

資料 図3-2-47 沈着量コンター図(9/18-10/20)

3. 3 廃棄物焼却施設からのダイオキシン類環境影響把握調査

3. 3. 1 調査の目的

廃棄物焼却施設から排出されるダイオキシン類の挙動を推定して周辺環境（大気、水、土壌、植物等）を通じての人体への影響程度（暴露量）を把握するモデルを構築し、廃棄物焼却施設から排出されるダイオキシン類の人体への影響寄与割合についての情報を得るとともに、削減対策検討のための基礎資料を得ることを目的とする。

3. 3. 2 調査の概要

本年度は、上記の調査目的のうち、廃棄物焼却施設周辺の大気及び土壌環境への影響程度を把握するためのモデルについて、「都市ごみ焼却施設周辺環境等のダイオキシン類調査」結果を基に検討した。

1. 周辺環境のダイオキシン類濃度調査結果の整理

廃棄物焼却施設に係るダイオキシン類濃度調査結果について、環境影響把握モデルの検討に利用できる情報を選別し整理した。

○廃棄物焼却施設の情報

- ・施設諸元 : 燃焼規模及び方式、排ガス処理施設種類
- ・稼働時諸元 : 廃棄物焼却量、排ガス量、排ガス温度
- ・稼働状況 : 焼却量の時間変化、日変化
- ・煙突の諸元 : 煙突実高、口径、排ガス速度
- ・実測データ : ダイオキシン類濃度、粉塵濃度と粒径分布、排ガス温度等

○環境情報

- ・ダイオキシン類濃度（大気中、降下量、土壌中）
- ・気象情報 : 風向、風速、日射量、放射収支量、降水量

2. 大気拡散モデルによるダイオキシン類の濃度計算

上記の整理を基に、廃棄物焼却施設から排出されたダイオキシン類の周辺大気環境への影響を、大気拡散モデルにより推定した。

排ガス中のダイオキシン類の拡散は、NO_x やSPMなどの他のガス状及び粒子状の

排ガス物質と同様の取り扱いが可能で、以下のようなサブモデルから構成される。

- ・基本拡散式 : ガウス型プルーム式及びパフ式
 - ・発生源モデル : 点源モデル
 - ・拡散パラメータ : 一般的なパスキル-ギフォード線図
 - ・鉛直項、減衰項 : 粒子に対する重力沈降、乾性沈着、湿性沈着の影響を考慮
 - ・気象モデル : 代表すると考えられる気象データを入手整理して使用
 - ・予測対象 : 日平均ダイオキシン類濃度及びダイオキシン類降下量
- TEQ（毒性等価濃度）ではなく、トータルダイオキシン類濃度を対象とした。

3. 対象とした「都市ごみ焼却施設周辺環境等のダイオキシン類調査」

- ・ K市A清掃工場周辺調査 (1996年8～9月)
- ・ Y県C組合清掃工場周辺調査 (1998年8～9月及び12月～1999年1月)

3. 3. 3 K市A清掃工場周辺調査

「都市ごみ焼却施設周辺環境等のダイオキシン類調査 平成9年4月 日立造船株式会社」における調査結果を利用して拡散モデルの検討を行った。

1. 対象施設と周辺環境

1) 対象施設の概要

表 3-3-1 対象施設の諸元

施設	一般廃棄物焼却炉
炉形式	全連続ストーカ燃焼式、ボイラー付
焼却能力	200トン/24時間、2炉
排ガス処理	電気集塵機、EP前で消石灰投入
煙突	1本(集合)、高さ52m、吐出口内径2.8m
排ガス量	(設計値) 60,000 m ³ N/h (1炉)
排ガス温度	(設計値) 250℃

2) 大気環境測定地点

大気環境測定地点と測定期間、サンプリング項目を表3-3-2に示す。また、参考資料として当該施設の至近のB地方气象台における気象データも収集した。

表 3-3-2 大気環境測定一覧

測定地点名	工場からの方位と距離	ガスサンプリング						降下物 8/12 ～9/12
		1日目 8/20～8/21		2日目 8/21～8/22		3日目 8/22～8/23		
		DXN	ばい塵	DXN	ばい塵	DXN	ばい塵	
施設屋上	北北東 約 30 m							○
境界グラウンド	南東 約 160m	○	○	◎	○	○	○	○
南東 1 k m地点	南東 約 1.2km	○	○	◎	○	○	○	○
南東 2 k m地点	南東 約 2km	○	○					○
南東 4.5 k m地点	南東 約 4.4km	○	○	◎	○	○	○	○
東 10 k m地点	東北東 約 9.2km	○	○					○

注1) DXN 濃度で◎を記した項目はガス体と粒子体の分離分析が行われた。

注2) ばい塵濃度は DXN 測定で濾紙に捕集されたもの。

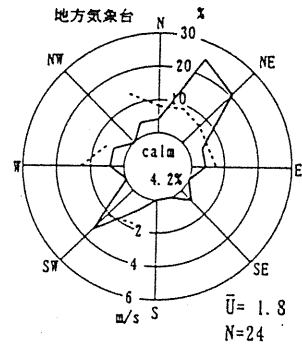
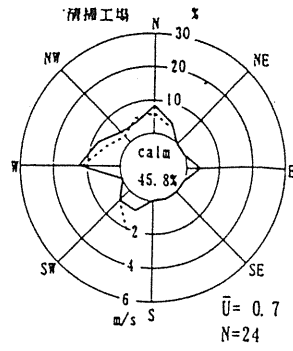
3) 周辺気象データ

