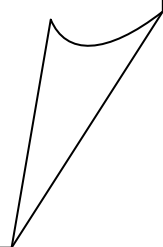


参 考 資 料



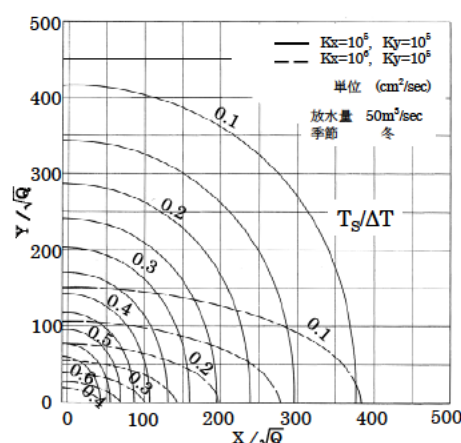
I. 火力・原子力発電所「施設の稼働（温排水）」の水温への影響評価について

1. 温排水拡散簡易予測手法

(1) 温排水拡散汎用計算図表

本計算図表は、冷却水量、流動・拡散等をパラメータにして数値モデルによるシミュレーション解析手法により計算した結果をもとに拡散範囲を推定する方法を図表化したものである（電力中央研究所、研究報告 375008）。

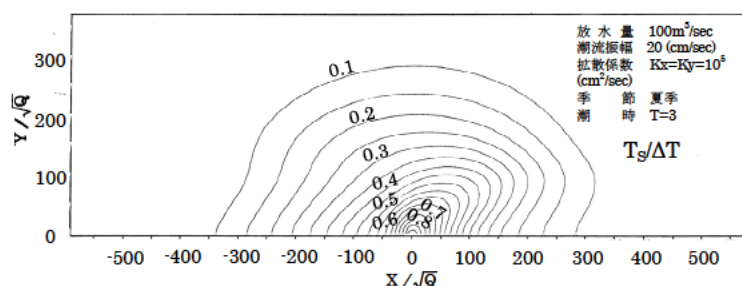
付図－1.1 海域の流れの周期性が微弱な場合



Q：冷却水量(m³/sec)
K_X, K_Y：海岸に平行な方向、
海岸に直角な方向
の拡散係数

$$T_s/\Delta T = \frac{\text{予想したい任意の水温}-\text{環境水温}}{\text{放水水温}-\text{環境水温}}$$

付図－1.2 海域の流れの周期性が明瞭な場合



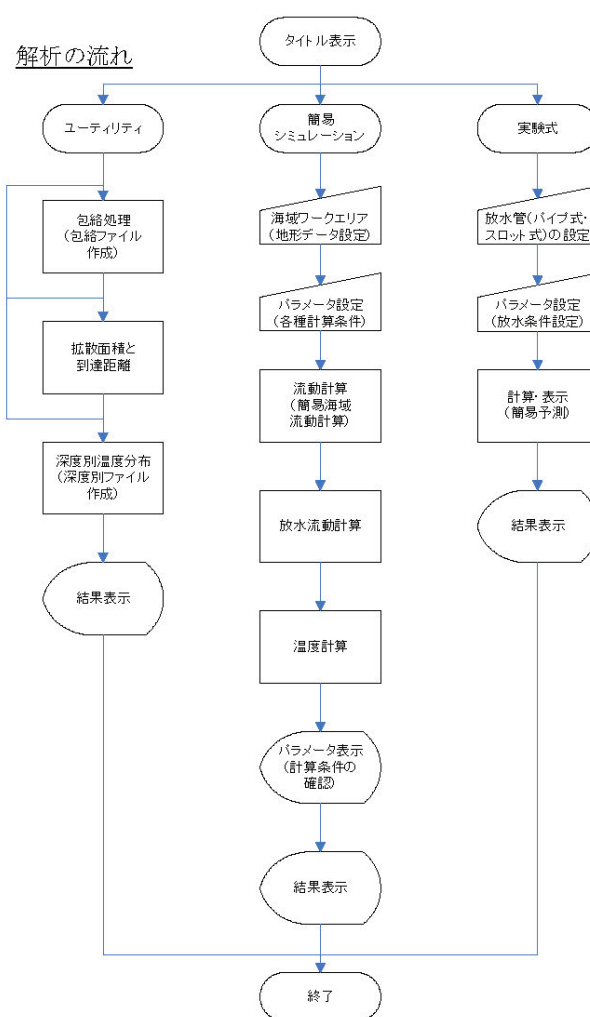
