

平成31年3月

発 電 所 に 係 る  
環 境 影 響 評 価 の 手 引

経済産業省  
産業保安グループ  
電力安全課

## 発電所に係る環境影響評価の手引の履歴

---

平成 11 年 5 月 発行

平成 19 年 1 月 改訂

平成 27 年 7 月 改訂

平成 29 年 5 月 改訂

平成 31 年 3 月 改訂

---

## 2) 火力発電所・原子力発電所に係る「参考手法」の具体的内容

## ○大気質

硫黄酸化物〔影響要因の区分：施設の稼働（排ガス）〕＜原子力発電所は除く＞

## 一 調査すべき情報

イ 二酸化硫黄の濃度の状況

■ 気象の状況

## 二 調査の基本的な手法

文献その他の資料及び現地調査による情報の収集並びに当該情報の整理及び解析。この場合において、前号イの情報については環境基準において定められた二酸化硫黄に係る大気の汚染についての測定の方法、前号ロの情報については気象業務法施行規則（昭和二十七年運輸省令第百一号）第一条の二又は第一条の三に基づく技術上の基準による測定の方法。

## 三 調査地域

硫黄酸化物の拡散の特性を踏まえ、硫黄酸化物に係る環境影響を受けるおそれがある地域

## 四 調査地点

硫黄酸化物の拡散の特性を踏まえ、前号の調査地域における硫黄酸化物に係る環境影響を予測し、及び評価するために適切かつ効果的な地点

## 五 調査期間等

原則として一年間（第一号ロの情報において、高層の気象を調査する場合は、各季節ごとに各一週間）

## 六 予測の基本的な手法

大気の拡散式に基づく理論計算

## 七 予測地域

第三号の調査地域のうち、硫黄酸化物の拡散の特性を踏まえ、硫黄酸化物に係る環境影響を受けるおそれがある地域

## 八 予測対象時期等

発電所の運転が定常状態となる時期及び硫黄酸化物に係る環境影響が最大になる時期（最大になる時期を設定することができる場合に限る）

## 〔解説〕

## 一 調査すべき情報について

イ 二酸化硫黄濃度の状況

発電所周辺地域における大気中の二酸化硫黄濃度について調査する。

ロ 気象の状況

## (1) 地上気象

風向、風速、日射量、放射収支量

日射量、放射収支量は、「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」（昭和57年、原子力安全委員会決定）に定められた大気安定度分類の手法を用いるために、同指針に基づき調査する。

なお、測定値（大気安定度を含む）の欠測率は連続した12カ月において、原則として10%以下とする。

## (2) 高層気象

風向、風速及び気温

発電所の排ガスが拡散する高度付近の気象の状況について調査する。

## (3) 上層気象

## 風向、風速

大気拡散予測において、上層の風向、風速については、地上気象観測調査結果からの推定又は煙突高さ付近の高度における実測データ等を基に設定することとしているが、煙突高さ付近において実測を行う場合には本項に基づき行うこととする。

## 二 調査の基本的な手法について

## a 文献その他の資料

## イ 二酸化硫黄の濃度の状況

国又は地方公共団体が設置・測定している大気測定局における測定結果をとりまとめた資料とする。

## ロ 気象の状況

既存の気象観測施設が存在する場合、過去に当該地域で観測された資料が存在する場合等において、予測を行うために十分な情報が得られる時はそれらを利用することができるが、それ以外の場合は現地調査を行うこととする。

なお、第4章3(2)に示す簡略化条件(500頁参照)に該当する場合は、高層気象観測を省略できるものとする。

## b 現地調査

## イ 二酸化硫黄の濃度の状況

「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)の二酸化硫黄に係る大気の汚染についての測定法として定める溶液導電率法又は紫外線蛍光法による。

