

煙突排ガス拡散計算において 地形影響を考慮した場合の一考察

エンジニアリング本部 都市・地域環境部 陸域解析グループ

井上 亮

1. はじめに

現状の環境影響評価における煙突排ガス拡散計算は、大部分が地形影響を考慮しないプルームモデル及びパフモデルにより影響予測が行われている。

地形影響を考慮しないプルームモデル及びパフモデルは、計算が簡易な反面、下述のような仮定が前提条件となっている。

- ・地形による風の場の流れを考慮しないため、風の場は予測範囲内で一様となる。
- ・地形による風向の変動を考慮しないため、排ガスの流下方向が一定となる。

しかし、種々のマニュアルにおいて、下述のとおり、地形影響に関する記述があり、計算を行う地域によっては、地形影響は無視できない条件であることは広く認知された事実である。

- ① 「改訂・発電所に係る環境影響評価の手引」¹⁾
(平成 27 年、経済産業省):
→“地形の影響については、数値計算による予測結果に大きな影響を及ぼすおそれがある場合には検討する必要がある。”
- ② 「廃棄物処理施設生活環境影響調査指針」²⁾
(平成 18 年、環境省):
→“規模の大きな施設や施設周辺が複雑地形となっている場合には、必要に応じて風洞実験等の他の予測手法を導入し、建屋や周

辺地形の影響を確認することが有効である。”

- ③ 「ごみ焼却施設環境アセスメントマニュアル」³⁾
(昭和 61 年、(社)全国都市清掃会議):
→“地形が複雑な場合や、建屋等構造物の影響が大きい場合は、風洞実験やより詳細な数値モデルなどの利用も考えるとよい。”

地形影響を考慮する具体的な計算手法としては、

- ①においては電力中央研究所の数値モデルや EPA(米国環境保護庁)の ISC-ST3 モデル等が、
- ③においてはヴァレイ(Valley)モデルや移流パフモデル等が提案されている。

本稿においては、ある条件を仮定して、地形影響を考慮しない場合(プルームモデル及びパフモデル)と地形影響を考慮した場合(マスコンモデル(風の場の計算)及び移流パフモデル(拡散計算))の年平均値の計算結果の比較を行い、地形影響考慮の必要性を確認した。

2. 計算手順

2.1 地形影響を考慮しない場合

(プルームモデル及びパフモデル)

地形影響を考慮しない予測手法としては、一般的に環境影響評価に用いられる「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」⁴⁾(公害研究対策センター、平成 12 年)に示されているプルームモデル及びパフモデルを選定した。

地形影響を考慮しない場合の計算手順は、図 1 に示すとおりである。

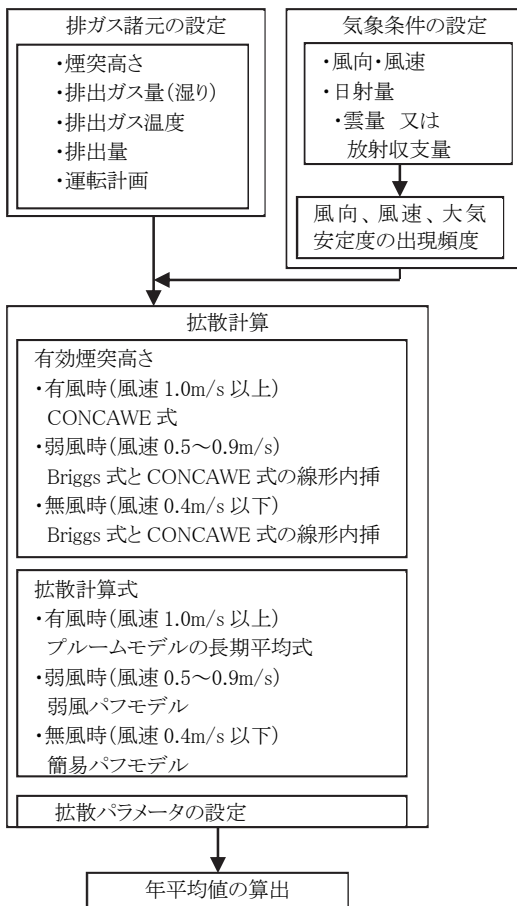


図 1 計算手順(地形影響を考慮しない場合)