参考文献

- 1) 「温排水拡散予測汎用計算図表の提案」（電力中央研究所研究報告 375008、1975）

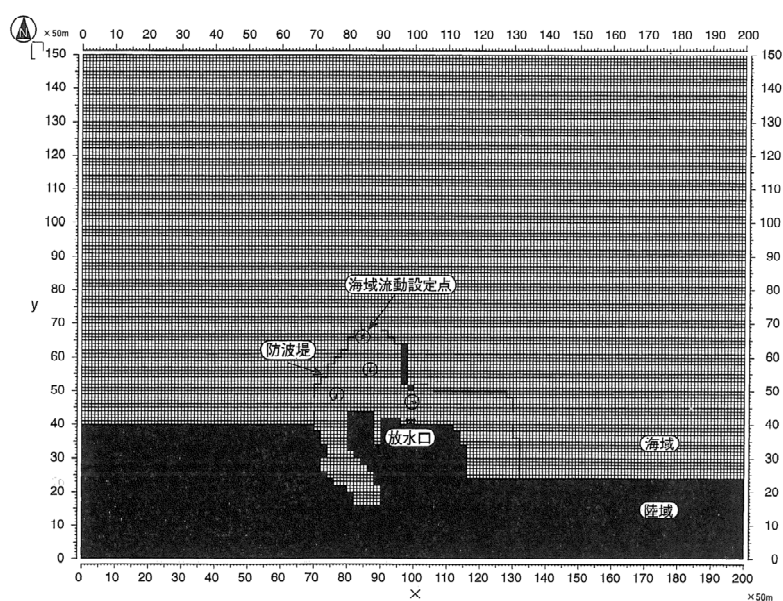
(2) パソコンによる温排水拡散簡易予測モデル

本簡易予測モデルは、数値モデルによる簡易シミュレーションモデルで、表層放水方式や水中放水方式について、任意の地形、海象、気象、放水条件に対して海域流動、放水流動、温度計算を行うもので、計算結果のグラフィック表示も可能である。（電力中央研究所、研究報告 U94003、研究報告 V12018）

付図－2.1 簡易予測モデルの解析フロー



付図－2.2 地形・放水口などの設定画面



付図－2.3 計算パラメータの設定画面

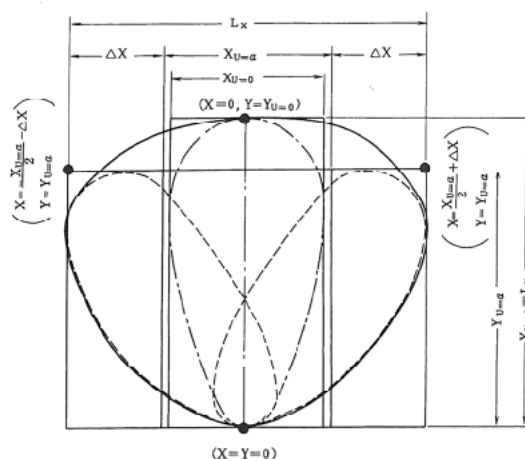
(3) 水中放水の場合の温排水拡散推定範囲

水中放水方式の場合は、放水口形状や放水流量など任意の放水口条件に対して、過去に実施された水中放水の水理模型実験結果をデータベース化し、それらのデータに基づいて実験式により拡散範囲を推定する方法も提案されている（電力中央研究所、研究報告 U88071）。