## ロ 気象の状況

原則として、「気象業務法施行規則」(昭和27年運輸省令第101号)第1条の2又は第1条の3に基づく技術上の基準並びに「発電用原子炉施設の安全解析に関する気象指針」(昭和57年、原子力安全委員会決定)に基づく方法とするが、あわせて「地上気象観測指針」(平成14年、気象庁)及び「高層気象観測指針」(平成16年、気象庁)等を参考にして実施する。

## 三 調査地域について

## イ 二酸化硫黄の濃度の状況

予測において年平均着地濃度を求めることから、調査地域は、着地濃度が相対的に高くなる地域を包含する範囲として、原則として発電所を中心とした半径20kmの範囲とする。なお、過去の発電所アセスメントの知見と当該事業の諸元等から、着地濃度が相対的に高くなる地域と発電所の距離が過去の事例と比べて大きく異なると判断される場合には、当該地域を包含するように調査地域を設定する。ただし、海域については現況濃度に関する情報が得られないため、対象範囲から除外するものとする。

## 四 調査地点について

## イ 二酸化硫黄の濃度の状況

調査地点数は、10地点程度を標準とする。

調査は、原則として、地方公共団体等の既存の測定局における測定結果を集約するものとするが、予測・評価に十分な情報が得られない場合には、事業者が新たに測定局を設置する。

測定局設置地点の選定に当たっては、他の汚染源の配置、当該地域の風配と発電所の位置関係等を考慮し、予測・評価を効果的に行うことができ

るように留意する。

ロ 気象の状況

原則として発電所設置の場所又はその近傍の1地点とする。

五 調査期間等について

a 文献その他の資料

極力最新のものを用いる。

b 現地調査

調査は原則として1年間とする。

高層気象の調査に当たっては、各季節を代表する時期や気象状況を考慮して調査時期を選定することとする。

六 予測の基本的な手法について

排煙の拡散現象は、時間的にも空間的にも時々刻々変化する現象であるので、大気拡散予測に当たっては、技術的に知り得る自然界等の情報を有効に活用できるとともに、それらの知り得る情報のレベルに適合した予測手法を選択することが重要である。さらに、評価の妥当性や予測精度を勘案すると、予測時間スケールの大きい年平均値予測を主体とするのが妥当と考えられる。

ただし、年平均値に加えて短期的な濃度の変動幅を把握するために、日平均値の高濃度についても予測することとする。

また、必要に応じて逆転層形成時、ダウンウォッシュ発生時等の特殊気象条件下における着地濃度の1時間値の予測についても「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）等に基づき実施するとともに、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。その手法については、風洞実験と電力中央研究所の数値モデル、EPA（米国環境保護庁）のISC-ST3モデル等を適宜選択して利用することとする。

なお、年平均値の予測手法として地方公共団体等で使用されているモデルがあり、より適切であると判断される場合は、そのモデルによることのできるものとする。

(1) 年平均値の予測手法

a 計算式

火力発電所の排煙の拡散予測は、排煙の上昇を考慮した有効煙突高さからの拡散をモデル化した数値計算により行う。

なお、有効煙突高さは、煙上昇高さ計算式により求めた煙上昇高さに煙突実高さを加算して求めるが、集合煙突の場合には、煙突口が接合していないと煙突口間隔により、煙突の集合効果が減少する場合もあることに留意する。

煙上昇高さ計算式及び拡散式については原則として「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」に基づき選定するものとするが、地方公共団体等によるモデルを使用する場合はその手法に従うこととする。

b 予測条件

i 拡散予測に必要な排ガス量、汚染物質排出量等の煙源条件は、対象煙源の年間利用率及び日負荷パターンをモデル化し、それらに基づき算定するものとする。

ii 発電所のような大規模高煙源については、有効煙突高さが高いので、排煙の拡散場条件は地上付近とは異なっている場合が多いことから、各種気象観測結果等を用いて上層の拡散場を設定する。

