

キーワード：環境影響評価，大気拡散計算，コンピューターシミュレーション，焼却施設

1. はじめに

1.1 大気拡散計算(プルーム・パフモデル)の現状

環境影響評価における大気拡散計算は、「環境影響評価法」の制定前の要綱時代から現在に至るまでプルーム・パフモデルが主流となっている。プルーム・パフモデルは、道路事業や廃棄物処理施設等の様々な事業アセスで用いられ、その適用件数も多く、簡易に予測計算を行える利点がある一方、地形の高低差が大きく、風の流れ方が複雑な地域では、以下に示すようなモデル上の課題が考えられている。

風は予測範囲内に一様である(地形による風の滞留を考慮できない)

プルーム主軸(排ガス)は一定の風下方向へ真っ直ぐ進む(地形による風向の変動を考慮できない)

1.2 その他の予測手法

現在、「1.1」に示す課題を解決するため、プルーム主軸(有効煙突高さ)を地表面高度に応じて補正する改良型プルーム式や、一部では風洞実験や数値解析モデルも環境影響評価で用いられつつある。

しかしながら、風洞実験は実験設備の費用面、汎用性や実験結果の再現性など技術的な課題が考えられる。また、数値解析モデルは情報機器の発達・普及している現在においても、3次元数値流体解析では大量の多様な計算が必要となり、時間・費用面の課題がある。

さらに、これら予測手法は統一的な予測手法が確立されていないため、予測モデルの再現性、信頼性の面から環境影響評価において実用化されにくい状況となっている。

本報告では、実際に廃棄物処理施設(焼却施設)の環境影響評価で用いた数値解析モデルの内容と、その技術的課題と解決策について紹介する。

2. 対象事例の背景

焼却施設の建設は、近年のダイオキシン類問題や迷惑施設という特徴から、市民の注目も高く、環境影響評価の内容も様々な場で議論されるケースが多い。特に焼却施設の環境影響評価において煙突排ガスによる大気質への影響は、重要な環境影響要因として挙げられる。

今回実例として紹介する対象事業は、南北に広がる谷の中腹、概ね標高 200m に位置し、西(約 500m)には尾根(標高約 400m)、東側にも 2~3km の範囲で標高 500m 程度の尾根、さらに遠方では標高 500m 以上の尾根が連なっている。「数値地図 50m メッシュ(標高)」を用いた対象地域の地形の状況は図 2-1 に示すとおりである。

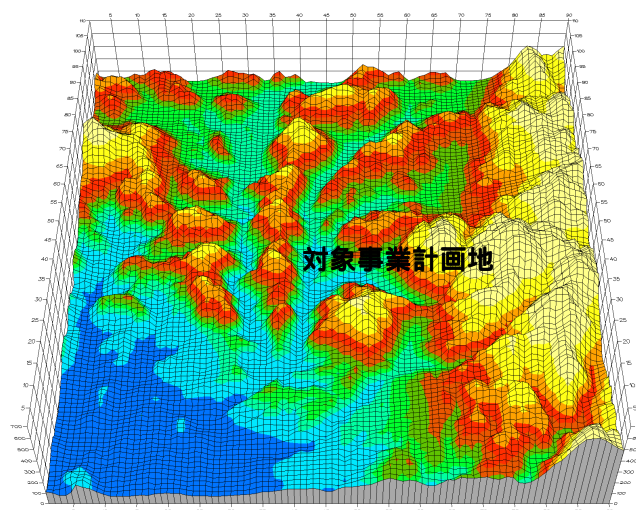


図 2-1 対象事例の地形の状況

当該地域の地形状況から、大気拡散上の特徴として、以下の事項が懸念された。

谷間では風通しが悪く、排ガスが滞留するのではないかと懸念された。

尾根に遮られて排ガスが拡散せず谷沿いに流れ、局地的に濃度が集中するのではないかと懸念された。

3. 数値解析モデルの予測手法

3.1 予測手法の選定

予測手法の選定にあたっては、「2.」に示す大気拡散上の懸念事項を踏まえつつ、環境アセスメントという限られた時間と費用の範囲内において、予測モデルの信頼性を確保するためのモデルの再現性を検証する必要がある。一般的な地形の影響を考慮した大気拡散予測手法を表 3-1 に示す。