施設周辺の気象データとしては、工場地点の風向、風速データ及びB地方気象台の気象データ（風向、風速、降水量、日射量、雲量等）がある。

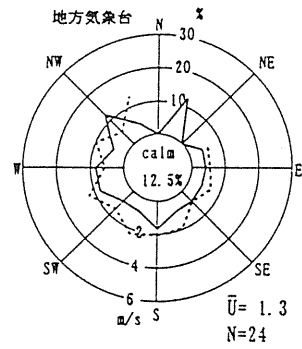
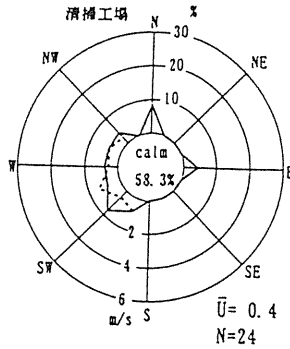
観測期間中の工場地点の風向、風速データとB地方気象台の降水量データを示す。風向風速データは、矢羽図と風配図により図 3-3-1と、図 3-3-2に示している。工場地点は静穏の比率が高く、夜間はほとんどが静穏である。平均風速も 1.4m/s と小さい。B気象台での平均風速は 1.9m/s とやや高く、静穏の比率もそれほど高くない。工場地点では有風時には、概ね谷に沿った風向（北西を中心とした方位）が多い。

また、観測期間中の降水量を表 3-3-3に示す。8月13日～15日、8月27日～31日、9月9日～10日にかなりの降水量がみられる。

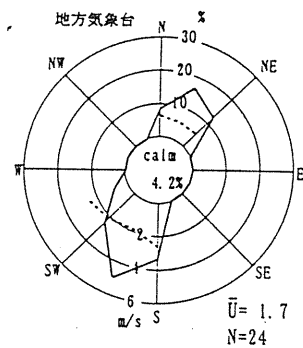
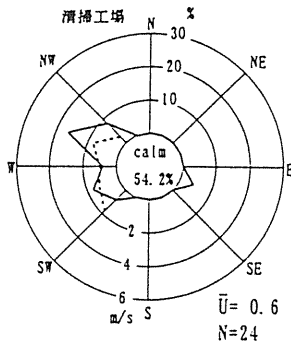
8月20日
～21日



