

イ. 実測高濃度日

(7) 二酸化窒素

代表測定局において高濃度（日平均値）が観測された日の気象条件での予測結果は、表 8.1-77・78のとおりである。

各代表測定局では、実測濃度の日平均値の最大値が最も高かったのは、塩釜局の0.000202ppmであり、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は、中野局の0.044088ppmと予測された。

なお、いずれの地点も、バックグラウンド濃度の0.0～0.7%と低い値であり、環境基準を下回ると予測されたが、中野局においては既にバックグラウンド濃度が仙台市環境基本計画定量目標となる0.004ppmを超えており、将来環境濃度においても仙台市環境基本計画定量目標を上回ると予測された。

表 8.1-77 二酸化窒素の予測結果（日平均値：実測高濃度日）

図中 番号	測定局名	寄与濃度 (ppm) ①	バックグラウンド 濃度 (ppm) ②	将来環境濃度 (ppm) ①+②	寄与率 (%) ①/③
1	福室	0	0.028	0.028	—
3	鶴谷	0.000001	0.023	0.023001	0.0
4	中野	0.000088	0.044	0.044088	0.2
5	七郷	0.000027	0.034	0.034027	0.1
6	塩釜	0.000202	0.028	0.028202	0.7
7	利府	0.000014	0.027	0.027014	0.1
8	苦竹	0	0.034	0.034	—
9	塩釜自排	0	0.040	0.040	—
10	蒲生干潟近傍	0.000000	0.040	0.040000	0.0
11	多賀城市役所	0	0.040	0.040	—
12	松ヶ浜地区避難所	0.000000	0.040	0.040000	0.0

注：1. 図中番号の数字は、図8.1-16に対応する。

2. 実測高濃度日は、2016年8月24日～2017年8月23日の1日平均値の最大値が出現した日である。

2016年12月19日 福室、中野、七郷、苦竹、塩釜自排、蒲生干潟近傍、多賀城市役所、松ヶ浜地区避難所

2016年12月21日 鶴谷、塩釜

2016年12月26日 利府

3. 寄与濃度欄の「0.000000」は、四捨五入して0.000001に満たないことを示す。

表 8.1-78 二酸化窒素の予測結果（日平均値の実測高濃度日：基準等との対比）

図中 番号	測定局名	寄与濃度 (ppm) ①	バックグラ ウンド濃度 (ppm) ②	将来 環境濃度 (ppm) ③=①+②	年間98%値 の換算値 (ppm)	環境基準	仙台市 環境基本計画 定量目標
1	福室	0	0.028	0.028	0.02255	1日平均値の年 間98%値が0.04 ppmから0.06ppm までのゾーン内 又はそれ以下	1日平均値の年間 98%値が0.04ppm 以下
3	鶴谷	0.000001	0.023	0.023001	0.01896		
4	中野	0.000088	0.044	0.044088	0.03408		
5	七郷	0.000027	0.034	0.034027	0.02687		
6	塩釜	0.000202	0.028	0.028202	0.02269		
7	利府	0.000014	0.027	0.027014	0.02184		
8	苦竹	0	0.034	0.034	0.02685		
9	塩釜自排	0	0.040	0.040	0.03115		
10	蒲生干潟近傍	0.000000	0.040	0.040000	0.03115		
11	多賀城市役所	0	0.040	0.040	0.03115		
12	松ヶ浜地区避難所	0.000000	0.040	0.040000	0.03115		

注：1. 図中番号の数字は、図8.1-16に対応する。

2. 年間98%値の換算値は、将来環境濃度（日平均値の最高値）から調査地域内の一般局（6局）と自排局（2局）の2012年度～2016年度の測定値をもとに作成した以下の式により求めた。

$$y = 0.71704 \cdot x + 0.00247 \quad (y : 1日平均値の年間98\%値, x : 日平均値の最高値)$$

3. 環境基準は、「二酸化窒素に係る環境基準について」（昭和53年環境庁告示第38号）に基づく基準値を示す。

4. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

5. 寄与濃度欄の「0.000000」は、四捨五入して0.000001に満たないことを示す。

(イ) 二酸化硫黄

代表測定局において高濃度（日平均値）が観測された日の気象条件での予測結果は、表8.1-79・80のとおりである。

各代表測定局では、実測濃度の日平均値の最大値が最も高かったのは、多賀城市役所の0.000472ppmであり、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は、多賀城市役所の0.006472ppmと予測された。

いずれの地点も、バックグラウンド濃度の0.1～7.3%と低い値であり、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-79 二酸化硫黄の予測結果（日平均値：実測高濃度日）

図中 番号	測定局名	寄与濃度 (ppm) ①	バックグラ ウンド 濃度 (ppm) ②	将来環境濃度 (ppm) ①+②	寄与率 (%) ①/③
4	中野	0.000003	0.002	0.002003	0.1
8	苦竹	0	0.001	0.001	—
10	蒲生干潟近傍	0	0.006	0.006	—
11	多賀城市役所	0.000472	0.006	0.006472	7.3
12	松ヶ浜地区避難所	0	0.006	0.006	—

注：1. 図中番号の数字は、図8.1-17に対応する。

2. 実測高濃度日は、2016年8月24日～2017年8月23日の1日平均値の最大値が出現した日である。

2016年9月5日 蒲生干潟近傍、多賀城市役所、松ヶ浜地区避難所

2016年11月15日 中野

2017年7月9日 苦竹

表 8.1-80 二酸化硫黄の予測結果（日平均値の実測高濃度日：基準等との対比）

図中 番号	測定局名	寄与濃度 (ppm) ①	バックグラ ウンド濃度 (ppm) ②	将来 環境濃度 (ppm) ③=①+②	年間2% 除外値の 換算値 (ppm)	環境基準	仙台市環境 基本計画 定量目標
4	中野	0.000003	0.002	0.002003	0.00163	1日平均値の 年間2%除外 値が0.04ppm以 下	1日平均値の 年間2%除外 値が0.04ppm以 下
8	苦竹	0	0.001	0.001	0.00126		
10	蒲生干潟近傍	0	0.006	0.006	0.00313		
11	多賀城市役所	0.000472	0.006	0.006472	0.00331		
12	松ヶ浜地区避難所	0	0.006	0.006	0.00313		

注：1. 図中番号の数字は、図8.1-17に対応する。

2. 年間2%除外値の換算値は、将来環境濃度（日平均値の最高値）から調査地域内の一般局（1局）と自排局（1局）の2012年度～2016年度の測定値をもとに作成した以下の式により求めた。

$$y = 0.37500 \cdot x + 0.00088 \quad (y : 1日平均値の年間2\%除外値、x : 日平均値の最高値)$$

3. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。

4. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

(ウ) 浮遊粒子状物質

代表測定局において高濃度（日平均値）が観測された日の気象条件での予測結果は、表8.1-81・82のとおりである。

各代表測定局では、実測濃度の日平均値の最大値が最も高かったのは、多賀城市役所の多賀城市役所の0.000044mg/m³であり、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は、中野局の0.058032mg/m³と予測された。

いずれの地点も、バックグラウンド濃度の0.0～0.1%と低い値であり、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-81 浮遊粒子状物質の予測結果（日平均値：実測高濃度日）

図中 番号	測定局名	寄与濃度 (mg/m ³) ①	バックグラウンド 濃度 (mg/m ³) ②	将来環境濃度 (mg/m ³) ①+②	寄与率 (%) ①/③
1	福室	0.000004	0.039	0.039004	0.0
2	岩切	0.000010	0.042	0.042010	0.0
3	鶴谷	0.000006	0.041	0.041006	0.0
4	中野	0.000032	0.058	0.058032	0.1
5	七郷	0.000024	0.048	0.048024	0.0
6	塩釜	0	0.043	0.043	0
7	利府	0.000015	0.041	0.041015	0.0
8	苦竹	0.000001	0.050	0.050001	0.0
9	塩釜自排	0.000008	0.048	0.048008	0.0
10	蒲生干潟近傍	0.000009	0.040	0.040009	0.0
11	多賀城市役所	0.000044	0.040	0.040044	0.1
12	松ヶ浜地区避難所	0.000029	0.040	0.040029	0.1