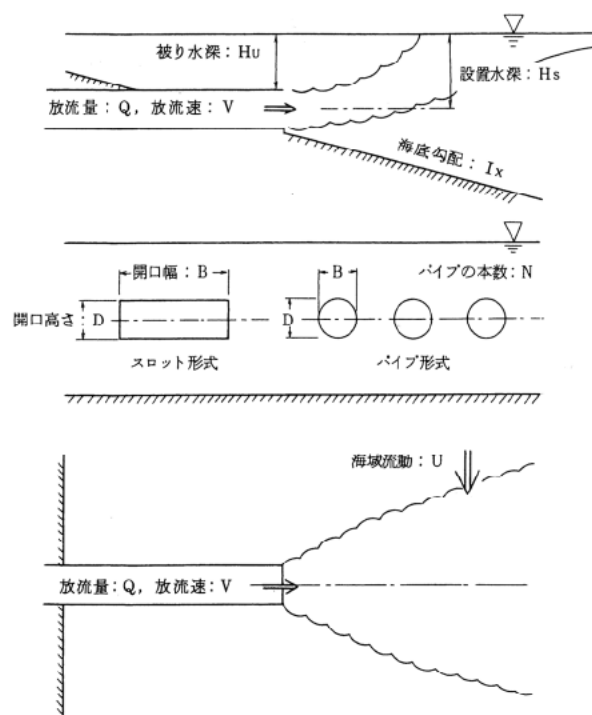
付表－3.1 水中放水の場合における温排水拡散特性の実験式

拡散特性	実験式	備考
(1) 1℃、2℃上昇面積	$A_1 = 3092 [X_A]^{2.34} \quad (\sigma = 2.75)$ $A_2 = 89.4 [X_A]^{2.02} \quad (\sigma = 3.14)$	$X_A = \frac{Q(1 + \tan h((B \cdot N / H_U)^3))}{V \cdot H_S(1 + I_X)} \quad (m)$ σ: 実験係数 a の標準偏差 A_1, A_2: 1℃、2℃上昇拡散面積 (m²) X_1, X_2: 1℃、2℃上昇域の拡散幅 (m) Y_1, Y_2: 1℃、2℃上昇域の到達距離 (m) ΔT_m: 表層最大上昇温度 (℃) V_m: 表層最大流速 (m/s)
(2) 1℃、2℃上昇域の到達距離と拡散幅	$X_1 = 49.4 [X_A \cdot (1 + U/V)]^{1.17} \quad (\sigma = 1.98)$ $Y_1 = 168 [X_A / (1 + U/V)]^{0.953} \quad (\sigma = 1.55)$ $X_2 = 6.08 [X_A \cdot (1 + U/V)]^{1.08} \quad (\sigma = 1.93)$ $Y_2 = 43.0 [X_A \cdot (1 + U/V)]^{0.823} \quad (\sigma = 1.61)$	
(3) 最大上昇温度 (表層)	$\Delta T_m = 2.26 [X_A / H_S]^{0.183} \quad (\sigma = 1.26)$	
(4) 最大流速値 (表層)	$V_m = 0.669 \left[\frac{(Q \cdot V)^{0.5}}{H_S(1 + \tan h(I_X^{0.01}))} \right]^{0.516} \quad (\sigma = 1.30)$	
(5) 1℃最大包絡範囲	$X = 195 [X_A \cdot (1 + U/V)]^{1.01}$ $Y = 304 [X_A \cdot (1 + U/V)]^{0.85}$ $L_X = X_{U=\max} + (\Delta X_1 + \Delta X_2)$ $L_Y = Y_{U=0}$ $\Delta X = \frac{\tan h(a \cdot U / U_0) \cdot X_{U=\max}}{2}$	L_X : 沿岸方向最大拡散幅 (m) L_Y : 沖合最大到達距離 (m) $\Delta X_1, \Delta X_2$: 海域流動によるシフト量 (m) $\left(\frac{a-2}{U_0=30\text{cm/s}} \right)$ ← 実験より得られた知見 注) その他の記号は付図－2.2参照