○発電所の設置の場所近傍の鉄塔、煙突等において、またはドップラーソーダー等による近年の上層気象観測が行われている場合は、上層拡散場の風向、風速としてこれを使用することができる。

○地上気象観測結果から上層の風向、風速を推定する場合において、風向は、原則として地上気象観測結果を使用する。また、風速は、原則として地上気象観測結果を基準に、風速鉛直分布のべき法則を用いて上層風速を設定する。

風速鉛直分布のべき法則は次式に示すとおりであり、べき指数(p)は原則として高層気象観測結果を用いて設定する。ただし、第4章3(2)に示す簡略化条件(499頁参照)に該当する場合は、べき指数(p)は、「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」に示す値を用い設定することができる。

$$U_z = U_g \cdot (Z/Z_g)^p$$

ここで  $U_z$  : 上層風速 (m/s)  
 $U_g$  : 基準高度の風速 (m/s)  
 $Z$  : 上層高度 (m)  
 $Z_g$  : 基準高度 (m)  
 $p$  : べき指数

●上層の拡散パラメータについては、事業特性、地域特性を勘案して地上の大気安定度を基に設定するが、その際には「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」等の知見を参考にすることとする。

ただし、拡散予測において地方公共団体等によるシミュレーションモデルを利用する場合には、そのモデルの定める方法を用いることとする。

c 予測結果のとりまとめ

年平均値の予測結果は、発電所周辺地域の大気質測定局における予測濃度一覧表及び予測濃度値の等濃度線図(コンター図)で表示するものとする。

等濃度線図については、図中に海岸線、行政区画、発電所の設置の場所、現況調査点等を併せて表示し、予測地点として選定した測定局が発電所排煙の着地濃度が高くなる地域からも選定されていることを確認できるようにする。

大気質測定局における予測濃度値一覧表については、大気質測定局名、将来の環境の状況(推定が困難な場合は現況調査結果)、予測濃度値及び必要に応じて将来の環境の状況と予測濃度値を合成したものを示すものとする。

(2) 日平均値の予測手法

a 計算式

煙上昇式及び拡散式は、年平均値の予測手法と同じ手法とする。

b 予測条件

日平均値予測の拡散場条件は、年平均値予測で用いるものと同一の

1年間の気象調査によって得られる毎時の実測データを基にし、年平均値予測と同じ手法により上層の拡散場条件を設定する。

c 予測結果のとりまとめ

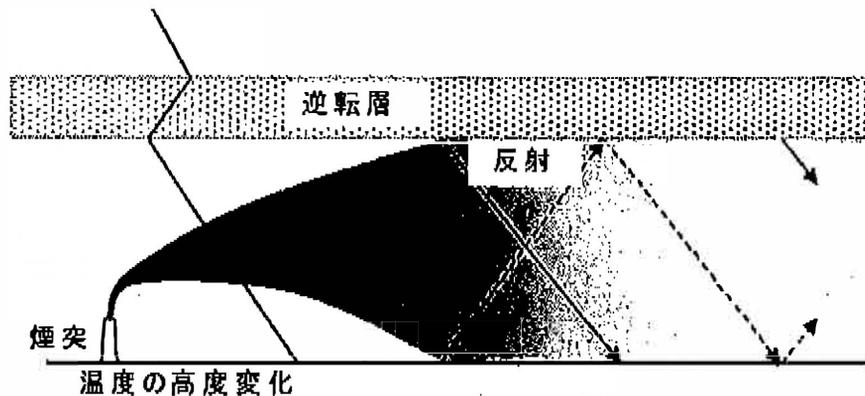
■ 平均値の予測結果については、選定した予測地点毎に、原則として寄与濃度の最大値上位5日間の平均値を表形式にとりまとめるものとする。また、必要に応じて測定局の高濃度日における日平均値も同様とする。