注：1. 図中番号の数字は、図8.1-18に対応する。

2. 実測高濃度日は、2016年8月24日～2017年8月23日の1日平均値の最大値が出現した日である。

2016年9月28日 塩釜自排

2017年5月7日 蒲生干潟近傍、多賀城市役所、松ヶ浜地区避難所

2017年5月31日 福室、苦竹

2017年7月10日 岩切、鶴屋、塩釜、利府

2017年8月8日 中野、七郷

表 8.1-82 浮遊粒子状物質の予測結果（日平均値の実測高濃度日：基準等との対比）

図中 番号	測定局名	寄与濃度 (mg/m ³)	バックグラ ウンド濃度 (mg/m ³)	将来 環境濃度 (mg/m ³)	年間2% 除外値の 換算値 (mg/m ³)	環境基準	仙台市 環境基本計画 定量目標
1	福室	0.000004	0.039	0.039004	0.033709	1日平均値の 年間2%除外 値が0.10mg/m ³ 以下	1日平均値の 年間2%除外 値が0.10mg/m ³ 以下
2	岩切	0.000010	0.042	0.042010	0.035176		
3	鶴谷	0.000006	0.041	0.041006	0.034686		
4	中野	0.000032	0.058	0.058032	0.042997		
5	七郷	0.000024	0.048	0.048024	0.038111		
6	塩釜	0	0.043	0.043	0.035659		
7	利府	0.000015	0.041	0.041015	0.034690		
8	苦竹	0.000001	0.050	0.050001	0.039076		
9	塩釜自排	0.000008	0.048	0.048008	0.038104		
10	蒲生干潟近傍	0.000009	0.040	0.040009	0.034199		
11	多賀城市役所	0.000044	0.040	0.040044	0.034216		
12	松ヶ浜地区避難所	0.000029	0.040	0.040029	0.034209		

注：1. 図中番号の数字は、図8.1-18に対応する。

2. 年間2%除外値の換算値は、将来環境濃度（日平均値の最高値）から調査地域内の一般局（7局）と自排局（2局）の2012年度～2016年度の測定値をもとに作成した以下の式により求めた。

$$y = 0.48812 \cdot x + 0.01467 \quad (y : 1日平均値の年間2\%除外値、x : 日平均値の最高値)$$

3. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。

4. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

(2-3) 特殊気象条件下の予測

気象条件により排煙の着地濃度が相対的に高くなるとされる「逆転層出現時」、「煙突ダウンウォッシュ発生時」、「建物ダウンウォッシュ発生時」及び「内部境界層発達によるフミゲーション発生時」について、煙突風下軸上における1時間値の着地濃度を予測した。

(2-3-1) 逆転層出現時

① 予測内容

煙突上部に逆転層がある場合は、排煙が逆転層を突き抜けずに、逆転層より上方への拡散が妨げられ、蓋（リッド）があるような状態となり高濃度となることがある。この上層逆転層出現時における1時間値を予測した。

上層逆転層出現時の概念図は、図8.1-20に示すとおりである。

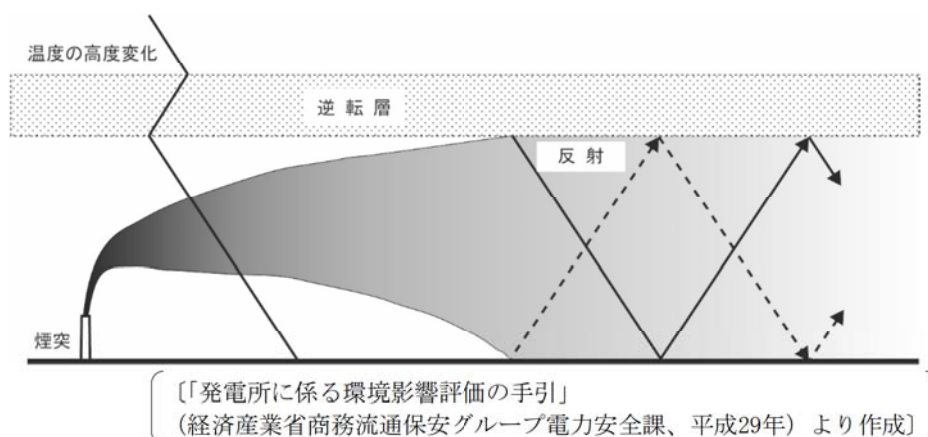


図 8.1-20 上層逆転層出現時の概念図

② 予測地域等

予測地域は、施設の稼働に伴う大気汚染物質の最大着地濃度地点の2倍程度を包含する範囲として、調査範囲と同じく計画地を中心とした半径約10kmの範囲とした。

予測地点は、風下軸上における1時間値着地濃度が最大となる地点とした。

③ 予測対象時期

予測対象時期は、施設の稼働の状態が定常となり、大気汚染物質の排出量が最大となる2024年とした。

④ 予測方法

ア. 予測フロー

逆転層出現時に発生する、施設の稼働に伴う煙突からの二酸化窒素、二酸化硫黄及び浮遊粒子状物質の寄与濃度を、最大連続負荷時において、「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」（公害研究対策センター、平成12年）等に示す方法により計算し、感度解析により将来環境濃度の1時間値を予測した。