付図-3.1 予測包絡範囲の作図法



付図-3.2 水中放水方式の記号説明図



参考文献

- 1) 「パソコンによる温排水拡散予測モデルの開発」 (電力中央研究所研究報告 U94003、1994)
- 2) 「水中放水された温排水の簡易シミュレーション手法の適用性」 (電力中央研究所研究報告 V12018、2013)

(4) 拡散係数の簡易設定法

前述のパソコンによる温排水拡散簡易予測モデル^{1) 2)}の入力条件の一つである拡散係数について、既存データが得られない海域では、次式から予測に用いる係数値を簡易に推定することができる³⁾。

$$K = 55 \cdot (U_p^2 \cdot T_p)^{0.38} \quad (\text{周期性が明瞭な海域})$$

$$K = 1.9 \times 10^{-4} \cdot (U_s^2 \cdot T_s)^{1.12} \quad (\text{周期性が微弱な海域})$$

ここで、 K ：拡散係数の予測設定値、 U_p ：卓越周期の代表潮流振幅、 T_p ：潮流の卓越周期、 U_s ：代表恒流流速、 T_s ：温排水量から推定される時間スケール（p515 付表-2 参照）。

なお、上記の代表潮流振幅や代表恒流流速は、放水口から付表-2に記載された放水量に対応する相当半径程度の範囲の平均的な流速値を目途とする。

上式から得られた値を半オーダー単位で読み替え、計算条件として用いる。本手順で算定した拡散係数の目安値の早見表を下表に示す。

付表-4.1 拡散係数の目安値 （単位：cm²/s）

（周期性の明瞭な海域）

（周期性の微弱な海域）

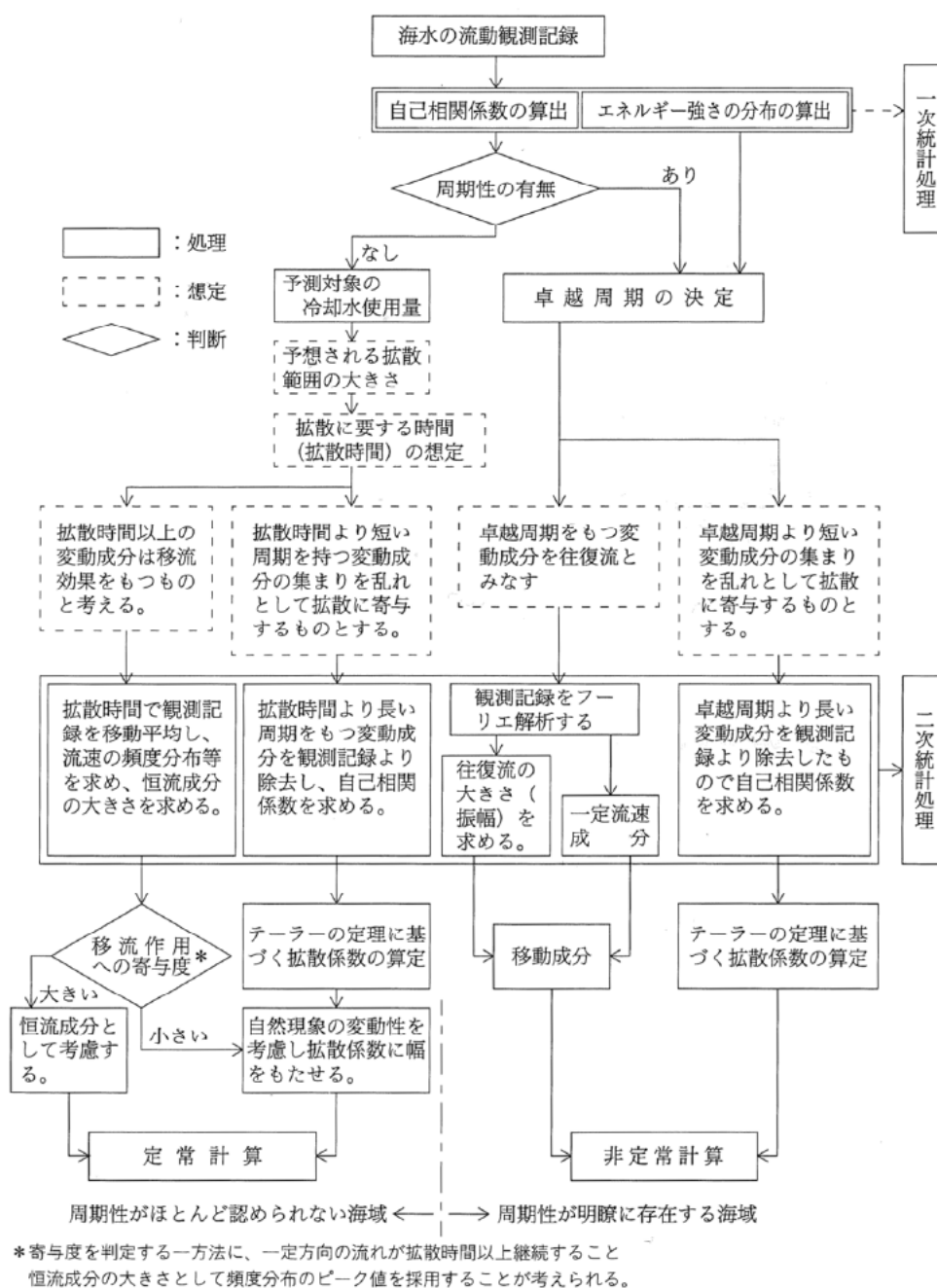
		拡散時間スケール (hr)	
		12	
代表潮流振幅 (cm/s)	5	1×10^4	
	10	1×10^4	
	15	1×10^4	
	20	5×10^4	
	30	5×10^4	
	40	5×10^4	
	50	5×10^4	