(3) 特殊気象条件下の予測手法

特殊気象条件下（逆転層形成時、ダウンウォッシュ発生時、内部境界層発達によるフュミゲーション発生時）における短期予測（1時間値）については、特殊気象であるため年間を通じて発生が限られることから、煙源条件及び気象観測結果などを勘案し、適宜、必要な特殊気象について予測を行う。

a 逆転層形成時

煙突上部に逆転層がある場合は、次図のように排煙が逆転層を突き抜けずに、排煙が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。



予測方法は、高層気象観測結果を用いて「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」に示される方法により逆転層突き抜け判定を実施し、逆転層を突き抜けず、かつ有効煙突高さが逆転層より低い場合は、必要に応じて予測を行うものとする。

i 計算式

煙上昇式及び拡散式は、「窒素酸化物総量規制マニュアル〔新版〕」等を基に選択する。

ii 予測条件

短期予測（1時間値）に必要な排ガス量、汚染物質排出量等の煙源条件は、当該発電所の平均的な運転状況に応じたものとする。また、風速及び拡散条件等は、気象調査結果から逆転層形成時の条件を選定し、設定するものとする。

なお、第4章3(2)に示す発電所リプレース等における簡略化条件（500頁参照）に該当し高層気象観測を行わない場合、逆転層高度などをパラメータとした感度解析により予測の変動幅を把握した上で予測に用いるパラメータを選定することとする。パラメー

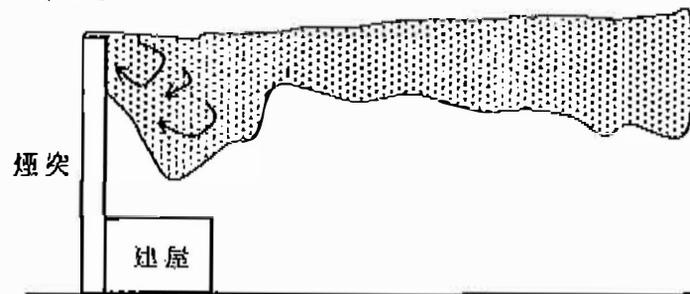
タの選定は、拡散計算結果と大気質モニタリング結果を比較した電中研報告等を参考に行う(「環境アセスメントの簡略化方法に関する調査(その2) - 気象観測および大気質観測の簡略化のための手法提案 -」(電力中央研究所研究報告 V06002, 2006))。

iii 予測結果のとりまとめ

短期予測結果(1時間値)については、煙軸上の最大着地濃度、最大着地濃度距離及び予測諸元をとりまとめるものとする。

b 煙突ダウンウォッシュ発生時

強風時には、次図のように煙突自体の風下側に生じる渦に排煙が巻き込まれる現象が発生する場合がある。この現象が生じると排煙による上昇がなくなり、有効煙突高さが低くなるため、地上濃度が高くなる可能性がある。



煙突ダウンウォッシュの予測方法については、「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版)」に基づき、排出ガス速度の2/3倍以上の風速がある場合に、必要に応じて予測を行うものとする。

i 計算式

煙上昇式及び拡散式は、「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版)」等を基に選択する。

ii 予測条件

短期予測(1時間値)に必要な排ガス量、汚染物質排出量等の煙源条件は、当該発電所の平均的な運転状況に応じたものとする。

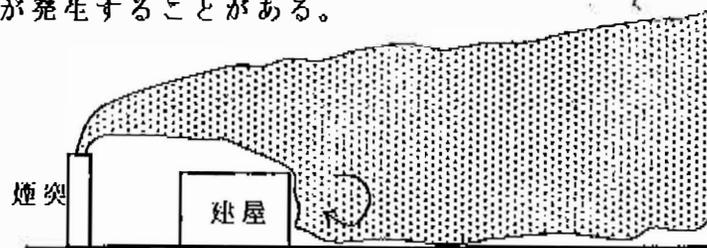
また、風速及び拡散条件等は、気象調査結果から煙突ダウンウォッシュ発生時の条件を選定し、設定するものとする。