2.2 地形影響を考慮した場合

(マスコンモデル及び移流パフモデル)

地形影響を考慮した予測手法としては、風の場の計算はマスコンモデル (Shermann(1978)の MATHEW モデル)を、拡散計算は一般的なパフモデルの中心点を気流に流すことによって計算を行う移流パフモデルを選定した。

地形影響を考慮した場合の計算手順は、図 2 に示すとおりである。

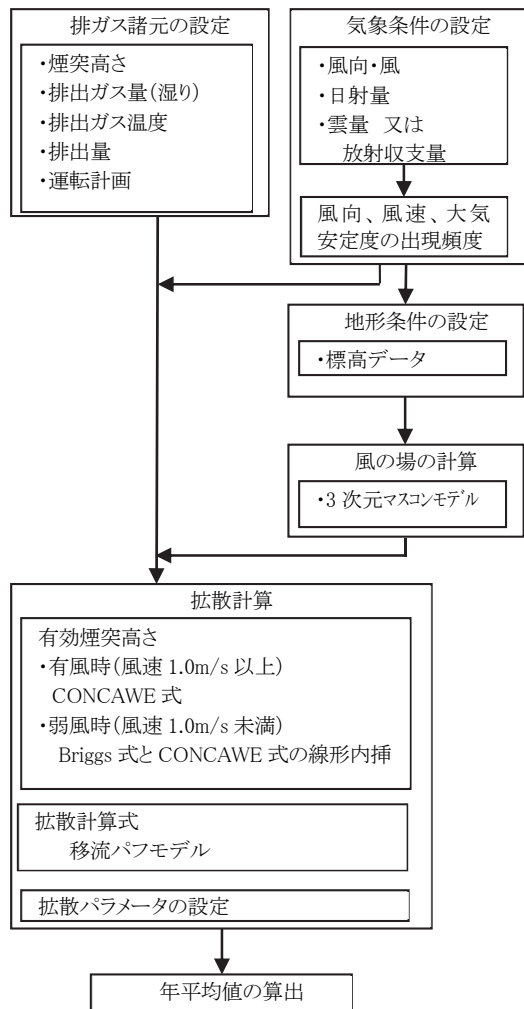


図 2 計算手順(地形影響を考慮した場合)

3. 計算条件

3.1 計算範囲

拡散計算を行った範囲は、図 3 に示す範囲とした。

計算範囲は、山に囲まれた谷間に集落が存在する地域を仮定しており、予測範囲の中央に煙突が存在すると仮定した。



図 3 計算範囲

3.2 煙突排ガス排出諸元

拡散計算に用いた煙突排ガスの諸元は、表 1 に示す値を仮定した。

表 1 煙突排ガスの排出諸元

| 項目 | 諸元 |
|-----------|--------------------------------------|
| 煙突高さ | 59m |
| 排出ガス量(湿り) | 40,000m ³ _N /h |
| 排出ガス量(乾き) | 30,000m ³ _N /h |
| 排ガス温度 | 200℃ |
| 汚染物質濃度 | 100ppm |
| 運転計画 | 年間 365 日稼働 24 時間連続稼働 |