表 3-1 予測手法の比較

モデル	手法	モデルの特徴
改良型ブルームモデル	CRSTER モデル Valley モデル ERT PSDM モデル APMS モデル	風下方向の地形の高低を考慮し有効煙突高さの補正を行うが、流線の曲がりは考慮できない。
客観解析モデル(変分法)	マスコンモデル	地形による流れなどのスケールの現象をよく再現するが、建物周りなどの乱流は再現できない。また、パラメータの選定と再現性の検証が必要となる。
数値流体解析モデル	k- モデル クローシャ-モデル (Y-M2.5) など	乱流を含む 3 次元流体解析あるいは局地気象解析を行えるが、計算量が大量となるため、長期濃度予測は難しい。
局地気象解析モデル		

本ケースでは、有効煙突高さを上回る地形の標高や流線の曲がりが考えられるため、改良型ブルームモデルの適用は難しく、また環境影響評価において長期濃度予測を検討する必要があったことから、変分法(マスコンモデル)により推定した風の間をもとに、拡散は移流・拡散方程式を差分法にて解く方法を用いることとした。なお、短期予測はマスコンモデルの結果を境界条件に利用して、3次元数値流体解析(乱流 k-)によって特定の気象条件下における影響を検討した。

3.2 予測手法の説明

3.2.1 長期濃度の予測手法

長期濃度の予測は、全 288 通り(風向 16 × 安定度 3 × 風速ランク 6)の気象ケースについて濃度を予測し、現地気象観測から得られた年間気象出現頻度を考慮して年平均値や年間 2%除外値等を推定した。

各気象ケースの濃度予測は、マスコンモデルと呼ばれる質量保存則を満足するように

変分法を用いて風の間を推計するモデル(ここでは Shermann(1978) の MATHEW モデル)によって流れ場を計算し、移流拡散方程式を差分法で数値的に解く手法を用いることとした。

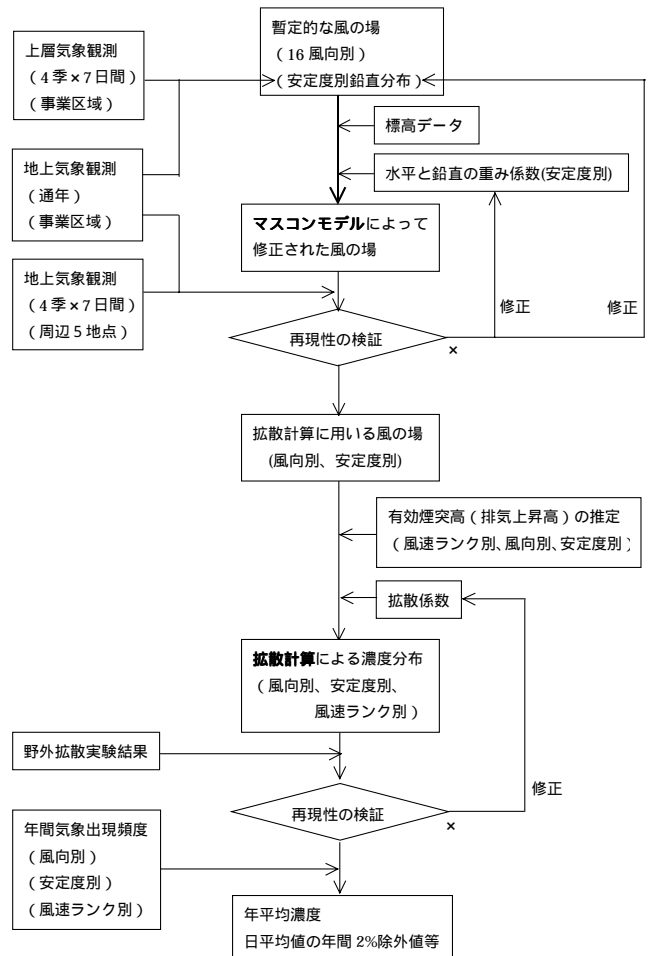


図 3-1 長期濃度の予測手順

3.2.2 短期濃度の予測手法

短期濃度の予測は、逆転層発生時を対象とし、3次元流体解析モデルを用いて、現地気象観測結果を参考に設定した逆転層発生時の温位分布により鉛直方向への拡散が起こり難い状況を考慮した拡散計算を行った。ここで、乱流モデルとしては k- モデルを用いた。また境界条件は長期濃度予測のマスコンモデルで計算した風の間を利用して設定した。ここでは短期予測の詳細については割愛する。

4. 予測モデルの技術的な課題

環境影響評価において数値解析モデルを用いる場合、パラメータの設定等において如何に現地に即したモデルとするか、またその

適用の妥当性について検証を行い説明を行う必要がある。

4.1 マスコンモデルのパラメータ設定

マスコンモデルによる風の場の計算にあたっては、複数地点の気象観測により得られた現地の風向風速データから単純に内挿した風の場を暫定的に設定し、その暫定的な風の場を大気安定度別に設定した鉛直/水平修正パラメータを用いてマスコンモデルにより修正する必要がある。