8月21日
～22日



8月22日
～23日



8月12日
～9月12日

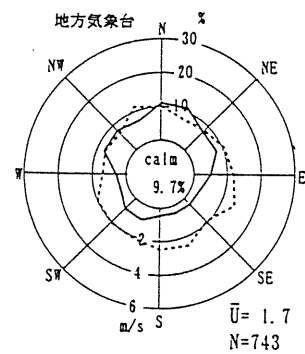
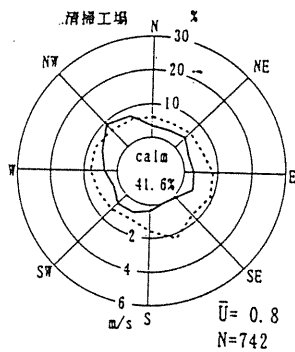
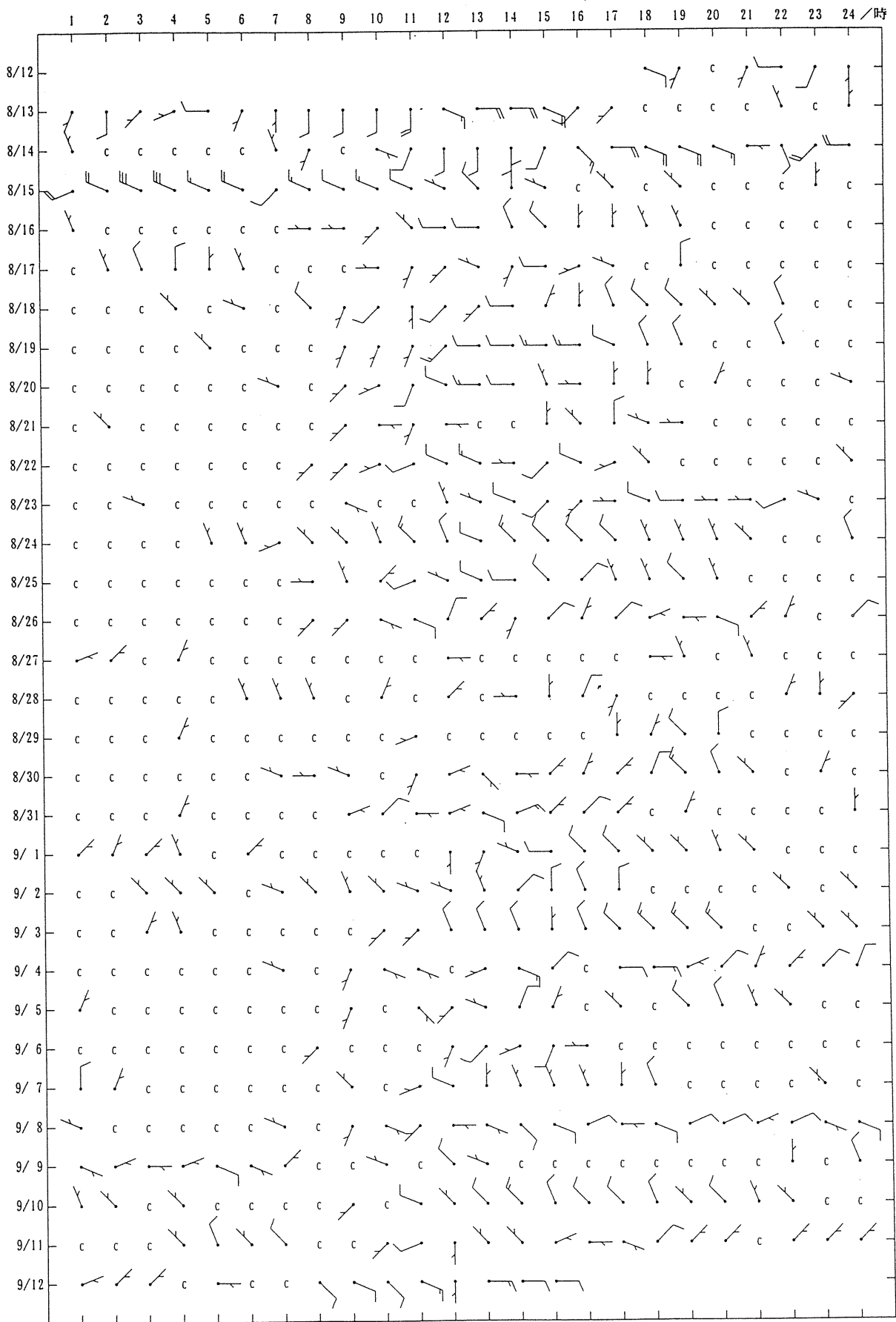
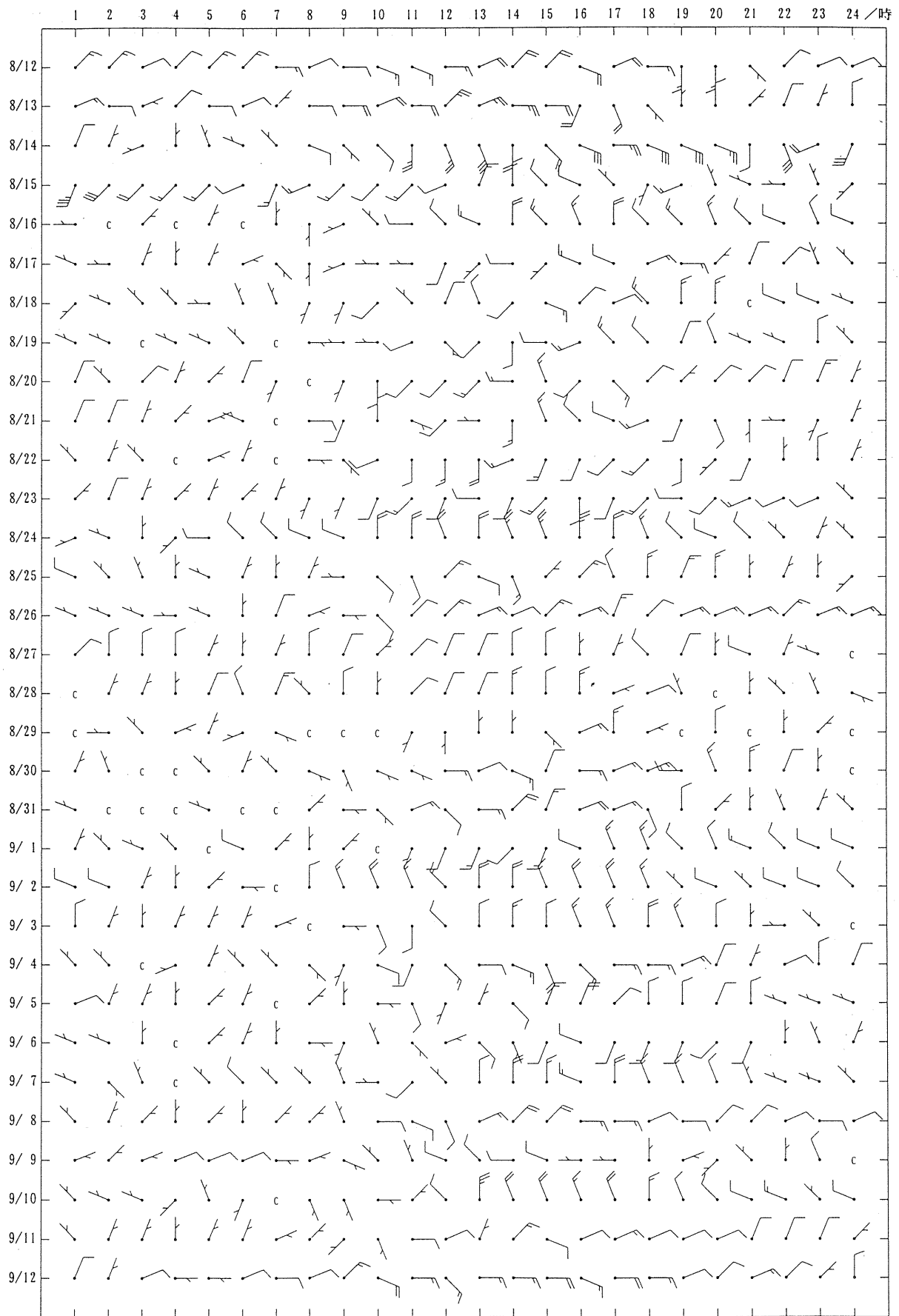


図 3-3-1 観測期間中の風配図



A 清掃工場

図 3-3-2(1) 観測期間中の矢羽図



B 地方气象台

図 3-3-2(2) 観測期間中の矢羽図

表 3-3-3 A清掃工場ダイオキシン降下量測定期間中の降水量

(単位:0.1 mm)

日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	MIN	MAX	平均	計	
08/12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
08/13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	170	30	0	0	0	0	0	0	0	0	170	8.3	200
08/14	0	0	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	130	300	230	0	300	29	695	
08/15	15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	140	6.9	165
08/16	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/17	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/19	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/21	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	0	0	0	0	0	0	0	10	0.4	10
08/22	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/23	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/24	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/25	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
08/27	0	10	10	20	65	5	5	5	15	10	25	5	45	100	10	55	15	65	100	60	115	0	5	0	0	115	31	745	
08/28	0	0	0	15	55	5	110	125	40	50	5	0	25	135	5	20	75	0	0	0	0	5	0	170	0	170	35	840	
08/29	5	0	0	45	0	0	10	0	0	0	0	5	65	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	65	5.6	135
08/30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	355	0	0	0	0	0	0	355	15	360
08/31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	105	0	0	0	55	5	0	0	0	0	0	0	105	6.9	165	
09/01	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09/02	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09/03	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09/04	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09/05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09/06	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09/07	0	20	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	0.8	20
09/08	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09/09	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	5	10	5	10	65	10	0	35	40	95	35	10	0	0	95	14.6	350	
09/10	20	50	30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	50	4.2	100	
09/11	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
09/12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