3.3 気象条件

計算に用いた気象条件の概要は、図 4 及び図 5 に示すとおり仮定した。

気象条件の観測位置は、図 3 における煙突位置で観測されたと仮定した。

風向及び風速に関しては、谷間に沿った流れとなっている。

大気安定度に関しては、中立(D)の出現頻度が最も多く、次いで強安定(G)の出現頻度が多い。

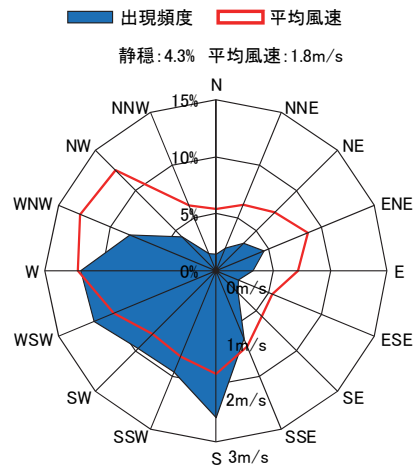


図 4 計算に用いた気象条件(風向及び風速)

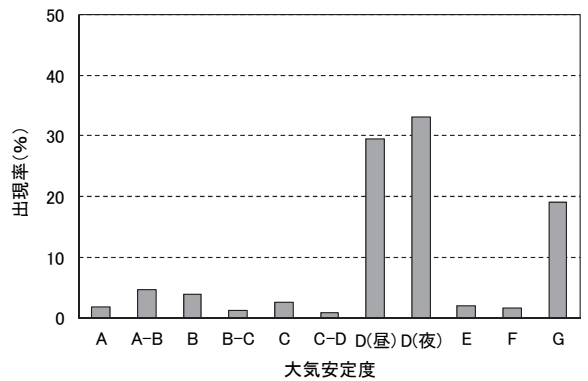


図 5 計算に用いた気象条件(大気安定度)

3. 4 地形条件

地形影響を考慮した場合の風の場の計算に必要な地形条件は、図 6 に示すとおり仮定した。

北側の山間部と谷間部の最大標高差は約 600m、南側の山間部と谷間部の最大標高差は約 1000m となっている。

本稿において仮定した煙突高さは 59m であり、煙突高さよりも山間部と谷間部の標高差の方が大きい。

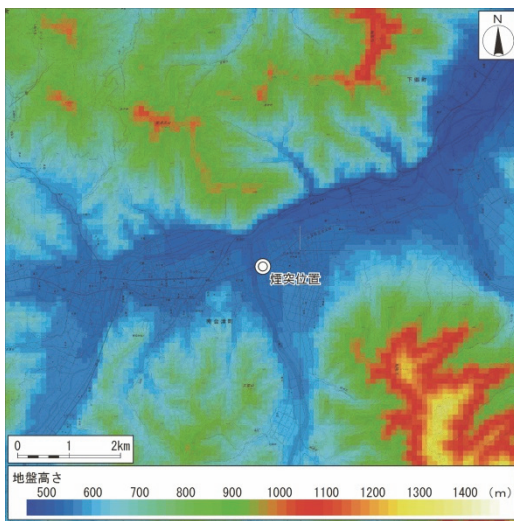


図 6 計算に用いた地形条件

4. 計算結果

4. 1 拡散計算に用いた風の場

拡散計算に用いた風の場は、図 7 及び図 8 に示すとおりである。

ここで、図 7 及び図 8 に描画した風向は、計算に用いた気象条件の卓越風向である南風とした。風速は、煙突位置の地上 10m における南風時の平均風速である 1.8m/s とした。

描画高さは地上 10m とした。

(1) 地形影響を考慮しない場合

地形影響を考慮しない場合の風の場は、一様であると仮定することから、図 7 のとおりとなる。

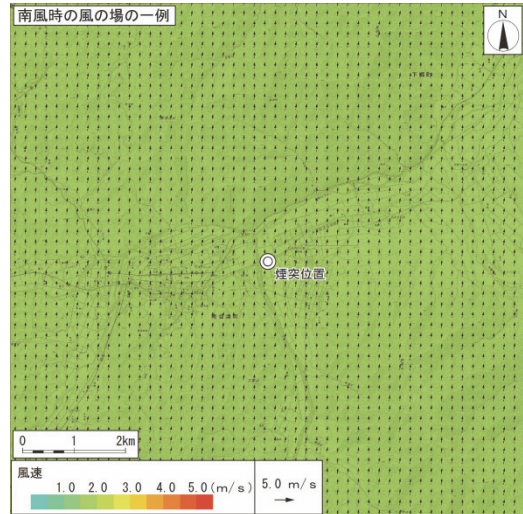


図 7 拡散計算に用いた風の場(地形を考慮しない場合)