		拡散時間スケール (hr)			
		12	24	36	48
代表恒流流速 (cm/s)	10	5×10^3	1×10^4	1×10^4	1×10^4
	20	1×10^4	5×10^4	1×10^5	1×10^5
	30	5×10^4	1×10^5	1×10^5	5×10^5
	40	1×10^5	5×10^5	5×10^5	5×10^5
	50	1×10^5	5×10^5	5×10^5	1×10^6

参考文献

- 1) 「パソコンによる温排水拡散簡易予測手法の開発」（電力中央研究所研究報告 U94003、1994）
- 2) 「水中放水された温排水の簡易シミュレーション手法の適用性」（電力中央研究所，研究報告 V12018，2013）
- 3) 「環境アセスメントの簡略化方法に関する調査（その1）－海域拡散係数の簡易設定法の提案と流動・拡散特性の季節変動の分析－」（電力中央研究所研究報告 V06001、2006）

2. 数値モデルによるシミュレーション解析手法の手順



参考文献

○平面2次元モデル

- 1) 「沿岸海域における温排水拡散予測手法の適合性に関する研究」 (電力中央研究所研究報告 73011、1974)

○3次元モデル

- 2) 「複数管から放出された水平重力噴流の拡散特性」 (電力中央研究所研究報告 U97057、1997)
- 3) 「近接する表層放水口および水中放水口より同時放水される温排水の拡散挙動」 (電力中央研究所研究報告 U00013、2000)
- 4) 「密度成層下における3次元温排水拡散予測モデルの適用性」 (電力中央研究所研究報告 U03059、2003)

3. 表層放水に対する水理実験手法の手順

I	模型縮尺の選定	予想される拡散範囲を十分に包含できる縮尺とする。 乱流状態である時間が支配的であるような縮尺とする。 粘性や表面張力の影響が無視できる範囲内で、歪み縮尺は10以下にするのが望ましい。
II	流動・拡散特性の相似性の検討	フルードの相似則に従って流れを発生させ、現地の平均的流動特性、乱流構造が十分に再現されていることを確認する。
III	流動・拡散予測	フルードの相似則に従って放水量を決定し、内部フルードの相似則から一般には放出水と環境水の密度差を原型と同一に保ち、放水する。現象がほぼ定常に達した後に、流速分布、拡散範囲を測定する。