逆転層出現時の予測フローは、図8.1-21のとおりである。

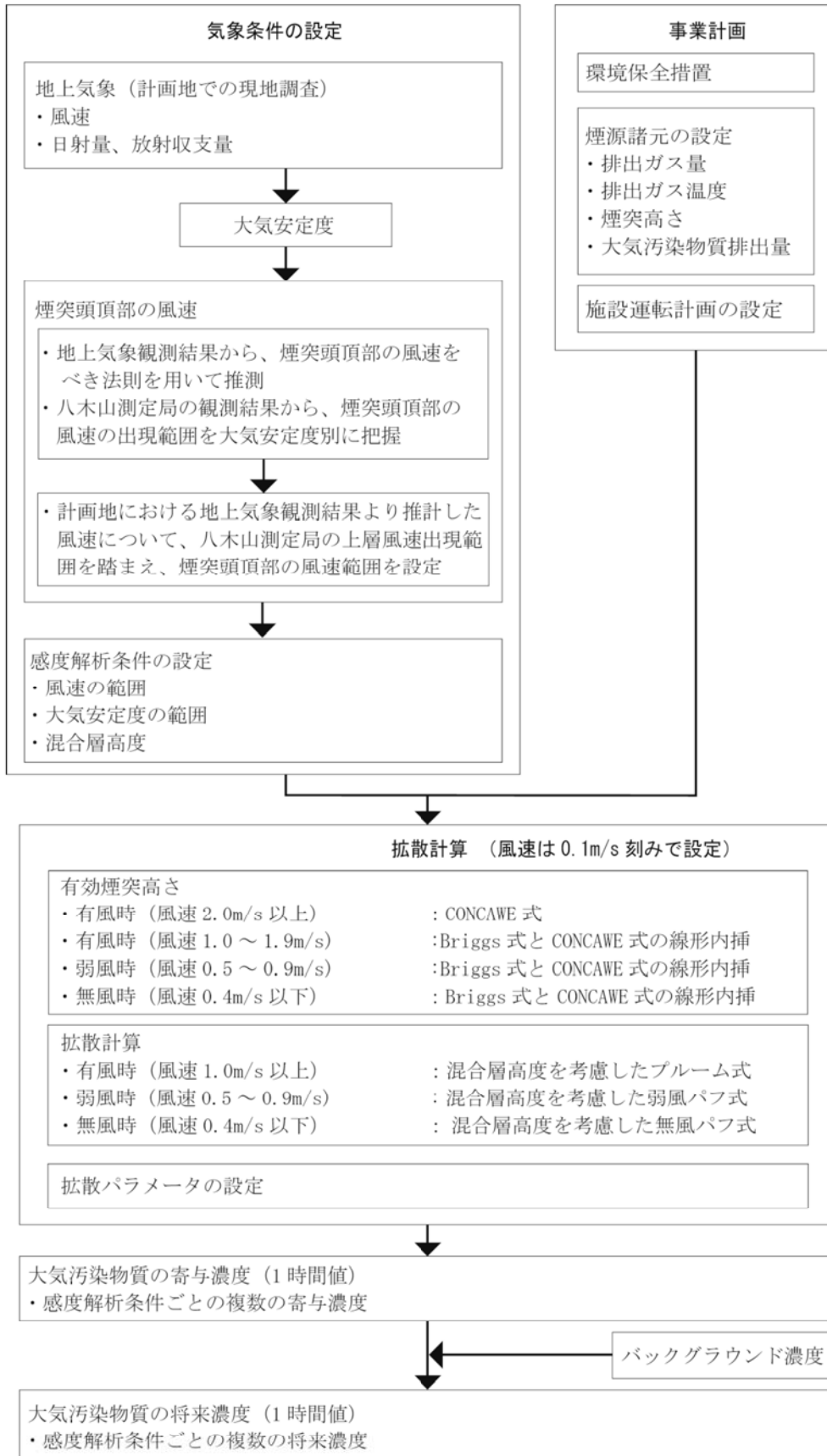


図 8.1-21 逆転層出現時の予測フロー

イ. 予測式

(7) 有効煙突高さ

無風時（風速0.4m/s以下）、弱風時（風速0.5～0.9m/s）及び有風時（風速1.0～1.9m/s）の排煙上昇の高さは、「①年平均値の予測」と同様に、Briggs式（風速0m/s）とCONCAWE式（風速2.0m/s）で求めた上昇高さを、無風時には風速0.4m/sで、弱風時及び有風時には0.1m/s間隔の代表風速で線形内挿して求めた。

有風時（風速2.0m/s以上）の排煙上昇高さは、「①年平均値の予測」と同様のCONCAWE式で求めた。

(4) 拡散計算式

逆転層形成時の拡散式は、混合層高度を考慮した以下に示すブルーム式及びパフ式とした。

a. 有風時（風速1.0m/s以上）

$$C(x) = \frac{Q_p}{2\pi\sigma_y\sigma_z u} \cdot \sum_{n=-J}^J \left[\exp\left(-\frac{(2n \cdot L_b + H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(2n \cdot L_b - H_e)^2}{2\sigma_z^2}\right) \right] \cdot 10^6$$

b. 弱風時（風速0.5～0.9m/s）

$$C(x) = \frac{2Q_p}{(2\pi)^{3/2} \gamma} \cdot \exp\left(-\frac{u^2}{2\alpha^2}\right) \cdot \sum_{n=-J}^J \left[\frac{1}{\eta_n^2} \cdot \left\{ 1 + \frac{\sqrt{\frac{\pi}{2}} \cdot u \cdot x}{\alpha \eta_n} \cdot \exp\left(\frac{u^2 \cdot x^2}{2\alpha^2 \cdot \eta_n^2}\right) \cdot \operatorname{erfc}\left(-\frac{u \cdot x}{\sqrt{2} \cdot \alpha \cdot \eta_n}\right) \right\} \right] \cdot 10^6$$

$$\eta_n^2 = x^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} \cdot (H_e + 2n \cdot L_b)^2$$

$$\operatorname{erfc}(w) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_w^\infty \exp(-t^2) dt$$

c. 無風時（風速0.4m/s以下）

$$C(x) = \frac{Q_p}{(2\pi)^{3/2} \gamma} \cdot \sum_{n=-J}^J \left[\frac{1}{x^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (2n \cdot L_b + H_e)^2} + \frac{1}{x^2 + \frac{\alpha^2}{\gamma^2} (2n \cdot L_b - H_e)^2} \right] \cdot 10^6$$

[記号]

- $C(x)$: 煙源から x の地点における着地濃度 (ppmまたは mg/m^3)
 x : 煙源から風向に沿った風下距離 (m)
 Q_p : 汚染物質の排出量 (m^3N/s または kg/s)
 u : 煙突頭頂部の風速 (m/s)
 H_e : 有効煙突高さ (m)
 σ_y : 有風時の水平方向の拡散パラメータ (m)
 σ_z : 有風時の鉛直方向の拡散パラメータ (m)
 L_b : 混合層高度 (m)
 α : 弱風時、無風時の水平方向の拡散パラメータ (m/s)
 γ : 弱風時、無風時の鉛直方向の拡散パラメータ (m/s)
 J : 混合層内での反射回数 (3回)

(ウ) 拡散パラメータ

有風時の鉛直方向及び水平方向の拡散パラメータは表8.1-51・52に示すパスキル・ギフォード線図の近似関数を、無風時の水平方向及び鉛直方向の拡散パラメータは表8.1-53に示すパスキル安定度に対応した無風時の拡散パラメータを、それぞれ使用した。

また、有風時の水平方向の拡散パラメータ σ_y は、以下のとおり、評価時間に応じた修正をして用いた。

$$\sigma_y = \sigma_{yp} \cdot \left(\frac{t}{t_p} \right)^{0.2}$$

[記号]

- σ_y : 補正した水平方向の拡散パラメータ (m)
 σ_{yp} : パスキル・ギフォード線図による水平方向の拡散パラメータ (m)
 t : 評価時間 (60分)
 t_p : パスキル・ギフォード線図の評価時間 (3分)

⑤ 予測条件

ア. 煙源の諸元

計算に用いた煙源の諸元は、表8.1-83のとおりである。

表 8.1-83 煙源の諸元

項目		単位	設定値
排出ガス量	湿り	$10^3 m^3N/h$	502
	乾き	$10^3 m^3N/h$	372
煙突高さ	地上高	m	80
煙突出口ガス	温度	℃	66
	速度	m/s	17
窒素酸化物	排出量	ni^3N/h	16.3
硫黄酸化物	排出量	m^3N/h	7.8
ばいじん	排出量	kg/h	4.1

注：施設の稼働に伴う煙源の諸元は、最大連続負荷時の値を示す。

イ. 気象条件等

風速条件は、計画地における地上風速（地上10m）から、べき法則により煙突頭頂部の風速（地上80m）を推計した上で、八木山測定局における上層風速出現範囲を勘案して、煙突頭頂部における風速出現範囲を大気安定度別に設定した。

地上風速に基づく煙突頭頂部の推定風速と、八木山測定局における上層風速について、調査期間（2016年8月24日～2017年8月23日）内の風速出現範囲を上層の大気安定度別に整理すると表8.1-84のようになり、安定度Dを除く全ての大気安定度階級において、八木山測定局における上層風速の方が出現範囲が広がっている。

これを踏まえ、感度解析に用いる煙突頭頂部の風速条件は、地上気象からの推定風速の出現範囲と八木山測定局での観測風速の出現範囲の両方を含む範囲を0.1m/s刻みで、上層の大気安定度別に表8.1-84のとおり設定した。また、上層の大気安定度は、計算対象となる風速のもとで出現し得る全ての階級を設定した。

表 8.1-84 煙突頭頂部の風速出現範囲の設定値

大気安定度 (上層)	煙突頭頂部推定風速 (m/s)		八木山測定局観測風速 (m/s)		風速出現範囲の設定値 (m/s)	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大
B	1.4	2.3	0.4以下	4.9	0.4以下	4.9
B-C	0.4以下	3.6	0.4以下	12.1	0.4以下	12.1
C	0.4以下	5.3	0.4以下	9.5	0.4以下	9.5
C-D	0.4以下	20.7	0.4以下	21.7	0.4以下	21.7
D	0.4以下	21.2	0.4以下	17.5	0.4以下	21.2
E	3.7	5.4	0.4以下	11.1	0.4以下	11.1
F	0.4以下	3.5	0.4以下	12.2	0.4以下	12.2