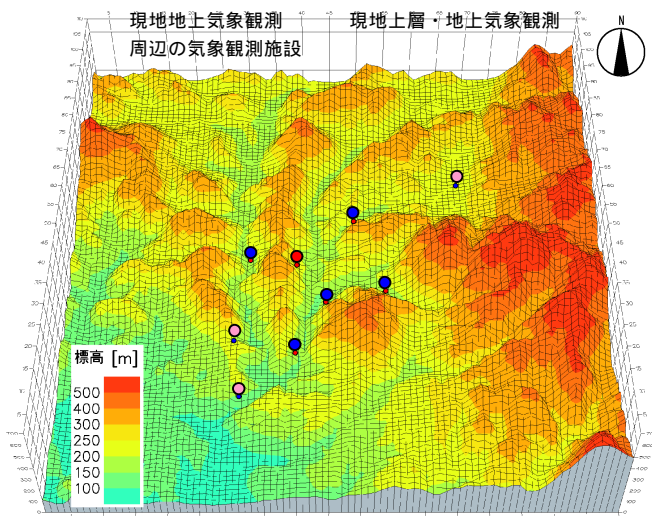


図 4-1 気象観測地点

そこで、まず風向一様で風速の鉛直分布はべき指数で設定した暫定的な風の場を用意し、この暫定的な風の場を大気安定度別に設定した鉛直/水平修正パラメータを用いてマスコンモデルにより修正した。風速の鉛直分布のべき指数、及び鉛直/水平修正パラメータについては現地観測で得られた風向風速との比較検証により決定した。

なお、全 288 通りの気象ケースの年間出現頻度については、地上付近では場所によって風向や風速が異なることから、上層気象観測結果より設定することとした。

4.2 その他のパラメータ設定

マスコンモデル以外にも、移流拡散差分モデルにおいては適切な拡散係数の設定及び検証が重要となる。今回紹介する事例では拡散係数は Pasqill の安定度別拡散幅を参考に設定し、現地の野外拡散実験結果との比較検証を行うこととした。

5. 予測モデルの検証結果

5.1 風の場の検証（気象観測結果との比較）

マスコンモデルに用いたパラメータは、現地調査結果との比較検証の結果、表 5-1 及び表 5-2 に示す値を用いた。

表 5-1 暫定風速場に用いたパラメータ

安定度分類	風速の鉛直べき指数
不安定	0.200
中立	0.250
安定	0.333

表 5-2 マスコンモデルのパラメータ

安定度分類	鉛直/水平修正係数
不安定	0.1
中立	0.02
安定	0.01

マスコンモデルによって計算された風の場の再現性は以下のような点で観測された風況によく一致した。

- ・ 標高が高い山の峰では風速が大きく、山間の標高の低い箇所では風速が非常に小さい
- ・ 標高の低い箇所では地形の谷筋に沿ったゆるやかな流れとなっている。
- ・ 以上の 2 点の傾向は、大気安定度が安定な時ほど強く現れる。

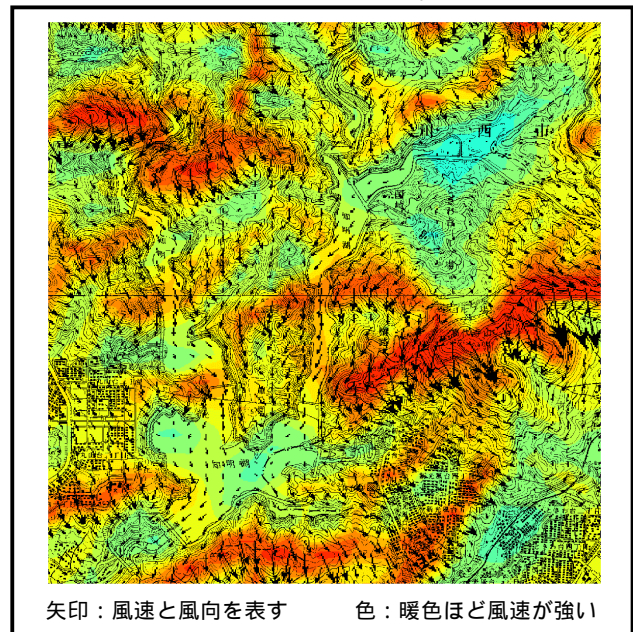


図 5-1 風の場の計算例（地上付近）

また、地形の影響が小さい上空と、地上気象観測を行った地点との風速比率について、

マスコンモデルによる予測結果と現地観測結果とを比較した結果,以下のような点で再現性が確認された。

- ・ 山の尾根に対して垂直となる西風の時は比較的地上付近の風速は小さい。
- ・ 大気が安定であるほど地上付近の風速は弱くなっている。

表 5-3 上空 500m の風速に対する地上風速比
(風向は主要風向、値は地上気象観測 6 地点平均値)