4. 水中放水に対する水理実験手法の手順

I	模型縮尺の選定	模型における噴流が乱流噴流であるような模型縮尺とし、予想される拡散範囲が十分に包含できる縮尺とする。
II	流動特性の相似性の検討	フルードの相似則に従って流れを発生させ、現地海域の流動特性が十分に再現されていることを確認する。
III	拡散予測	フルードの相似則に従って放水量を決定し、内部フルードの相似則から、放出水と環境水の相対密度差を原型と同一に保ち、放水する。 現象がほぼ定常に達した後に水温分布、流速分布を測定する。表層放水の予測モデルへの接合を考える場合には、浮上点付近を中心に水温流速分布を詳しく測定する。

5. 温排水の放水量と拡散範囲の時間・空間スケール

温排水を海域に放水するとき、1℃の水温上昇範囲が定常状態に達するまでの時間・空間スケールは、温排水の放水量と相関関係がある。

1℃～2℃の水温上昇域を問題にする場合、従来より実施されてきた、各地点における水温拡散分布の実測結果並びに数理モデルによる予測結果より、各流量に対する1℃上昇の拡散面積と水平スケールとの関係は、付表－2に示すとおりである。ここにいう水平スケールとは、拡散分布が半円状に拡がると仮定した場合の平均半径と定義したものである。

一方、染料等による海洋での拡散実験の結果から、拡散現象のスケール ℓ (cm) と時間 t (s) との関係は、

$$\ell = 0.312 t^{1.17}$$

で求められる。付表－2には、上式に基づく放水量と時間・空間スケールとの関係を参考程度に示してある。

付表－2 温排水の放水量と時間・空間スケールの関係*

放水量 (m³/s)	1℃上昇 拡散面積 (km²)	相当半径 (km)	時間スケール (hr)
20	1.3	0.91	約 13
40	4.3	1.65	22
60	6.4	2.02	26
80	8.5	2.33	29
100	10.5	2.59	32
120	12.6	2.83	35
150	15.5	3.14	38
200	20.7	3.63	43
300	30.5	4.41	50

(* 取放水温度差を7℃とした場合)

6. 拡散係数の算定

拡散係数の算定式は次式による。

$$K_x = \overline{U_E^2} \cdot \int_0^\infty R_{EU}(\tau) d\tau \cdot \beta$$

$$K_y = \overline{V_E^2} \cdot \int_0^\infty R_{EV}(\tau) d\tau \cdot \beta$$

ここに、 $\overline{U_E^2}$ 、 $\overline{V_E^2}$ はそれぞれX、Y方向のオイラー変動速度の2乗平均、 $R_{EU}(\tau)$ 、 $R_{EV}(\tau)$ はそれぞれX、Y方向のオイラー自己相関係数、 τ は自己相関のずらし時間とする。また、 β はラグランジュ系からオイラー系に変換する無次元パラメータで、乱れのスケールに依存し、通常の場合は $\beta=1$ とする。

拡散係数の算出にあたり、周期的な往復流成分の卓越する海域においては、調和解析により求めた潮汐の4大分潮(M_2 、 S_2 、 K_1 、 O_1)成分を観測した流速値から除去するとともに、卓越する潮汐の周期より長周期成分についても観測値から除去し、残った流速成分をオイラー変動速度と定義して、上式により拡散係数を算定する。

潮汐流が微弱な場合は、温排水の拡散面積に相当する空間スケールをもとに、潮汐の代表的な時間スケールである12時間の倍数（24時間、36時間等）となるように時間スケールを決め、求めた時間スケール以上の長周期成分を観測値から除去し（例えば、移動平均処理や全観測期間を1周期とする周期成分から時間スケールより短くならないn周期成分までを調和解析して除去するといった手法によって）、残った流速成分をオイラー変動速度と定義して、上式により拡散係数を算出する。