iii 予測結果のとりまとめ

短期予測結果(1時間値)については、煙軸上の最大着地濃度、最大着地濃度距離及び予測諸元をとりまとめるものとする。

c 建物ダウンウォッシュ発生時

次図のように、強風時には、近隣の建物影響により、風下側に生じる渦に排煙が巻き込まれ、煙が地上付近に到達することにより、地上で高濃度が発生することがある。



建物ダウンウォッシュの予測方法については、煙突の高さや煙突と周辺建物の配置関係が以下の条件に該当する場合に、必要に応じて予測を行うものとする。

<建物ダウンウォッシュ発生条件>

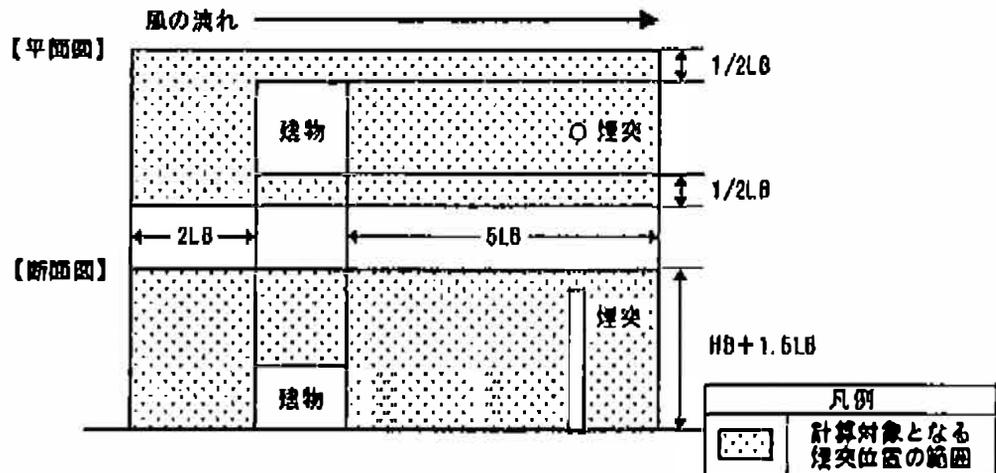
$$HS < HB + 1.5LB$$

HS : 煙突高さ(m)

HB : 建物の高さ(m)

LB : 建物の高さ(HB)と建物の横幅(WB)の小さいほうの値(m)

ただし、対象とする建物は、次図のように、煙突が建物の風上側に2LB、風下側に5LBの範囲にある建物とする。



i 計算式

煙上昇式及び拡散式は、EPA（米国環境保護庁）のISC-PRIME等を基に選択する。

ii 予測条件

短期予測（1時間値）に必要な排ガス量、汚染物質排出量等の煙源条件は、当該発電所の平均的な運転状況に応じたものとする。

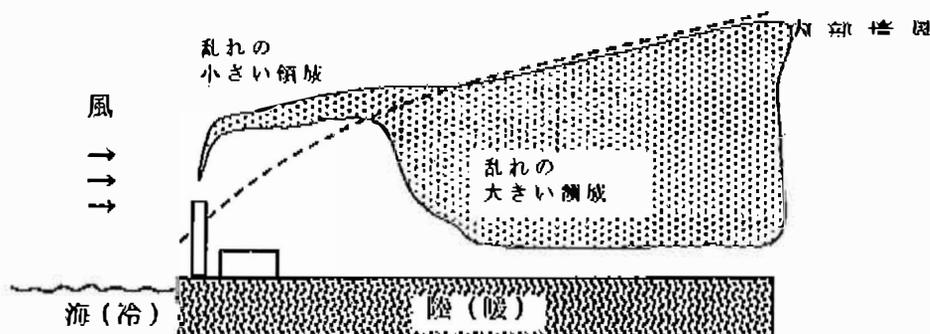
また、風速及び拡散条件等は、気象調査結果から建物ダウンウォッシュ発生時の条件を選定のうえ設定するものとする。

iii 予測結果のとりまとめ

短期予測結果（1時間値）については、煙軸上の最大着地濃度、最大着地濃度距離及び予測諸元をとりまとめるものとする。

d 内部境界層発達によるフェミゲーション発生時

次図のように、煙突からの排煙は海風層に排出され内陸側に流れた後、内部境界層\*にぶつかり、急速に地表近くまで降下するフェミゲーションが生じ、高濃度となる可能性がある。