2. 大気拡散モデルによる試算

1) モデルの概要

(1) 発生源モデル

発生源は点源として扱った。煙源の計算諸元は表 3-3-4に示すとおりである。

表 3-3-4 モデル計算諸元

項目		1号	2号
排出ガス量（湿り）	m ³ N/h	60300	64800
排出ガス量（乾き）	m ³ N/h	54800	57300
排出ガス温度	℃	239.0	
煙突高さ	m	52.0	
ダイオキシン濃度	ng/m ³ N	394（ガス体 330、粒子体 64）	

なお、ダイオキシン類の排出強度は平成8年8月20日に行われたEP出口測定の結果を用いて以下のように設定した。

$$\begin{aligned}
 \text{排出強度} &= (\text{乾き排出ガス量}) \times (\text{ダイオキシン濃度}) \\
 &= (54800 + 57300) \times 394 \\
 &= 4.417 \times 10^7 \text{ ng/h} \\
 &= 44.17 \text{ mg/h}
 \end{aligned}$$

また、排出ダイオキシンの粒子体についての粒径分布は、平成8年8月20日に行われた、EP出口測定結果を基に表 3-3-5のように設定した。

表 3-3-5 粒径分布の設定

捕集板 No.	50%分離径 (μm)	想定径 (μm)	相対捕集率 (%)	捕集量
1	12.3	12.3	4.6	1.7
2	7.9	7.9	4.3	1.6
3	5.3	5.3	14.3	5.3
4	3.5	3.5	7.3	2.7
5	2.3	2.3	15.7	5.8
6	1.2	1.2	22.7	8.4
7	0.7	0.7	12.2	4.5
8	0.46	0.46	7.0	2.6
—	0	0.23	11.9	4.4

(2) 気象モデル

気象は、前述の工場地点の風向風速及びB地方気象台の降水量データを用いた。大気安定度の算定は、B地方気象台の日射量及び雲量のデータと工場地点の風速より「窒素酸化物総量規制マニュアル」記載の方法に基づき作成した。表 3-3-6に使用した大気安定度分類表、表 3-3-7に調査期間中の大気安定度を示す。

表 3-3-6 パスکیل大気安定度分類表(環境庁マニュアル)

地上 10 m における 風速 (u) (m/s)	昼間：日射量(T) kW・m ⁻²				夜間：雲量 or 放射収支量(Q) kW・m ⁻²		
	T ≥0.60	0.60> T ≥0.30	0.30> T ≥0.15	0.15> T	本曇 (8~10) Q ≥ -0.020	上層雲(5~10) 中・下層雲(5~7) -0.020> Q ≥ -0.040	雲量 (0~4) -0.040> Q
u < 2	A	AB	B	D	D	G	G
2 ≤ u < 3	AB	B	C	D	D	E	F
3 ≤ u < 4	B	BC	C	D	D	D	E
4 ≤ u < 6	C	CD	D	D	D	D	D
6 ≤ u	C	D	D	D	D	D	D

表 3-3-7 A清掃工場ダイオキシン降下量測定期間中の大気安定度

日	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
08/12	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	DD	DD	DD	DD	G	G	E	ND	ND
08/13	G	E	G	G	G	DD	DD	C	AB	B	C	AB	C	DD	DD	DD	DD	DD	DD	ND	ND	ND	ND	G
08/14	ND	ND	ND	ND	DD	DD	B	AB	A	AB	AB	AB	AB	B	DD	DD	DD	DD	DD	ND	ND	ND	ND	---
08/15	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
08/16	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
08/17	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
08/18	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
08/19	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	AB	A	AB	B	B	B	DD	F	G	G	F	G	G
08/20	G	G	G	G	G	DD	DD	AB	AB	A	AB	A	B	AB	AB	AB	B	DD	G	G	G	G	G	G
08/21	G	G	G	G	G	DD	B	B	AB	AB	A	AB	AB	B	B	B	DD	DD	G	ND	G	G	G	G
08/22	G	G	ND	ND	G	DD	DD	DD	AB	A	AB	AB	AB	A	A	B	B	DD	DD	ND	G	G	G	G
08/23	G	G	G	G	G	DD	B	B	B	AB	B	AB	AB	A	B	AB	DD	DD	DD	ND	G	ND	G	G
08/24	G	ND	G	ND	DD	DD	DD	DD	B	AB	AB	AB	AB	BC	AB	AB	DD	DD	G	G	G	G	G	G
08/25	G	G	G	G	G	DD	DD	AB	AB	A	AB	A	A	AB	AB	DD	B	DD	F	G	G	G	ND	G
08/26	G	G	G	G	G	DD	DD	AB	B	B	B	B	AB	AB	C	DD	DD	DD	DD	ND	ND	ND	ND	ND
08/27	ND	ND	ND	ND	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	ND	ND	ND	ND	ND
08/28	ND	ND	ND	ND	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	ND	ND	ND	ND	ND
08/29	ND	ND	ND	ND	DD	DD	DD	DD	DD	B	AB	DD	DD	B	AB	B	DD	DD	DD	G	ND	G	G	ND
08/30	G	G	G	G	G	DD	B	AB	AB	A	A	A	A	AB	B	B	B	DD	DD	ND	ND	ND	ND	ND
08/31	ND	ND	ND	ND	DD	DD	DD	AB	AB	AB	AB	B	C	B	B	DD	B	DD	DD	ND	ND	ND	ND	ND
09/01	ND	ND	ND	ND	DD	DD	DD	B	B	B	AB	A	B	AB	AB	DD	DD	DD	DD	ND	G	G	G	G
09/02	ND	ND	ND	ND	G	DD	DD	AB	DD	AB	A	A	AB	B	C	B	B	DD	G	G	G	G	G	G
09/03	G	G	G	G	G	DD	DD	AB	AB	AB	AB	AB	AB	B	AB	AB	B	DD	F	E	G	G	G	G
09/04	G	G	G	G	G	DD	DD	AB	AB	AB	A	AB	B	C	DD	B	DD	DD	G	G	G	G	G	G
09/05	G	ND	ND	G	G	DD	B	AB	AB	A	A	A	A	AB	B	AB	DD	DD	E	G	G	G	G	G
09/06	G	G	G	G	G	DD	B	B	B	AB	A	AB	A	AB	B	B	DD	DD	G	G	G	G	G	ND
09/07	ND	ND	ND	ND	DD	DD	DD	DD	DD	B	AB	B	AB	AB	AB	AB	B	DD	G	G	G	G	G	G
09/08	G	G	G	G	G	DD	DD	B	AB	A	A	AB	AB	B	B	DD	DD	DD	G	ND	G	G	ND	ND
09/09	ND	ND	ND	ND	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	DD	B	B	DD	DD	DD	DD	ND	ND	ND	ND	ND
09/10	ND	ND	ND	ND	DD	DD	DD	AB	B	AB	AB	AB	AB	AB	B	AB	DD	DD	G	G	G	G	G	G
09/11	G	G	G	G	G	DD	DD	AB	A	AB	A	AB	AB	AB	B	DD	DD	DD	G	G	G	G	G	G
09/12	G	G	G	G	G	DD	DD	B	C	AB	AB	A	AB	AB	AB	---	---	---	---	---	---	---	---	---