ウ. バックグラウンド濃度

気象条件を変化させる感度解析により予測を行っており、最大着地濃度発生日時が特定されないことから、バックグラウンド濃度は表8.1-85のとおりであり、代表測定局における2016年度の1時間値及び計画地における2016年8月24日～2017年8月23日の1時間値のうちの最大値を用いた。

表 8.1-85 バックグラウンド濃度

項目	単位	出現時間	バックグラウンド濃度
二酸化窒素	ppm	2016年12月19日9時（中野局）	0.083
二酸化硫黄	ppm	2017年2月3日21時（計画地）	0.035
浮遊粒子状物質	mg/m ³	2017年2月2日20時（塩釜自排局）	0.142

「公害関係資料集 平成28年度測定結果」（平成30年、仙台市）
「平成29年版 宮城県環境白書（資料編）」（平成30年、宮城県）
「大気汚染常時監視情報」（平成30年11月閲覧、宮城県保健環境センター大気環境部HP）より作成

⑥ 予測結果

ア. 二酸化窒素

逆転層出現時の感度解析の結果、二酸化窒素における無風時・弱風時・有風時ごとの大気安定度別の最大着地濃度及びその出現距離は、表8.1-86・87及び図8.1-22のとおりである。

二酸化窒素の1時間値の最大着地濃度は、風速が0.9m/s、上層の大気安定度Bの条件で、煙突から0.2kmの地点において0.0180ppmと予測された。また、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は0.1010ppmであり、短期暴露の指針値の範囲内又は下回ると予測された。

表 8.1-86 二酸化窒素の予測結果（逆転層出現時）

大気安定度(上層)		B	B-C	C	C-D	D	E	F
無風時 (0.4m/s以下)	風速(上層) (m/s)	0.4以下	0.4以下	0.4以下	0.4以下	0.4以下	—	0.4以下
	有効煙突高さ (m)	492	492	492	492	354	—	354
	最大着地濃度 (ppm)	0.0096	0.0064	0.0043	0.0028	0.0055	—	0.0016
	最大着地濃度 出現距離 (km)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	0.0
弱風時 (0.5~0.9m/s)	風速(上層) (m/s)	0.9	0.9	0.9	0.5	0.5	—	0.5
	有効煙突高さ (m)	412	412	412	476	346	—	346
	最大着地濃度 (ppm)	0.0180	0.0125	0.0084	0.0063	0.0119	—	0.0036
	最大着地濃度 出現距離 (km)	0.2	0.3	0.5	1.4	1.0	—	4.1
有風時 (1.0m/s以上)	風速(上層) (m/s)	2.0	2.0	2.0	4.1	3.6	5.5	3.7
	有効煙突高さ (m)	235	235	235	170	179	152	177
	最大着地濃度 (ppm)	0.0131	0.0116	0.0081	0.0066	0.0027	0.0005	0.0000
	最大着地濃度 出現距離 (km)	0.7	0.9	1.5	1.5	7.8	30.0	30.0

- 注：1. 風速0.4m/s以下の計算は0.4m/sとして計算した。
 2. ■は、最大となった着地濃度及びその気象条件等を示す。
 3. 「—」は、その風速範囲においては出現しない大気安定度であることを示す。
 4. 「最大着地濃度出現距離」は、煙突からの距離を示す。

表 8.1-87 二酸化窒素の予測結果（逆転層出現時：基準等との対比）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラ ウンド濃度 ②	将来 環境濃度 ①+②	短期暴露の 指針値	仙台市環境 基本計画 定量目標
二酸化窒素	ppm	0.0180	0.083	0.1010	0.1~0.2	—

- 注：1. 寄与濃度は、1時間値の最大着地濃度である。
 2. 短期暴露の指針値は、「二酸化窒素の人の健康に係る判定条件等について」（昭和53年3月22日、中央公害対策審議会答申）に基づく指針値を示す。

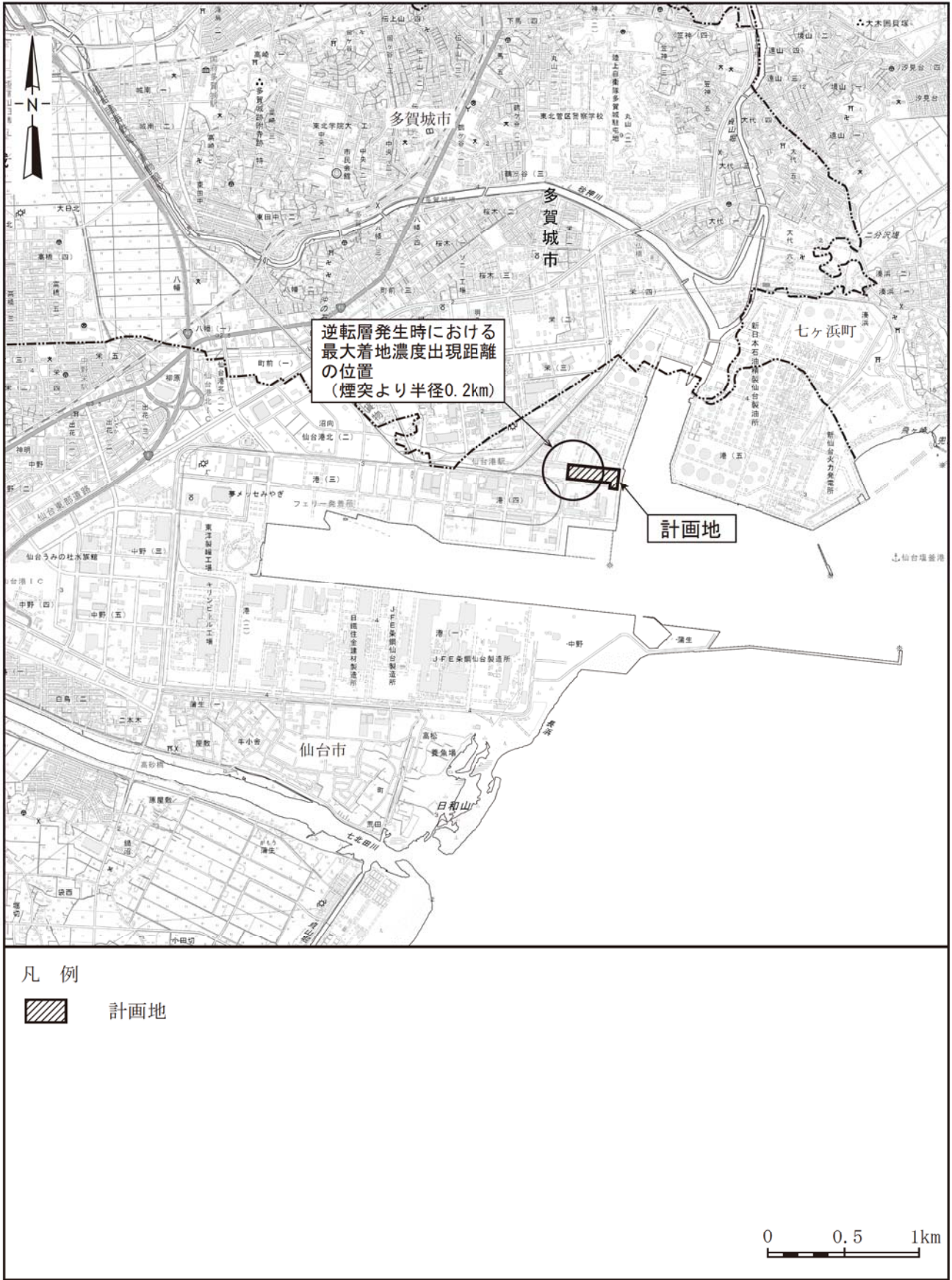


図 8.1-22 最大着地濃度出現距離の位置（逆転層出現時）

イ. 二酸化硫黄

逆転層出現時の感度解析の結果、二酸化硫黄における無風時・弱風時・有風時ごとの大気安定度別の最大着地濃度及びその出現距離は、表8.1-88・89及び図8.1-22のとおりである。