(2) 地形影響を考慮した場合

地形影響を考慮した場合の風の場は、地形の形状により風向及び風速の分布が変化し、図 8 のとおりとなる。

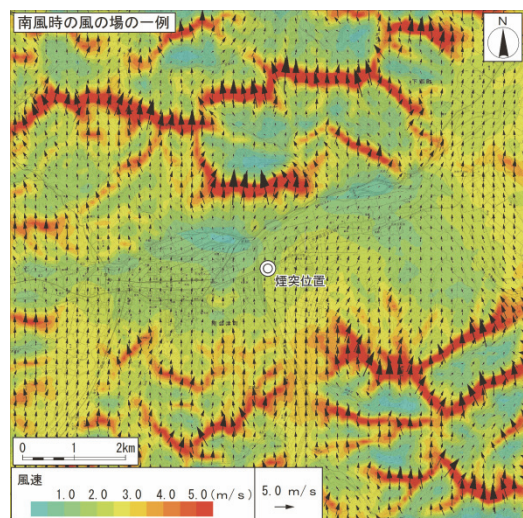


図 8 拡散計算に用いた風の場(地形を考慮した場合)

4.2 大気汚染物質の拡散計算結果

地形影響を考慮しない場合の年平均値の拡散計算結果は表 2 及び図 9 に、地形影響を考慮した場合の拡散計算結果は表 3 及び図 10 に示すとおりである。

拡散計算を行った高さは、地上 1.5m とした。

(1) 地形影響を考慮しない場合

地形影響を考慮しない場合の拡散計算結果は、計算に用いた気象条件において南から西の風向の出現頻度が高いことから、煙突位置からみて北側から東側が比較的高濃度となっている。最大濃度出現地点は煙突位置の東側に出現している。最大濃度は、0.12ppb と計算された。

表 2 地形影響を考慮しない場合の拡散計算結果(年平均値)

| 計算地点 | 計算結果(ppb) |
|----------|-----------|
| 最大濃度出現地点 | 0.12 |

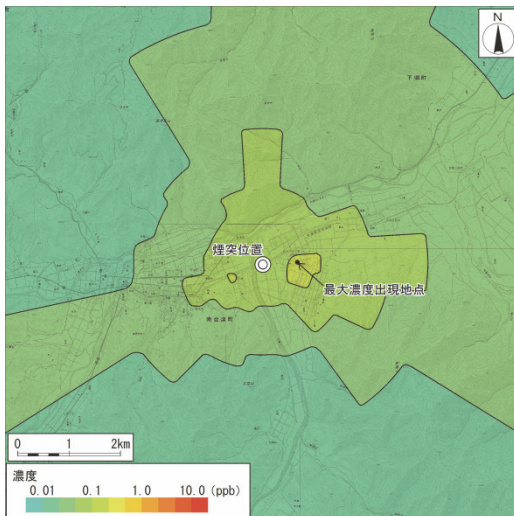


図 9 地形影響を考慮しない場合の拡散計算結果(年平均値)

(2) 地形影響を考慮した場合

地形影響を考慮した場合の拡散計算結果は、山間部と谷間部で結果が大きく異なることから、山間部と谷間部で分けて結果を整理することとした。

山間部においては、煙突排ガスの有効煙突高(実煙突高に排ガスの上昇高を加えた高さ)に標高が近い計算点で高濃度となっている。山間部における最大濃度は、7.14ppb と計算された。