(3) 有効煙突高さ

a. 排煙上昇高さ

煙突からの排ガスの有効煙突高さ H_e は、 $H_e = H_o + \Delta H$ で算出する。ここで、 ΔH は排煙上昇高さである。排煙上昇高さは、風速の区分により、表 3-3-8 ように算出した。

表 3-3-8 風速区分による排煙上昇高さの算出法

風速区分	上昇高さの算出法
有風時 (1.0m/s 以上)	CONCAWE 式によって算出。
弱風時 (0.5~0.9m/s)	無風時 Briggs 式による ΔH と風速 1.0m/s における CONCAWE 式の ΔH を用いて、当該風速で内挿。
無風時 (0.4m/s 以下)	無風時 Briggs 式による ΔH と風速 1.0m/s における CONCAWE 式の ΔH を用いて、風速 0.4m/s で内挿。

CONCAWE 式 $\Delta H = 0.175 Q_H^{1/2} \cdot u^{-3/4}$ (1)

無風時 Briggs 式 $\Delta H = 1.4 Q_H^{1/4} \cdot (d\theta/dz)^{-3/8}$ (2)

H_e : 有効煙突高さ (m) Q_H : 排出熱量 (cal/s)
 H_o : 煙突の実高さ (m) $Q_H = \rho \cdot C_p \cdot Q \cdot \Delta T$
 ΔH : 排煙の上昇高さ (m) ρ : 0°Cにおける排ガス密度 ($1.293 \times 10^3 \text{g/m}^3$)
 u : 風速 (m/s) C_p : 定圧比熱 (0.24cal/K/g)
 $d\theta/dz$: 温位勾配 (°C/m) Q : 単位時間当たりの排ガス量 ($\text{m}^3\text{N/s}$)
 昼間 : 0.003、夜間 : 0.010 ΔT : 排出ガス温度 (T_G) と気温 (15°C) の温度差

b. 沈降効果による有効煙突高さの低下

連続的に排出された粒子の煙流主軸は重力沈降によって風下に向かって下降する。この効果を組み入れるため、拡散計算式の H_e を下式のように置き換えた。

$$H_e \longrightarrow H_e - V_s \frac{x}{u} \quad (3)$$

x : 風速 (m/s)
 u :

$$V_s = 2r^2 \rho_p g / 9\mu\rho_a$$

V_s	: 粒子の沈降速度 (m/s)	ρ_a	: 空気の比重 (kg/m ³ —通常は, 1.25)
r	: 粒子半径 (m)	μ	: 空気の動粘性係数 (1.5×10 ⁻⁵ m ² /s)
ρ_p	: 粒子の比重 (kg/m ³ —通常は, 1000)	g	: 重力加速度 (9.8 m/s ²)

(4) 大気中濃度・地表面沈着量計算式

a. 無降水時

慣性沈着及び重力沈着を考慮する。拡散式は風速区分に応じて以下のように使い分けた。

①無風時 (風速 0.4m/s 以下) : 簡易パフ式*)

$$C(R) = \frac{Q_0}{(2\pi)^{3/2} \alpha^2 \gamma} \cdot \left(\frac{1}{R^2 + \alpha^2 (z - H_e)^2 / \gamma^2} + \frac{1}{R^2 + \alpha^2 (z + H_e)^2 / \gamma^2} \right) \quad (4)$$

②弱風時 (風速 0.5~0.9m/s) : 弱風パフ式*)

$$C(x, y, z) = \frac{Q_0}{(2\pi)^{3/2} \gamma} \cdot \exp\left(-\frac{u^2}{2\alpha^2}\right) \cdot \frac{1}{\eta_-^2} \left[\left\{ 1 + \frac{\sqrt{\pi} ux}{\sqrt{2\alpha} \eta_-} \cdot \exp\left(\frac{u^2 x^2}{2\alpha^2 \eta_-^2}\right) \cdot \operatorname{erfc}\left(-\frac{ux}{\sqrt{2\alpha} \eta_-}\right) \right\} + \frac{1}{\eta_+^2} \left\{ 1 + \frac{\sqrt{\pi} ux}{\sqrt{2\alpha} \eta_+} \cdot \exp\left(\frac{u^2 x^2}{2\alpha^2 \eta_+^2}\right) \cdot \operatorname{erfc}\left(-\frac{ux}{\sqrt{2\alpha} \eta_+}\right) \right\} \right] \quad (5)$$

$$\eta_-^2 = x^2 + y^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (He - z)^2$$

$$\eta_+^2 = x^2 + y^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (He + z)^2$$