\* 内部境界層：

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の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。

予測方法は、高層気象観測結果等を用いて、先行事例等によりフュミゲーションが発生する可能性のある内部境界層の出現状況について検討し、発生する可能性がある場合は、必要に応じて予測を行うものとする。

i 計算式

煙上昇式及び拡散式は、それぞれ「窒素酸化物総量規制マニュアル(新版)」、フュミゲーションモデル(Lyons&Cole 1973)等を基に選択する。

ii 予測条件

短期予測(1時間値)に必要な排ガス量、汚染物質排出量等の煙源条件は、当該発電所の平均的な運転状況に応じたものとする。

また、風速及び拡散条件等は、気象調査結果から内部境界層発達によるフュミゲーションが発生する可能性がある時の条件を選定のうえ設定するものとし、内部境界層の発達位置は周辺地形及び海岸線等を勘案のうえ適切に設定するものとする。

なお、内部境界層発達高度式の比例係数などをパラメータとした感度解析により予測の変動幅を把握した上で予測に用いるパラメータを選定することとする。内部境界層発達高度式の比例係数については、1～6(上部安定層に生じる対流混合の影響が及ぶ遷移領域のエントレイメント層を加算する場合は1～10)という報告(安達ら)があるので、この範囲から、拡散計算結果と大気質モニタリング結果を比較した種中研報告等を参考に設定する(「環境アセスメントの簡略化方法に関する調査(その2)―気象観測および大気質観測の簡略化のための手法提案―」(電力中央研究所研究報告 V06002, 2006))。

iii 予測結果のとりまとめ

短期予測結果(1時間値)については、煙軸上の最大着地濃度、最大着地濃度距離及び予測諸元をとりまとめるものとする。

#### (4) 地形影響の予測手法

平地を仮定した標準的な予測計算方法(以下「平地予測」という。)では、地形に起伏があると、地上における最大濃度が過小な見積りとなることがある。地上濃度が平地予測で過小な見積りとなるかどうかは、あらかじめ知ることができないが、これまで実施された風洞実験を整理すると、対象地域内に標高の高い所があると、煙流の拡散が不規則になり、地上における最大濃度の出現地点は平地の場合よりも煙源に近いところになり、その濃度も平地の場合より高くなる傾向のあること、また、煙源の高さ(有効煙突高)が低いほど、地形の影響を受けやすいことが分かっている。

平地予測での見積りが実態を十分に表現しているとは考えられず、それだけで周辺環境への影響を評価することは不適当とみなされる場合には、地形の影響も考慮し得る予測手法も併用すべきである。客観的な判断手順としては、以下の方法が薦められるが、他に合理的な方法があればそれによってもよい。

- ① 当該排煙施設の有効煙突高 $H_0$ を求める。 $H_0$ の計算にはボサンケI式を用いる。
- ② 煙源から半径5km以内の最大標高と煙源基礎部分の標高との差 $H_{5max}$ を求める。
- ③ 同様に、煙源から半径20km以内の最大標高と煙源基礎部分の標高との差 $H_{20max}$ を求める。
- $H_{5max}/H_0$ が0.6以上の場合、あるいは $H_{20max}/H_0$ が1.0以上の場合、地形の影響も考慮し得る予測手法を併用すべきである。