二酸化硫黄の1時間値の最大着地濃度は、風速が0.9m/s、上層の大気安定度Bの条件で、煙突から0.2kmの地点において0.0086ppmと予測された。また、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は0.0436ppmであり、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-88 二酸化硫黄の予測結果（逆転層出現時）

大気安定度(上層)		B	B-C	C	C-D	D	E	F
無風時 (0.4m/s以下)	風速(上層) (m/s)	0.4以下	0.4以下	0.4以下	0.4以下	0.4以下	—	0.4以下
	有効煙突高さ (m)	492	492	492	492	354	—	354
	最大着地濃度 (ppm)	0.0046	0.0031	0.0020	0.0013	0.0026	—	0.0008
	最大着地濃度 出現距離 (km)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	0.0
弱風時 (0.5~0.9m/s)	風速(上層) (m/s)	0.9	0.9	0.9	0.5	0.5	—	0.5
	有効煙突高さ (m)	412	412	412	476	346	—	346
	最大着地濃度 (ppm)	0.0086	0.0060	0.0040	0.0030	0.0057	—	0.0017
	最大着地濃度 出現距離 (km)	0.2	0.3	0.5	1.4	1.0	—	4.1
有風時 (1.0m/s以上)	風速(上層) (m/s)	2.0	2.0	2.0	4.1	3.6	5.5	3.7
	有効煙突高さ (m)	235	235	235	170	179	152	177
	最大着地濃度 (ppm)	0.0063	0.0056	0.0039	0.0031	0.0013	0.0002	0.0000
	最大着地濃度 出現距離 (km)	0.7	0.9	1.5	1.5	7.8	30.0	30.0

- 注：1. 風速0.4m/s以下の計算は0.4m/sとして計算した。
 2. ■は、最大となった着地濃度及びその気象条件等を示す。
 3. 「—」は、その風速範囲においては出現しない大気安定度であることを示す。
 4. 「最大着地濃度出現距離」は、煙突からの距離を示す。

表 8.1-89 二酸化硫黄の予測結果（逆転層出現時：基準等との対比）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラ ウンド濃度 ②	将来 環境濃度 ①+②	環境基準	仙台市環境 基本計画 定量目標
二酸化硫黄	ppm	0.0086	0.035	0.0436	0.1以下	0.1以下

- 注：1. 寄与濃度は、1時間値の最大着地濃度である。
 2. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。
 3. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

ウ. 浮遊粒子状物質

逆転層出現時の感度解析の結果、浮遊粒子状物質における無風時・弱風時・有風時ごとの大気安定度別の最大着地濃度及びその出現距離は、表8.1-90・91及び図8.1-22のとおりである。

浮遊粒子状物質の1時間値の最大着地濃度は、風速が0.9m/s、上層の大気安定度Bの条件で、煙突から0.2kmの地点において0.0045mg/m³と予測された。また、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は0.1465mg/m³と予測され、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-90 浮遊粒子状物質の予測結果（逆転層出現時）

大気安定度(上層)		B	B-C	C	C-D	D	E	F
無風時 (0.4m/s以下)	風速(上層) (m/s)	0.4以下	0.4以下	0.4以下	0.4以下	0.4以下	—	0.4以下
	有効煙突高さ (m)	492	492	492	492	354	—	354
	最大着地濃度 (mg/m ³)	0.0024	0.0016	0.0011	0.0007	0.0014	—	0.0004
	最大着地濃度 出現距離 (km)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	—	0.0
弱風時 (0.5~0.9m/s)	風速(上層) (m/s)	0.9	0.9	0.9	0.5	0.5	—	0.5
	有効煙突高さ (m)	412	412	412	476	346	—	346
	最大着地濃度 (mg/m ³)	0.0045	0.0031	0.0021	0.0016	0.0030	—	0.0009
	最大着地濃度 出現距離 (km)	0.2	0.3	0.5	1.4	1.0	—	4.1
有風時 (1.0m/s以上)	風速(上層) (m/s)	2.0	2.0	2.0	4.1	3.6	5.5	3.7
	有効煙突高さ (m)	235	235	235	170	179	152	177
	最大着地濃度 (mg/m ³)	0.0033	0.0029	0.0020	0.0017	0.0007	0.0001	0.0000
	最大着地濃度 出現距離 (km)	0.7	0.9	1.5	1.5	7.8	30.0	30.0

- 注：1. 風速0.4m/s以下の計算は0.4m/sとして計算した。
 2. ■は、最大となった着地濃度及びその気象条件等を示す。
 3. 「—」は、その風速範囲においては出現しない大気安定度であることを示す。
 4. 「最大着地濃度出現距離」は、煙突からの距離を示す。

表 8.1-91 浮遊粒子状物質の予測結果（逆転層出現時：基準等との対比）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラ ウンド濃度 ②	将来 環境濃度 ①+②	環境基準	仙台市環境 基本計画 定量目標
浮遊粒子状物質	mg/m ³	0.0045	0.142	0.1465	0.20以下	0.20以下

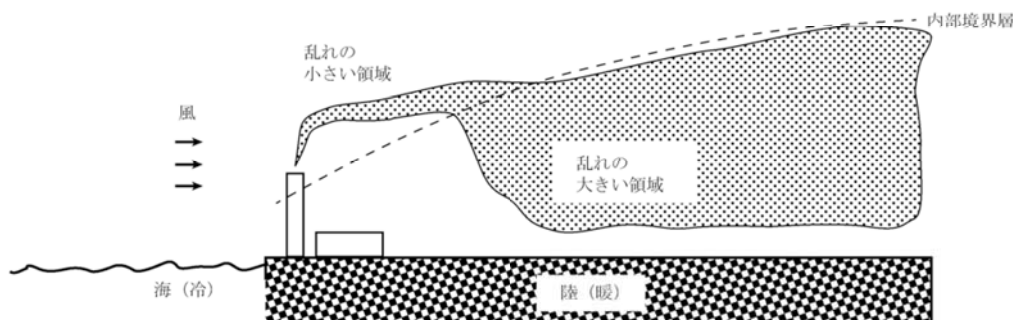
- 注：1. 寄与濃度は、1時間値の最大着地濃度である。
 2. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。
 3. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

(2-3-2) 内部境界層発達によるフミゲーション発生時

① 予測内容

海岸付近で海風により内部境界層が発生している場合、煙突から海風層に排出された排煙が内陸側に流れた後、内部境界層にぶつかると、大気不安定な内部境界層に流入して急速に地表付近まで降下し（フミゲーション発生）、地上に高濃度を及ぼす可能性がある。このフミゲーション発生時の影響について予測を行った。

内部境界層発達によるフミゲーションの概念図は、図8.1-23に示すとおりである。



注：「内部境界層」とは、以下の気象現象を示す。

一般に春から夏にかけて晴天時には、水温の低い海上から流れてくる海風は、大気乱れの小さい安定した大気層になっている。一方、地表近くでは日射による乱れの大きな大気層が生じている。この海上から流れてきた乱れの小さい大気層と地表近くの乱れの大きな大気層が接する境界の内側を、内部境界層という。

〔「発電所に係る環境影響評価の手引」
(経済産業省商務流通保安グループ電力安全課、平成29年)より作成〕

図 8.1-23 内部境界層発達によるフミゲーションの概念図

② 予測地域等

予測地域は、施設の稼働に伴う大気汚染物質の最大着地濃度地点の2倍程度を包含する範囲として、調査範囲と同じく計画地を中心とした半径約10kmの範囲とした。

予測地点は、風下軸上における1時間値着地濃度が最大となる地点とした。

③ 予測対象時期

予測対象時期は、施設の稼働の状態が定常となり、大気汚染物質の排出量が最大となる2024年とした。

④ 予測方法

ア. 予測フロー

内部境界層発達によるフミゲーション発生時の特殊気象条件下で発生する、施設の稼働に伴う煙突からの二酸化窒素、二酸化硫黄及び浮遊粒子状物質の寄与濃度を、最大連続負荷時において、フミゲーションモデル (Lyons & Cole, 1973年) により数値計算を行い、感度解析により将来環境濃度の1時間値を予測した。