谷間部においては、計算に用いた気象条件において南から西の風向の出現頻度が高いことから、煙突位置からみて北側から東側が比較的高濃度となっている。最大濃度出現地点は、北側の山に近い計算点となっている。これは、山の存在により風が滞留するためである。谷間部における最大濃度は、0.41ppb と計算された。

表 3 地形影響を考慮した場合の拡散計算結果(年平均値)

| 計算地点 | 計算結果(ppb) | |
|----------|-----------|------|
| 最大濃度出現地点 | 山間部 | 7.14 |
| | 谷間部 | 0.41 |

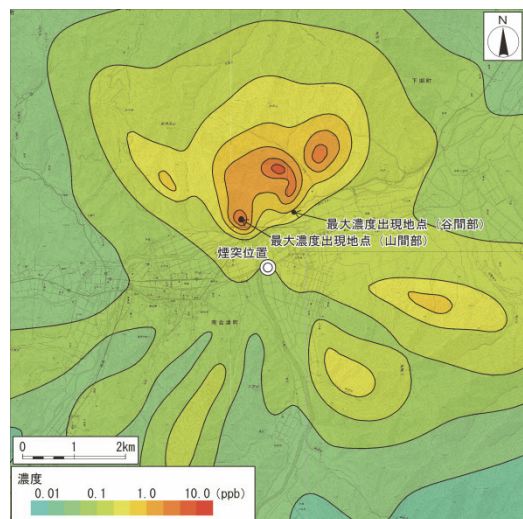


図 10 地形影響を考慮した場合の拡散計算結果(年平均値)

5. 考察

「4.2 大気汚染物質の拡散計算結果」より、地形影響を考慮した場合の濃度の方が大きく計算された。その理由について、考察を行った。

山間部については、地形影響を考慮した場合の最大濃度出現地点は、煙突排ガスの有効煙突高に地形の標高が近い計算点で出現している。これは、煙突から排出された移流パフの拡散中心がそのまま計算点に到達し、拡散による希釈があまりない状態になり、計算点での濃度が高くなるためであると考えられる。

また、谷間部については、山に近い計算点においては、風が滞留するため、高濃度となっている。また、南北が山に挟まれた地形となっているため、谷間部では谷に沿った風の流れが支配的になることから排ガスが集中しやすくなり、谷間部は全体的に地形を考慮しない場合に比べて高濃度となっていると考えられる。

6. まとめ

大気汚染物質の拡散計算においては、次に示すような場合に地形影響を考慮した場合が高濃度となると考えられ、地形影響を考慮した方が望ましいと考えられる。

- ① 計算点の標高が煙突位置の標高よりも高い場合は、地形影響を考慮しなければ、結果を過小に見積もる恐れがある。
- ② 地形の起伏が激しい地域については、流れが滞留する場所が存在する恐れがあり、高濃度が出現することがある。
- ③ 地形に沿った風の場が支配的となるような地域においては、計算点によっては、計算に用いる気象頻度と計算点の流れ場が異なる可能性がある。

上述の事項は、地形影響を考慮した方が望ましい条件としては一般的な事項であるが、本稿ではそのような条件下での計算結果の一例を示すことができた。

本稿においては割愛したが、地形影響を考慮した拡散計算を行う場合には、風の場の計算において、現地調査結果等により再現性の検討を行う必要がある。

<参考文献>

- 1)「改訂・発電所に係る環境影響評価の手引」
(平成 27 年、経済産業省)
- 2)「廃棄物処理施設生活環境影響調査指針」
(平成 18 年、環境省)
- 3)「ごみ焼却施設環境アセスメントマニュアル」
(昭和 61 年、(社)全国都市清掃会議)
- 4)「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」
(平成 12 年、公害研究対策センター)
- 5)「大気環境シミュレーション
ー大気の流れと拡散ー」
(横山長之、平成 4 年、白亜書房)