③有風時 (風速 1.0m/s 以上) : フルーム式

$$C(x, y, z) = \frac{Q'}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \cdot \exp\left(-\frac{x^2 + y^2}{2\sigma_z^2}\right) \cdot \left\{ \exp\left(-\frac{(z - He)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + He)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right\} \quad (6)$$

$$Q'(x) = Q_0 \cdot \exp\left\{ -\sqrt{\frac{2}{\pi}} \frac{v_d}{u} \int_0^x \frac{1}{\sigma_z} \exp\left(-\frac{He^2}{2\sigma_z^2}\right) dx \right\}$$

*) 無風時および弱風時は乾性沈着による排煙からの減少は考慮しない。

$C(x,y)$: 地点(x,y)における地上濃度 (ppm)	x : 風向に沿った風下距離 (m)
$C(R)$: 煙源から R の地点における地上濃度 (ppm)	y : 風向に直角な風下距離 (m)
σ_y : プルーム式における水平方向の拡散パラメータ (m)	Q_0 : 汚染物質の排出量 (m ³ N/s)
σ_z : プルーム式における鉛直方向の拡散パラメータ (m)	u : 風速 (m/s)
α : パフ式における水平方向の拡散パラメータ (m/s)	H_e : 有効煙突高さ (m)
γ : パフ式における鉛直方向の拡散パラメータ (m/s)	R : 煙源からの距離 (m)

①、②、③とも時間あたりの地表面沈着量は次の式で与えられる。

$$D = v_d \cdot C \times 3600 \quad (7)$$

$$v_d = v_s + 0.006u$$

v_d : 沈着速度 (m/s)
 v_s : 粒子沈降速度 (m/s)
 u : 地上風速 (m/s)

b. 降水時

乾性沈着、降水沈着及び重力沈降を考慮する。

①無風時 (風速 0.4m/s 以下) : 簡易パフ式**)

$$C(R, z) = \frac{Q_0}{(2\pi)^{3/2} \gamma} \cdot \exp(-\Lambda t) \cdot \left\{ \frac{1}{R^2 + \alpha^2(z - H_e)^2 / \gamma^2} + \frac{1}{R^2 + \alpha^2(z + H_e)^2 / \gamma^2} \right\} \quad (8)$$

降水沈着流束 :

$$w_r(R) = \frac{\Lambda Q_0}{2\sqrt{2\pi} \alpha R} \exp(-\Lambda t) \quad (9)$$

時間あたりの地表面沈着量 :

$$D = \int_0^t w_r(R) dt$$

$$= \frac{Q_0}{2\sqrt{2\pi} \alpha R} \{1 - \exp(-\Lambda t)\} + v_d \cdot C(R, 0) \times 3600 \quad (10)$$

$$= \frac{Q_0}{2\sqrt{2\pi} \alpha R} \{1 - \exp(-3600\Lambda)\} + v_d \cdot C(R, 0) \times 3600$$

Λ : 洗浄係数 v_d : 沈着速度 (m/s)

** 無風時および弱風時は乾性沈着による排煙からの減少は考慮しない。

②、③について、時間あたりの地表面沈着量は次の式で与えられる。

$$D = w_r \times 3600 + v_d \cdot C(x, y, 0) \times 3600 \quad (15)$$

(5) 拡散パラメータ (P-G 図&無風・弱風時パラメータ)

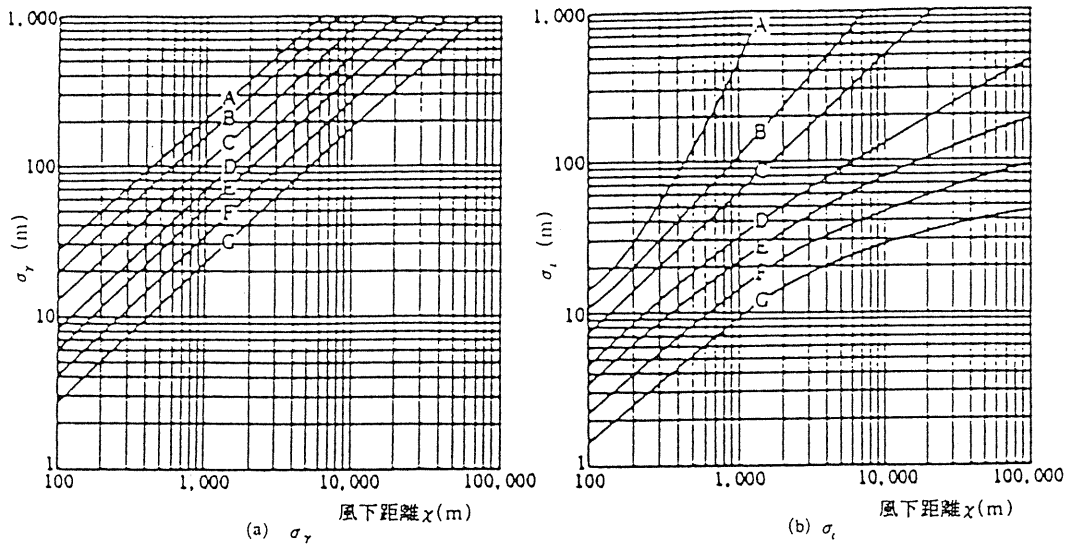
対象施設の煙突が、実高さが 50 m 以上で排ガス熱量も約 3×10^6 cal/s と、比較的大規模な煙源で、有効煙突高さもかなり高くなることから、平均的拡散場としては上層拡散場に属する煙源と考えられる。そこで、拡散パラメータを導く大気安定度として、地上気象から算定された安定度よりも一定程度中立にシフトした表 3-3-9 に示すような安定度を基本的に想定した。