内部境界層発達によるフミゲーション発生時の予測フローは、図8.1-24のとおりである。

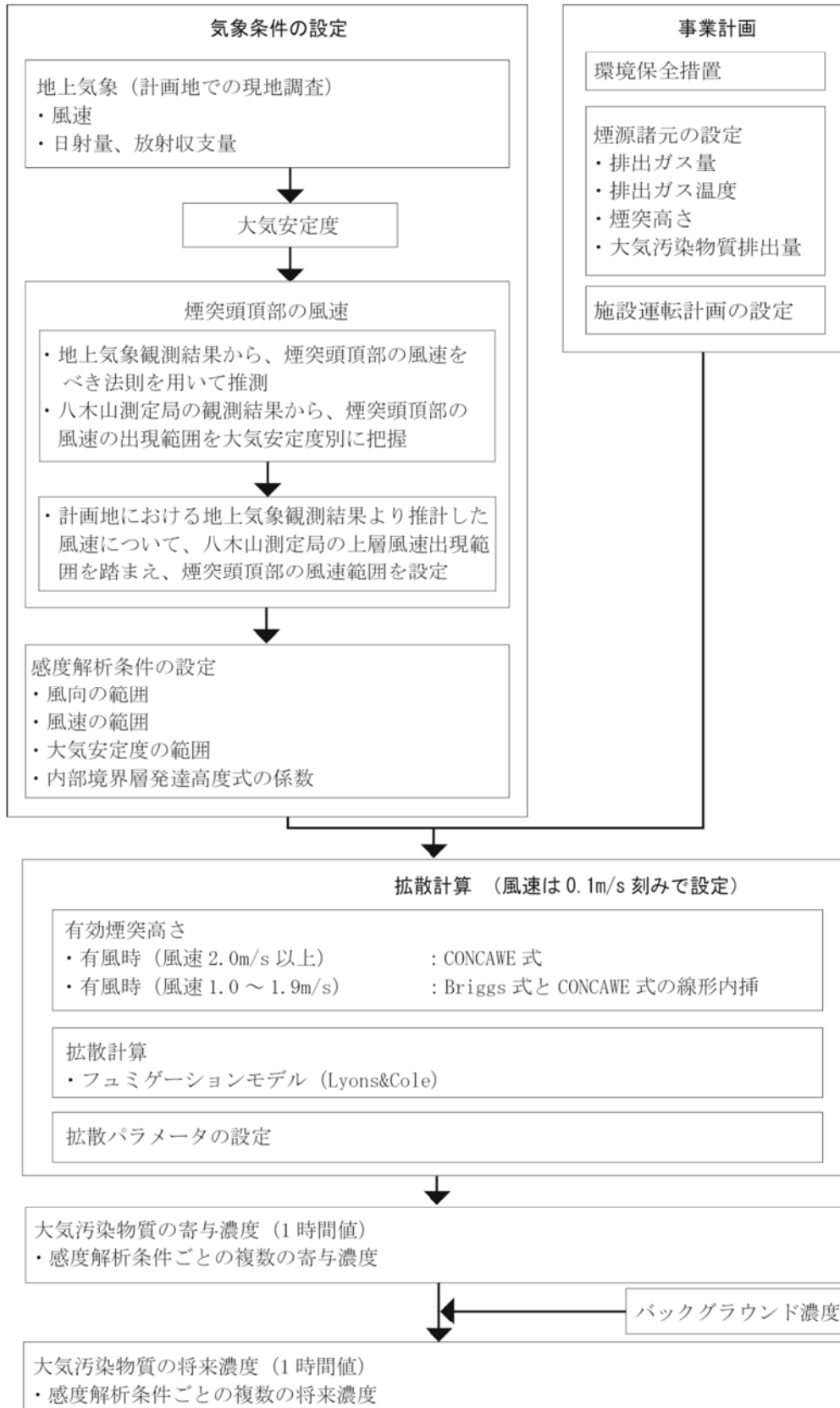


図 8.1-24 内部境界層発達によるフュミゲーション発生時の予測フロー

イ. 予測式

(7) 有効煙突高さ

「(2-3-1) 逆転層出現時 ④ 予測方法 イ. 予測式 (7) 有効煙突高さ」と同様とした。

(イ) 拡散計算式

フュミゲーションモデルでは、風下での拡散領域を3つのゾーンに分けてゾーン毎に計算を行うことから、拡散計算は以下の3領域に分けて行った。

a. 内部境界層上空の海風層内の拡散（安定層中の拡散）

$$C(x, y) = \frac{Q_p}{\pi \sigma_y \sigma_z u} \cdot \exp\left(-\frac{y^2}{2\sigma_y^2}\right) \cdot \exp\left(-\frac{H_e^2}{2\sigma_z^2}\right) \cdot 10^6$$

b. フュミゲーション領域の拡散

$$C(x, y) = \frac{Q_p}{\sqrt{2\pi}\sigma_{yf}uL(x)} \cdot \left[\int_{-\infty}^p (2\pi)^{-1/2} \cdot \exp\left(-\frac{p^2}{2}\right) dp \right] \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_{yf}}\right)^2\right] \cdot 10^6$$

$$p = (L(x) - H_e) / \sigma_z$$

$$\sigma_{yf} = \sigma_y + H_e / 8$$

c. 内部境界層内の拡散

$$C(x, y) = \frac{Q_p}{\sqrt{2\pi}\sigma_y(x')uL(x)} \cdot \exp\left[-\frac{1}{2}\left(\frac{y}{\sigma_y(x')}\right)^2\right] \cdot 10^6$$

[記号]

- C(x, y) : 地点(x, y)における着地濃度 (ppmまたはmg/m³)
- x : 風向に沿った風下距離 (m)
- y : 風向に直角な水平距離 (m)
- Q_p : 汚染物質の排出量 (m³N/sまたはkg/s)
- σ_y : 有風時の水平方向の拡散パラメータ (m)
- σ_z : 有風時の鉛直方向の拡散パラメータ (m)
- u : 煙突頭頂部の風速 (m/s)
- H_e : 有効煙突高さ (m)
- σ_{yf} : フュミゲーション領域の水平方向の拡散パラメータ (m)
- x' : 仮想煙源からの風下距離 (m)
- L(x) : 風下距離xの地点における内部境界層の高さ (m)

(ウ) 内部境界層発達高度の推定式

内部境界層の高さは、次式により求めた。

$$L(x) = \alpha \cdot x^{1/2}$$

[記号]

- L(x) : 風下距離x (m) の地点における内部境界層の発達高度 (m)
- α : 比例係数 (m^{1/2})
- x : 海岸線からの風下距離 (m)

(I) 拡散パラメータ

有風時の鉛直方向及び水平方向の拡散パラメータは、「(2-3-1) 逆転層出現時 ④ 予測方法 イ. 予測式 (ウ) 拡散パラメータ」と同様とした。

⑤ 予測条件

ア. 煙源の諸元

計算に用いた煙源の諸元は、「(2-3-1) 逆転層出現時 ⑤ 予測条件 ア. 煙源の諸元」と同様とした。

イ. 気象条件等

内部境界層が発生する条件として、感度解析を行うため、以下の気象条件を設定した。

- 内部境界層発達によるフュミゲーションは、有風時（煙突頭頂部風速1.0m/s以上のとき）に発生し、そのときの大気安定度は、内部境界層内で不安定、内部境界層外で安定であることから、内部境界層内の大気安定度は不安定時（地上の大気安定度でA～B-C）、内部境界層外の大気安定度は安定時（上層の大気安定度でE～F）を想定した。
- 風速条件は、地上の大気安定度がA～B-Cのときに出現する煙突頭頂部（地上80m）の上層風の有風時（1.0m/s以上）の風速範囲とし、計画地における地上風速（地上10m）から、べき法則により推定した風速の出現範囲だけでなく、八木山測定局において観測された上層風速の出現範囲も踏まえて以下のとおり設定した。
 - ・ 地上風速に基づく煙突頭頂部の推定風速と、八木山測定局における上層風速について、調査期間（2016年8月24日～2017年8月23日）内の風速出現範囲を地上の大気安定度別に整理すると表8.1-92のようになり、地上の大気安定度A～B-Cの階級では全て、八木山測定局における上層風速の方が出現範囲が広がっている。これを踏まえ、感度解析に用いる煙突頭頂部の風速条件は、地上の大気安定度がA～B-Cの状況における八木山測定局での観測風速の出現範囲を0.1m/s刻みで、地上の大気安定度別に表8.1-92のとおり設定した。
- 風向条件は、海岸線から陸域に向かう海風（時計回りにESE～S）とした。
- 「(ウ) 内部境界層発達高度の推定式」における比例係数「 a 」は、以下の文献を参考に、6、8及び9と設定した。なお、煙突はほぼ海岸線上に位置することから、煙突位置から内部境界層が発達するものとした。