7. 温水層の鉛直分布

海域に放水された温排水は、周囲海水より密度が小さいため海域の表層部を漂うこととなる。このときの水温の鉛直分布は、表層より指数関数的に減少することがこれまで多くの地点での観測結果より判明している。この分布形状は、

$$f(\eta) = \exp(-2\eta^2) \quad (\eta = Z/H_w, Z: \text{海表面下の水深}, H_w: \text{温水層の厚さ})$$

でほぼ近似されるが、温水層の厚さについては、放水される海域で異なり、外海域では2～3mであるが、閉塞された湾形状の海域では4～5mの厚さとなる場合もある。それ故、温水層の鉛直分布を決定するためには、温排水が放水される海域の特性に応じて、これまでの実測結果等より判断すべきである。

対象海域に上述の温水層の厚さ以下の水深の存在するような浅海域のある場合には、温排水はその海底まで分布することになり、数理モデルにおいては、これらの海域の水深を考慮しなければならない。

8. 限界取水条件及び表層温水の混入率

(1) 限界取水条件

天空から輻射熱や温排水の熱エネルギーが海域の表層に加えられた場合、水温は表層で高く深層で低くなる鉛直分布を呈する。

このような海域で深層取水を行うと、深層の低温度の海水を取水することになるが、ある限界条件を超えると表層の高温水をも取水することになる。

この限界条件を限界取水条件といい、カーテンウォール型深層取水の場合は式(1)、海底取水管型深層取水の場合は式(2)のように与えられる¹⁾。

限界取水条件

[カーテンウォール型深層取水の場合]

$$\Delta h_c = \left(\frac{U_o}{0.9 \sqrt{g \cdot \frac{\Delta \rho}{\rho} \cdot h_o}} \right)^{2/3} h_o \quad \dots \dots \dots \text{式(1)}$$

[海底取水管型深層取水の場合]

$$\Delta h_c = \left(\frac{U_o}{C \sqrt{g \cdot \frac{\Delta \rho}{\rho} \cdot h_o}} \right)^{2/3} h_o \quad \dots \dots \dots \text{式(2)}$$