拡散パラメータとしては、次頁に示す Pasquill-Gifford 図及び「無風・弱風時に係わる拡散パラメータ」(窒素酸化物総量規制マニュアル記載)を使用した。

表 3-3-9 拡散パラメータの設定

地上安定度	A	AB	B	BC	C	CD	D	E	F	G
上層安定度	B	BC	C	CD	D	D	D	D	E	E

Pasquill-Gifford 図



風下距離の関数としての Pasquill-Gifford の σ_y 及び σ_z

無風・弱風時に係わる拡散パラメータ 表

(1) 無風時 ($\leq 0.4\text{m/s}$) の α , γ

安定度		α	γ
Pasquill の分類	Shir の分類		
A	-3	0.948	1.569
A~B	-3~-2	0.859	0.862
B	-2	0.781	0.474
B~C	-2~-1	0.702	0.314
C	-1	0.635	0.208
C~D	-1~0	0.542	0.153
D	0	0.470	0.113
E	1	0.439	0.067
F	2	0.439	0.048
G	3	0.439	0.029

(2) 弱風時 (0.5~0.9m/s) の α , γ

安定度		α	γ
Pasquill の分類	Shir の分類		
A	-3	0.748	1.569
A~B	-3~-2	0.659	0.862
B	-2	0.581	0.474
B~C	-2~-1	0.502	0.314
C	-1	0.435	0.208
C~D	-1~0	0.342	0.153
D	0	0.270	0.113
E	1	0.239	0.067
F	2	0.239	0.048
G	3	0.239	0.029

2) 試算結果

(1) 風下軸上濃度プロフィール

対象施設の煙源諸元で計算した、プルーム式による1時間地上大気濃度プロフィールを図 3-3-3に、地表面沈着量プロフィールを図 3-3-4に示す。

乾性沈着の考慮あるなし（考慮ありは全量が粒径 20 μm の粒子状と仮定）は、風速 1m、拡散パラメータ C での計算である。最大着地濃度付近では、粒子の重力沈着の影響が勝って濃度がやや高くなり、遠方では沈着の影響が勝って濃度がやや低くなっている。風速が変化しても、最大着地濃度は概ね 10 pg/m^3 程度と同じであり、最大着地濃度距離が 1km~5km程度と変化する。拡散パラメータによる変化は大きく、不安定な拡散パラメータほど近傍に高い濃度が出現する。

沈着量については、粒径は実測データの平均的値である 3 μm として計算した。降水による湿性沈着が主で洗浄係数入により値は大きく変化し、拡散パラメータによる違いは少ない。

(2) 日平均値および月間降下量の試算

表 3-3-10のようなケースを想定して大気中ダイオキシン類濃度の日平均値およびダイオキシン類降下量の試算を行った。ケース 1~4 は、A清掃工場での風速データを用いたものである。大気中濃度の試算結果を表 3-3-11に、降下量の試算結果を表 3-3-12に示す。

表 3-3-10 試算時の想定ケース一覧

ケース	概要
1	標準ケース（ガス体:粒子体=83.8:16.2）。
2	ケース 1 で全量をガス体として扱ったケース。
3	拡散パラメータを地上大気安定度そのままに対応させたケース。
4	ダイオキシン排出量中のガス状:粒子状の構成比率を 50:50 と仮定したケース。ケース 1 と比較して増加した粒子状物質の粒径は 20 μm と仮定した。
5	B地方気象台の気象を使用。（他の条件はケース 1 と同じ）

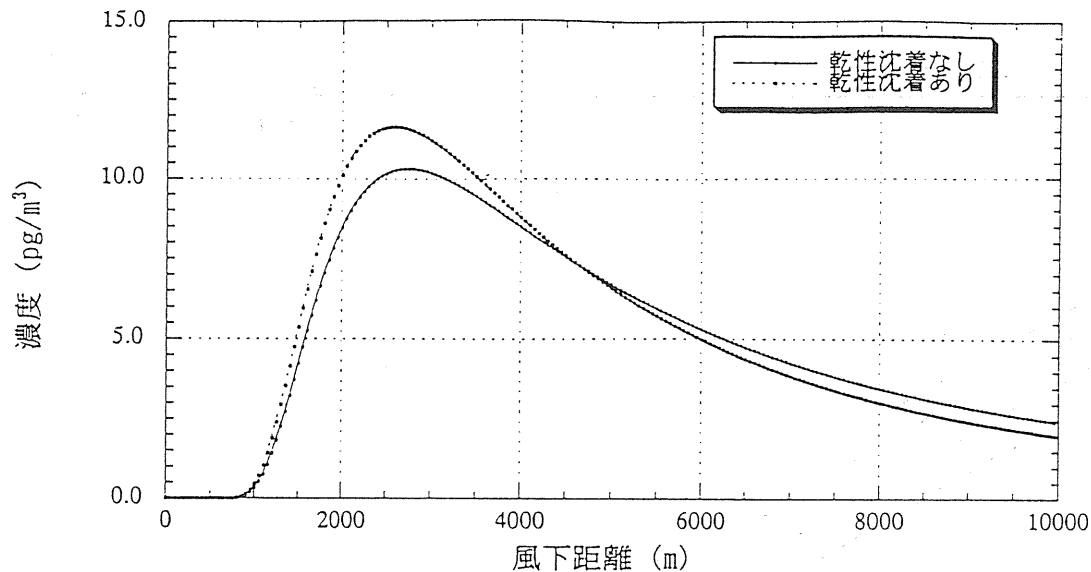
日平均値の試算結果についてみると、想定した粒子の比率及び粒径分布の範囲では、粒子状物質としての拡散特性はそれほど顕著には現れず、全量ガス状として扱った場合