(比例係数 $a=6$) : 「環境アセスメントの簡略化手法に関する調査（その2）－気象観測及び大気質観測の簡略化のための手法提案－」（財団法人電力中央研究所 研究報告V06002、平成18年）

(比例係数 $a=8$) 「平坦な沿岸地域における海風時の熱的内部境界層高度－TOKAI1982～83 大気拡散実験の再解析及びKASHIMA1972～77 飛行機観測との比較－」（安達隆史他、大気環境学会誌第38巻6号、平成15年）

(比例係数 $a=9$) 「海風に伴い発達する自由対流内部境界層に関する研究」（蒲生稔、昭和56年）

表 8.1-92 煙突頭頂部の風速出現範囲の設定値

大気安定度 (地上)	煙突頭頂部推定風速 (m/s)		八木山測定局観測風速 (m/s)		風速出現範囲の設定値 (m/s)	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大
A	1.4	2.3	1.1	4.9	1.0	12.1
A-B	1.0	3.6	1.0	12.1		
B	1.0	5.3	1.0	9.5		
B-C	4.1	5.3	1.1	10.2		

ウ. バックグラウンド濃度

「(2-3-1) 逆転層出現時 ⑤ 予測条件 ウ. バックグラウンド濃度」と同様とした。

⑥ 予測結果

ア. 二酸化窒素

内部境界層発達によるフュミゲーション発生時の感度解析の結果、大気安定度、発達高度式の係数別に最大となった二酸化窒素の着地濃度及びその出現距離は、表8.1-93・94及び図8.1-25のとおりである。

二酸化窒素の1時間値の最大着地濃度は、風速が3.3m/s、内部境界層外の大気安定度Fの条件で、煙突から0.5kmの地点において0.0473ppmと予測された。また、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は0.1303ppmであり、短期暴露の指針値の範囲内と予測された。

表 8.1-93 二酸化窒素の予測結果（内部境界層発達によるフミゲーション発生時）

予測項目	大気安定度		内部境界層発達高度式の係数	風速（上層） （m/s）	有効煙突高さ （m）	最大着地濃度 （ppm）	最大着地濃度出現距離 （km）
	境界層内	境界層外					
二酸化窒素	A	E	6	5.5	152	0.0173	0.8
			8	4.6	163	0.0289	0.5
			9	4.5	164	0.0349	0.4
		F	6	3.6	179	0.0255	1.1
			8	3.6	179	0.0404	0.6
			9	3.3	186	0.0473	0.5
	A-B	E	6	5.5	152	0.0173	0.8
			8	4.6	163	0.0289	0.5
			9	4.5	164	0.0349	0.4
		F	6	3.6	179	0.0255	1.1
			8	3.6	179	0.0404	0.6
			9	3.3	186	0.0473	0.5
	B	E	6	5.5	152	0.0173	0.8
			8	4.6	163	0.0289	0.5
			9	4.5	164	0.0349	0.4
		F	6	3.6	179	0.0255	1.1
			8	3.6	179	0.0404	0.6
			9	3.3	186	0.0473	0.5
	B-C	E	6	5.5	152	0.0173	0.8
			8	4.6	163	0.0289	0.5
			9	4.5	164	0.0349	0.4
		F	6	3.6	179	0.0255	1.1
			8	3.6	179	0.0404	0.6
			9	3.3	186	0.0473	0.5

注：1. 表8.1-57に示した地上の大気安定度分類、表8.1-55に示した大気安定度別べき指数、表8.1-58に示した地上と上層の大気安定度の関係から、内部境界層外で上層大気安定度E及びFが出現し得る上層風速範囲はE：3.7～5.5m/s、F：3.6m/s以下となることから、予測対象の上層大気安定度が出現し得る上層風速範囲の感度解析結果のうち着地濃度が最大となった結果を、大気安定度（境界層内）・大気安定度（境界層外）・内部境界層発達高度式係数別に示した。

2. ■は、最大となった着地濃度及びその気象条件等を示す。

表 8.1-94 二酸化窒素の予測結果（内部境界層発達によるフミゲーション発生時：基準等との対比）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラウンド濃度 ②	将来環境濃度 ①+②	短期暴露の指針値	仙台市環境基本計画 定量目標
二酸化窒素	ppm	0.0473	0.083	0.1303	0.1～0.2	—