風向	地上気象観測結果			計算結果 (マスコンモデル)		
	不安定	中立	安定	不安定	中立	安定
S S W	0.34	0.23	0.14	0.34	0.23	0.15
W	0.31	0.12	0.08	0.23	0.12	0.07
N N W	0.26	0.17	0.09	0.30	0.21	0.13

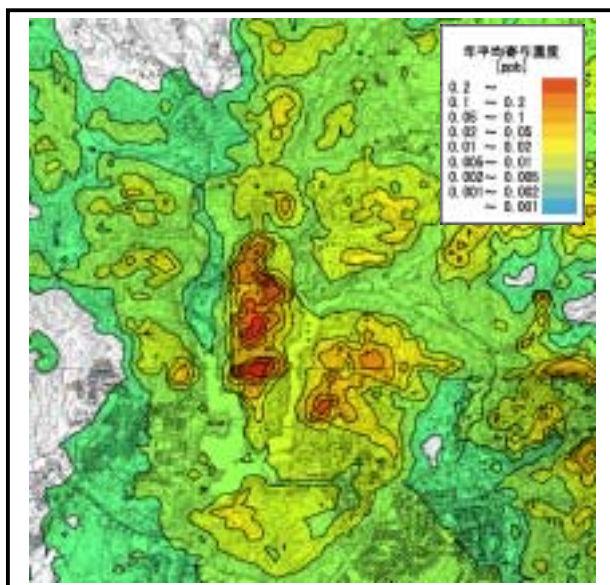


図 6-1 年平均寄与濃度分布図(地上付近)

5.2 拡散場の検証(拡散実験結果との比較)

当該地域における野外拡散実験結果を,実験時の気象条件に該当する計算ケースの移流拡散差分モデルによる計算結果とを比較することによって,予測モデルの検証を行った。その結果,高濃度出現地点位置の傾向や濃度,各谷筋等における数百m程度の範囲における平均的な濃度はほぼ一致し,全体的な濃度分布は概ねよく再現された。

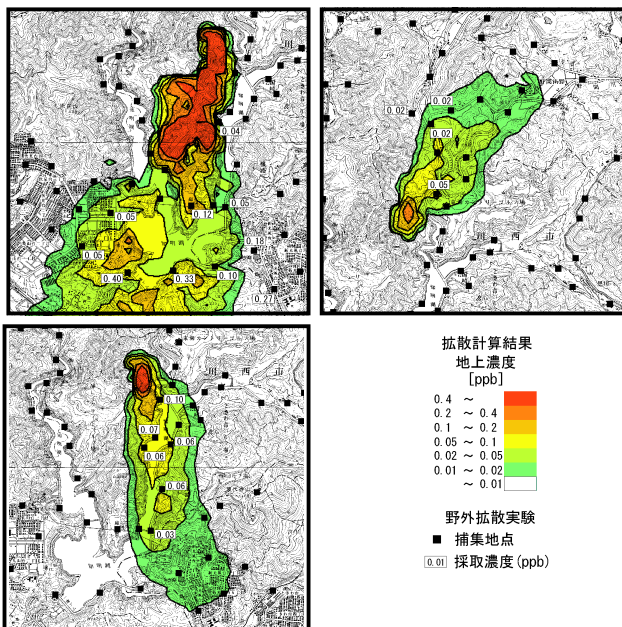


図 5-2 拡散実験との比較例

環境影響評価において数値解析モデルを用いる場合,アカウントビリティの上でもモデルの再現性の検証を行うことが重要である。その手法として,今回のように多地点の気象データやトレーサーガスによる拡散実験結果を用いて検証することもその手法の一つとして用いることが可能であると確認できた。

しかしながら,全ての個別事業において拡散実験等の現地調査を実施することは,費用面からもその実現性は非常に小さい。今後,コンピューターシミュレーションによる予測技術手法は,更なる発展が期待できるが,環境影響評価上で用いるためには,統一的な予測手法や技術マニュアルの確立が必要不可欠であると考える。

そのためには,官民含めた技術交流,技術提供がその発端であり,本報告がその一助になれば幸いである。

以上

6. まとめと今後の課題

年平均予測濃度の濃度分布図は,図 6-1 に示すとおり,概ね地形の高低と風向きに関連した傾向を示し,南側の尾根付近に最大着地点が出現する結果となった。