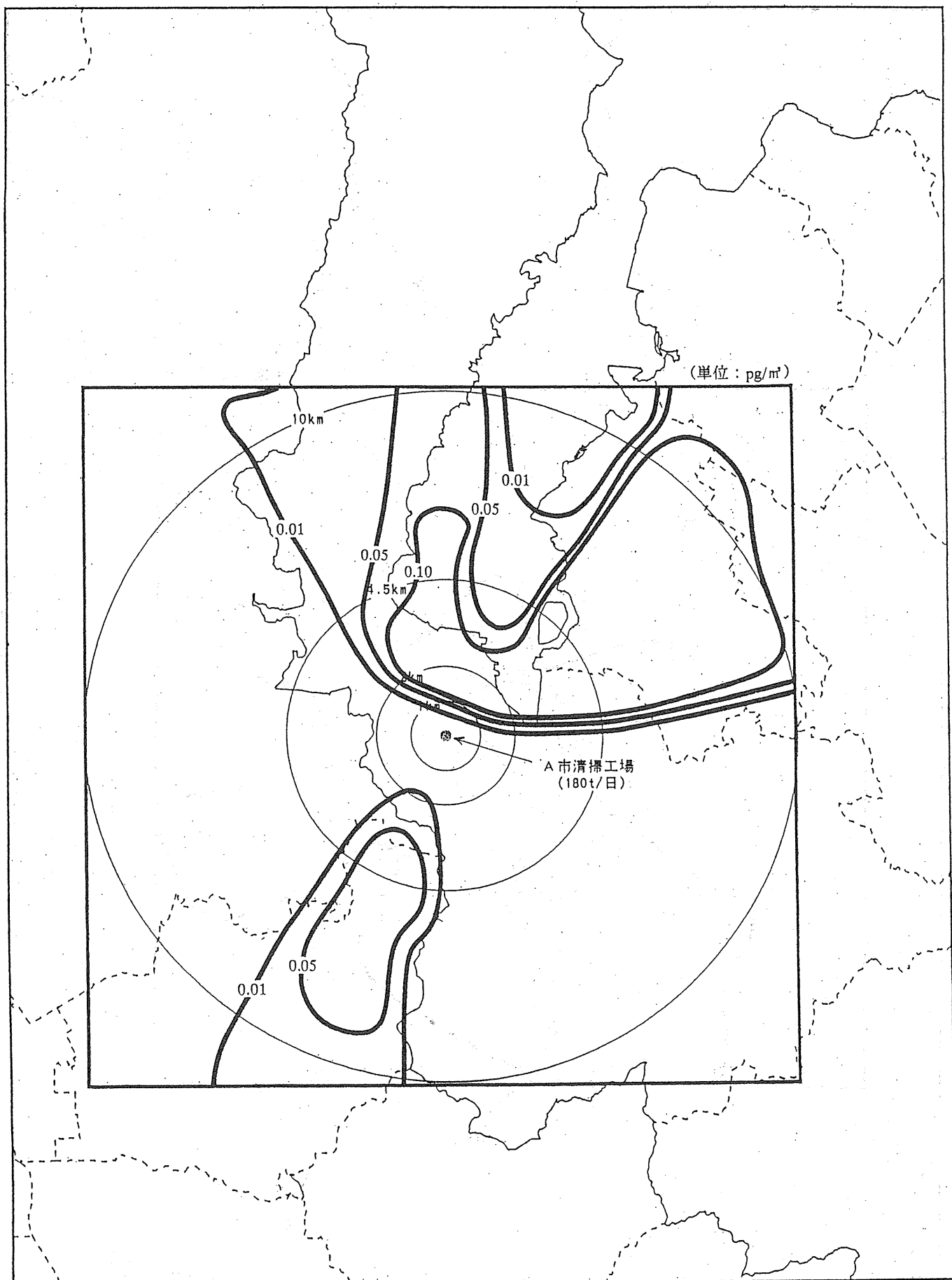
資 料 編



資料 図3-2-44 大気中濃度コンター図(9/24)



資料 図3-2-45 大気中濃度コンター図 (9/25)



資料 図3-2-46 大気中濃度コンター図(9/26)