注：1. 寄与濃度は、1時間値の最大着地濃度である。

2. 短期暴露の指針値は、「二酸化窒素の人の健康に係る判定条件等について」（昭和53年3月22日、中央公害対策審議会答申）に基づく指針値を示す。

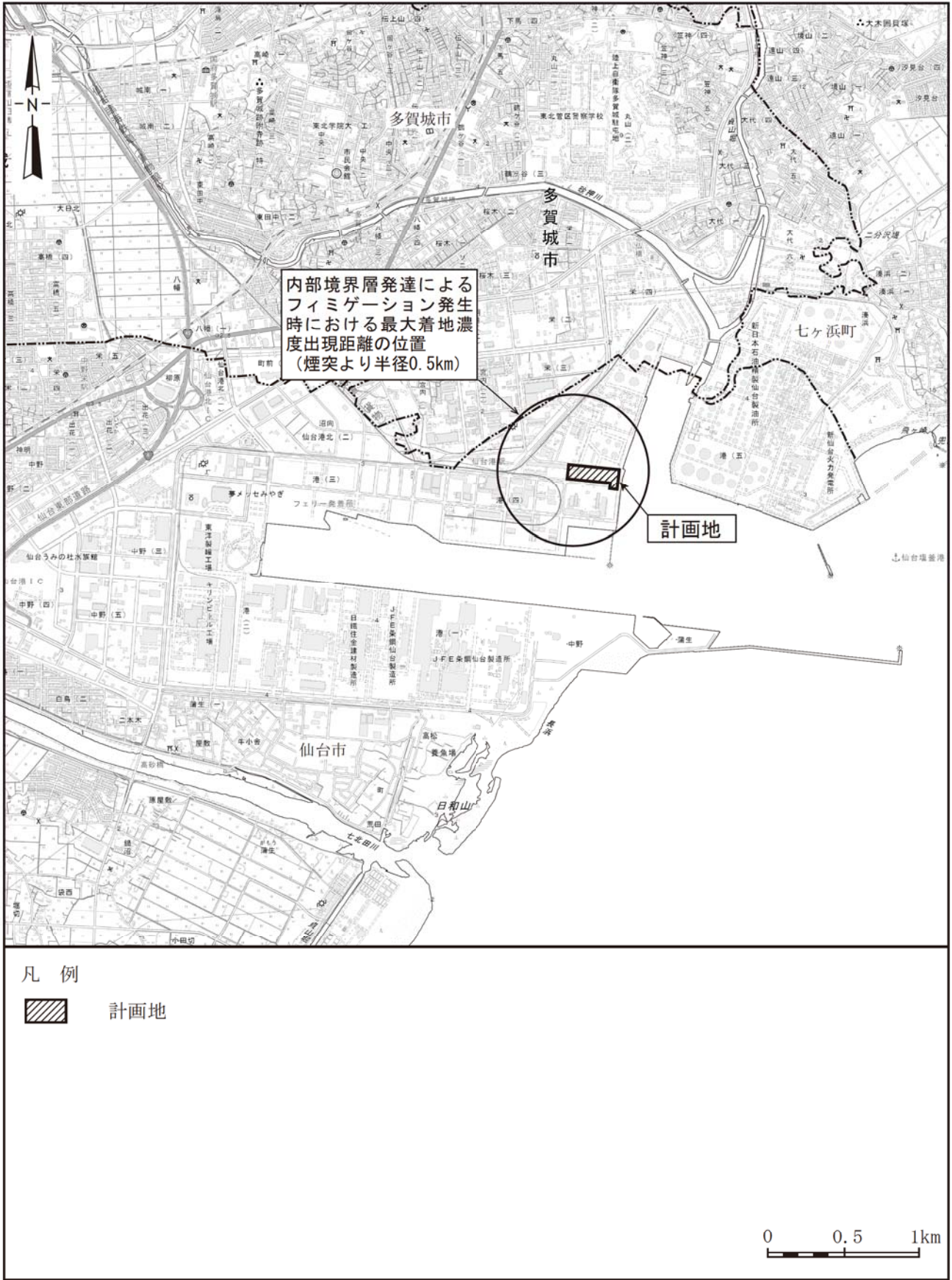


図 8.1-25 最大着地濃度出現距離の位置 (内部境界層発達によるファミゲーション発生時)

イ. 二酸化硫黄

内部境界層発達によるフミゲーション発生時の感度解析の結果、大気安定度、発達高度式の係数別に最大となった二酸化硫黄の着地濃度及びその出現距離は、表8.1-95・96及び図8.1-25のとおりである。

二酸化硫黄の1時間値の最大着地濃度は、風速が3.3m/s、内部境界層外の大気安定度Fの条件で、煙突から0.5kmの地点において0.0226ppmと予測された。また、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は0.0576ppmであり、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-95 二酸化硫黄の予測結果（内部境界層発達によるフミゲーション発生時）

予測項目	大気安定度		内部境界層発達高度式の係数	風速 (上層) (m/s)	有効煙突 高さ (m)	最大 着地濃度 (ppm)	最大 着地濃度 出現距離 (km)
	境界層内	境界層外					
二 酸 化 硫 黄	A	E	6	5.5	152	0.0083	0.8
			8	4.6	163	0.0138	0.5
			9	4.5	164	0.0167	0.4
		F	6	3.6	179	0.0122	1.1
			8	3.6	179	0.0193	0.6
			9	3.3	186	0.0226	0.5
	A-B	E	6	5.5	152	0.0083	0.8
			8	4.6	163	0.0138	0.5
			9	4.5	164	0.0167	0.4
		F	6	3.6	179	0.0122	1.1
			8	3.6	179	0.0193	0.6
			9	3.3	186	0.0226	0.5
	B	E	6	5.5	152	0.0083	0.8
			8	4.6	163	0.0138	0.5
			9	4.5	164	0.0167	0.4
		F	6	3.6	179	0.0122	1.1
			8	3.6	179	0.0193	0.6
			9	3.3	186	0.0226	0.5
	B-C	E	6	5.5	152	0.0083	0.8
			8	4.6	163	0.0138	0.5
			9	4.5	164	0.0167	0.4
		F	6	3.6	179	0.0122	1.1
			8	3.6	179	0.0193	0.6
			9	3.3	186	0.0226	0.5

注：1. 表8.1-57に示した地上の大気安定度分類、表8.1-55に示した大気安定度別べき指数、及び表8.1-58に示した地上と上層の大気安定度の関係から、内部境界層外で上層大気安定度E及びFが出現し得る上層風速範囲はE：3.7～5.5m/s、F：3.6m/s以下となることから、予測対象の上層大気安定度が出現し得る上層風速範囲の感度解析結果のうち着地濃度が最大となった結果を、大気安定度（境界層内）・大気安定度（境界層外）・内部境界層発達高度式係数別に示した。

2. ■は、最大となった着地濃度及びその気象条件等を示す。

表 8.1-96 二酸化硫黄の予測結果（内部境界層発達によるフミゲーション発生時：基準等との対比）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラ ウンド濃度 ②	将来 環境濃度 ①+②	環境基準	仙台市環境 基本計画 定量目標
二酸化硫黄	ppm	0.0226	0.035	0.0576	0.1以下	0.1以下

注：1. 寄与濃度は、1時間値の最大着地濃度である。

2. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。

3. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。

ウ. 浮遊粒子状物質

内部境界層発達によるフュミゲーション発生時の感度解析の結果、大気安定度、発達高度式の係数別に最大となった浮遊粒子状物質の着地濃度及びその出現距離は、表8.1-97・98及び図8.1-25のとおりである。

浮遊粒子状物質の1時間値の最大着地濃度は、風速が3.3m/s、内部境界層外の大気安定度Fの条件で、煙突から0.5kmの地点において0.0119mg/m³と予測された。また、バックグラウンド濃度を含む将来環境濃度の最大は0.1539mg/m³であり、環境基準及び仙台市環境基本計画定量目標を下回ると予測された。

表 8.1-97 浮遊粒子状物質の予測結果（内部境界層発達によるフュミゲーション発生時）

予測項目	大気安定度		内部境界層発達高度式の係数	風速（上層） (m/s)	有効煙突高さ (m)	最大着地濃度 (mg/m ³)	最大着地濃度出現距離 (km)
	境界層内	境界層外					
浮遊粒子状物質	A	E	6	5.5	152	0.0043	0.8
			8	4.6	163	0.0073	0.5
			9	4.5	164	0.0088	0.4
		F	6	3.6	179	0.0064	1.1
			8	3.6	179	0.0102	0.6
			9	3.3	186	0.0119	0.5
	A-B	E	6	5.5	152	0.0043	0.8
			8	4.6	163	0.0073	0.5
			9	4.5	164	0.0088	0.4
		F	6	3.6	179	0.0064	1.1
			8	3.6	179	0.0102	0.6
			9	3.3	186	0.0119	0.5
	B	E	6	5.5	152	0.0043	0.8
			8	4.6	163	0.0073	0.5
			9	4.5	164	0.0088	0.4
		F	6	3.6	179	0.0064	1.1
			8	3.6	179	0.0102	0.6
			9	3.3	186	0.0119	0.5
	B-C	E	6	5.5	152	0.0043	0.8
			8	4.6	163	0.0073	0.5
			9	4.5	164	0.0088	0.4
		F	6	3.6	179	0.0064	1.1
			8	3.6	179	0.0102	0.6
			9	3.3	186	0.0119	0.5

注：1. 表8.1-57に示した地上の大気安定度分類、表8.1-55に示した大気安定度別べき指数、及び表8.1-58に示した地上と上層の大気安定度の関係から、内部境界層外で上層大気安定度E及びFが出現し得る上層風速範囲はE：3.7～5.5m/s、F：3.6m/s以下となることから、予測対象の上層大気安定度が出現し得る上層風速範囲の感度解析結果のうち着地濃度が最大となった結果を、大気安定度（境界層内）・大気安定度（境界層外）・内部境界層発達高度式係数別に示した。

2. ■は、最大となった着地濃度及びその気象条件等を示す。

表 8.1-98 浮遊粒子状物質の予測結果（内部境界層発達によるフュミゲーション発生時：基準等との対比）

予測項目	単位	寄与濃度 ①	バックグラウンド濃度 ②	将来環境濃度 ①+②	環境基準	仙台市環境基本計画 定量目標
浮遊粒子状物質	mg/m ³	0.0119	0.142	0.1539	0.20以下	0.20以下

注：1. 寄与濃度は、1時間値の最大着地濃度である。

2. 環境基準は、「大気汚染に係る環境基準について」（昭和48年環境庁告示第25号）に基づく基準値を示す。

3. 定量目標は、「杜の都環境プラン 仙台市環境基本計画2011-2020（改定版）」（平成28年3月、仙台市）に基づく定量目標値を示す。