なお、上記の判定条件は煙源の高さが一定以上(有効煙突高が300m以上)の場合を想定しており、これに満たない低い煙源では、 $H_{5max}/H_0$ または $H_{20max}/H_0$ が④の条件より多少小さくとも地形の影響を考慮し得る予測手法を併用することが望ましい。

また、地形影響の予測手法としては、風洞実験あるいは、風洞実験や野外観測との比較を通してその予測精度が検証され、これまでの環境アセスメントでの評価において実績がある数値モデル、例えば電力中央研究所の数値モデル(電中研総合報告 T71)等を用いるものとする。数値モデルによる地形影響評価の手順は、風洞実験と同様の考え方で次図のとおりである。

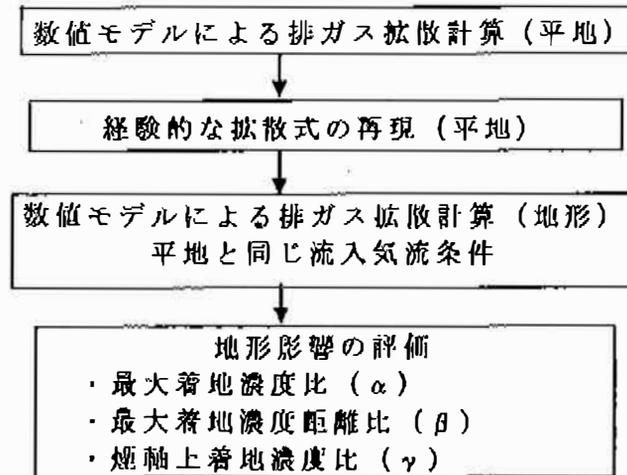


図 数値モデルによる地形影響評価の手順

- ・最大着地濃度比 (α) = 地形を対象とした場合の最大着地濃度 / 平地での最大着地濃度
- ・最大着地濃度距離比 (β) = 地形を対象とした場合の最大着地濃度距離 / 平地での最大着地濃度距離
- ・煙軸上着地濃度比 (γ) = 地形を対象とした場合の煙軸上着地濃度 / 平地での最大着地濃度

一般に数値モデルは気流モデルと拡散モデルから構成され、例えば電力中央研究所の数値モデルでは気流モデルに応力方程式に基づく乱流モデル (Gibson & Launder, 1978)、拡散モデルにラグランジェ型粒子モデル (Thomson, 1987) が使用されている。

地形影響を簡易的に取り込んだモデルとして EPA (米国環境保護庁) の ISC-ST3 モデルがある。このモデルは正規型のブルーム式を基本とし、地形標高に応じて排ガスの有効高さを変化させて拡散計算を行う。

(参考文献)

「電力中央研究所総合報告T71」(2002.4)

「Gibson, M. M. and Launder, B. E., J. Fluid Mech, 86」 491-511, (1978)

「Thomson, D. J., J. Fluid Mech, 180」 529-556, (1987)

U. S. EPA ISCST3の引用

## 七 予測地域について

予測地域は当該発電所の設置の場所を中心に、年平均値における発電所排煙の着地濃度が相対的に高くなる地域を包含する範囲とする。なお、予測地点については、年平均値の予測結果及び地域の風配や住居地域等の状況を参考に現況調査点の中から、以下の視点を考慮して選定することとする。

- a 発電所排煙の着地濃度が相対的に高くなる
- b 住居地域等保全の対象となる地域が存在する
- c 現況濃度が相対的に高いレベルにある

## 八 予測対象時期等について

発電所完成後、発電所が平均的な運転状態となる期間において予測し、また、設定可能な場合には硫黄酸化物に係る環境影響が最大となる期間において予測する。

## 九 評価の手法について

調査及び予測の結果に基づいて、硫黄酸化物に係る環境影響が、実行可能な範囲内で回避又は低減されているかを検討し、環境保全についての配慮が適正になされているかを検討する。

また、「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)との整合が図られているかを検討する。