との予測値との差は小さい。それよりも、予測値が実測値よりも1～2オーダー違っている点に留意すべきである。また実測値は4.5km地点でもっとも高いのに対し、予測値は1～2km地点がやや高く、4.5km地点や10km地点はかなり低い。この原因としては、拡散モデルの問題（極めて無風、弱風が多いことから、こうした場合のモデル：有効煙突高さ、拡散式、拡散パラメータ等の妥当性）も考慮しなければならないが、より検討が必要と考えられるのは、ダイオキシン類発生量把握の確度の問題である。例えば20日と21日の実測値にはかなり違い（21日の濃度が20日の倍程度）があるが、両日のA清掃工場における気象状態には大きな違いがない。しかしB地方気象台の風向・風速には両日で顕著な違いがある。つまり対象施設からの排出量の確度の問題だけでなく、対象施設以外の発生源の存在を考慮すべき問題ではないかという点である。

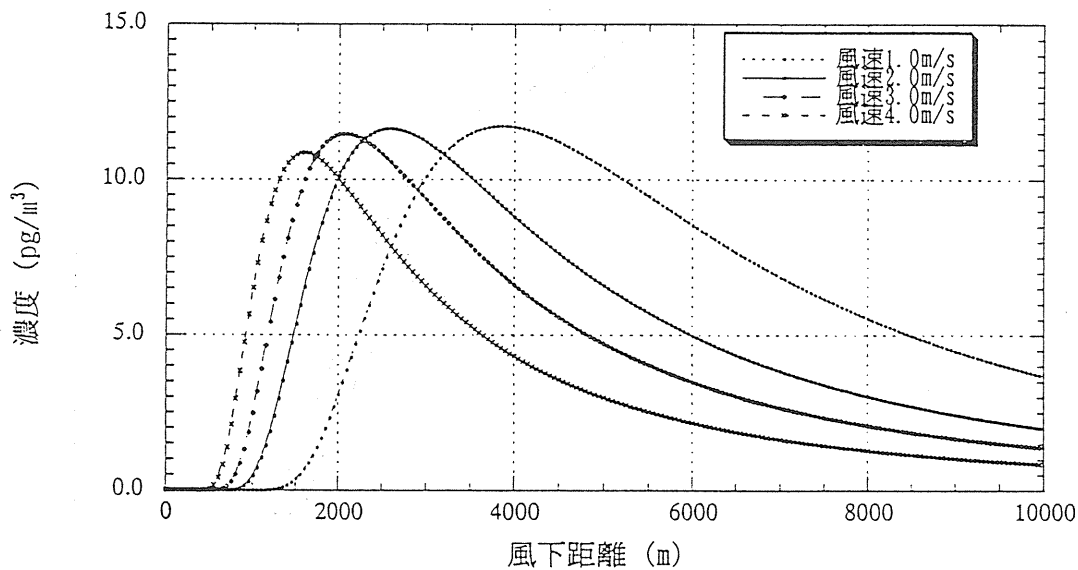
一方降下量の試算結果についてみると、煙源のごく近傍においては実測値とほぼ同程度の値になっているが、1km以遠においては1オーダー小さい値になっている。全量ガス体としたケース（ケース2）や半量を粒子体としたケース（ケース4）で分かるように、粒子体の割合が試算値に顕著に反映される。

なおいずれの場合もB地方気象台の気象データを用いたケース（ケース5）の試算結果は標準ケースに比べ思わしくなかった。この気象データは対象施設を代表する気象としては相応しくないものと思われる。

乾性沈着の考慮



風速による変化



拡散パラメータによる変化

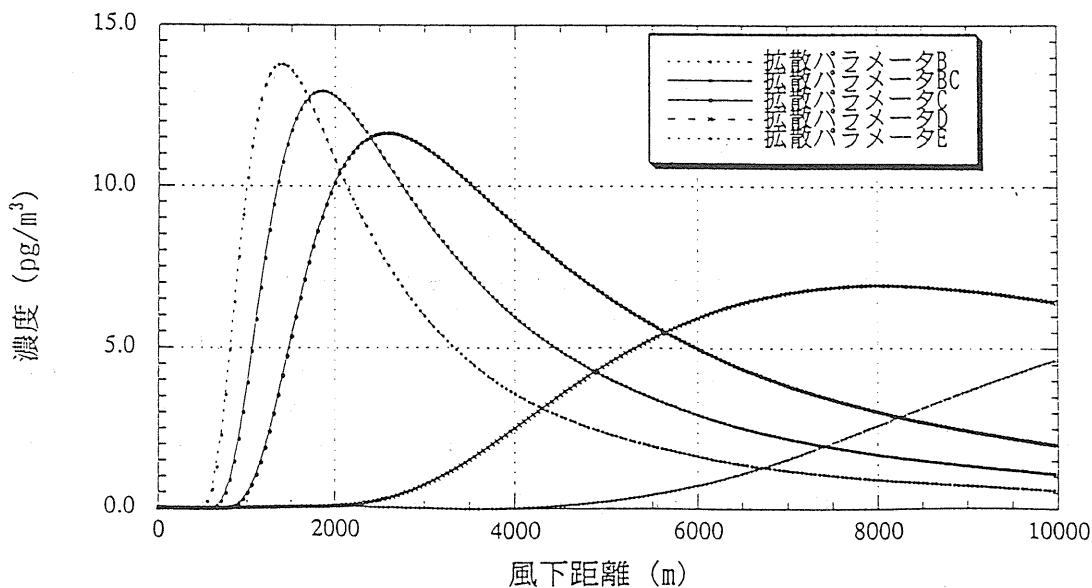


図 3-3-3 プルーム式による1時間濃度プロフィール