表層温水を混入しない条件：

$$\Delta h > \Delta h_c$$

ここに、（付図－4.1参照）

Δh : 躍層面から取水開口部天端までの深さ（m）

Δh_c : Δh の最小深さ（表層温水を混入しない限界の深さ）（m）

U_o : 取水開口部における平均流速（m/s）

g : 重力加速度（9.8m/s²）

ρ : 下層低温水の密度

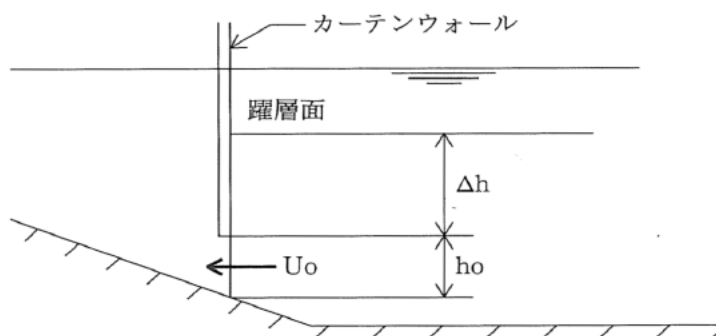
$\Delta \rho$: 上・下2層の密度差

h_o : 取水開口部の高さ（ $h_o = q / U_o$ ）（m）

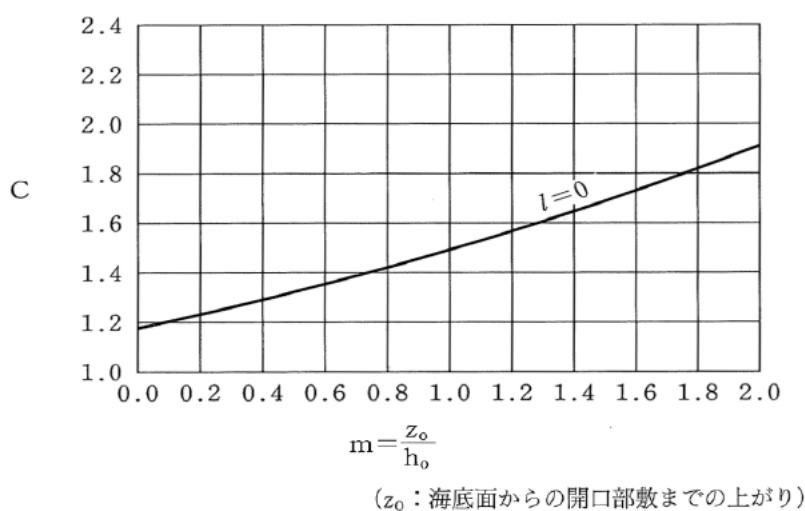
q : 単位幅当たりの取水量（m³/s/m）

C : 接近流の流速分布に関する係数（付図－4.2参照）

付図－4.1 カーテンウォール型取水口の限界水深



付図－4.2 海底取水管型取水口の限界取水条件式中のCの値



(2) 表層温水の混入率

海底地形等が単純な場合には、カーテンウォール型取水口の混入率 λ は、以下の様に算定される。

限界取水条件を満足しない場合、すなわち $\Delta h < \Delta h_c$ の場合の表層温水の混入率 λ は、限界混入率 λ_c (= 躍層厚 / 全水深) によって次式から求められる^{1) 2)}。

$$\Delta h = \Delta h_c (1 - \lambda)^{1/2} - \lambda h_o \quad (\lambda_c > 0.5)$$

$$\left. \begin{aligned} \lambda &= -\left[\frac{h_r}{h_o}\right] + \frac{1}{0.9} \cdot C \cdot \text{Fri} + 1 \\ C &= \left\{ 0.5 \left[\frac{h_r}{h_o}\right] - 0.094 \right\} \cdot \text{Fri}^{-2/3} \\ \text{Fri} &= \left[\frac{U_o}{\sqrt{\frac{\Delta \rho}{\rho} \cdot g \cdot h_o}} \right] \end{aligned} \right\} \quad (\lambda_c \leq 0.5)$$

ここに、

h_r : 下層の厚さ (m)

Fri : 取水内部フルード数

他は前項参照

海底に水温成層等がある場合の混入率 λ や、海底取水管方式の深層取水設備混入率は下記の文献を参照のうえ算定する^{2) 3)}。

また、掘削等により海底地形が複雑な場合には、水理模型実験や数値シミュレーション手法等により混入率 λ を求める⁴⁾。

- 1) 千秋信一：臨海発電所の海岸施設の水利設計（昭和43年2月）
- 2) 仲敷憲和：温排水の再循環予測手法の改良（電力中央研究所報告、平成4年）
- 3) 土木学会編：水理公式集 平成10年改訂版
- 4) 電力土木技術協会編：火力原子力発電所土木構造物の設計—増補改訂版—（平成7年）

9. 大気と海面間の熱交換係数の算定

大気と海面間の熱交換係数は以下の通り求められる。
海面からの冷却または加熱項は、付表－3に示す関係に基づいている。

付表－3 大気－界面間の熱収支過程

海水を暖める過程	海水を冷やす過程
1. 太陽・天空からの輻射エネルギー： $Q_s = 0.93 \cdot (1 - 0.67n) Q_{so}$	1. 水面からの逆輻射： $Q_b = S \cdot \sigma (T + 273)^4 \left\{ 1 - a - b\sqrt{e(Ta)} \right\} (1 - K \cdot n^2) + 4 S \cdot \sigma (T + 273)^3 \cdot (T - Ta)$
2. 大気からの顕熱の滞留： Q_h	2. 顕熱の大気への滞留： $Q_h = K_c \cdot (T - Ta)$
3. 凝 結： Q_e	3. 蒸 発： $Q_e = K_e \cdot \{ e(T) - e(Ta) \}$
4. 発電所から熱量の付加	4. 海底を通じての伝熱

ここに、

- Q_{so} : 完全晴天時の全日射量
- S : 水面放射係数 ($S \approx 0.97$)
- T : 海の表層水温
- σ : 輻射定数 ($= 1.357 \times 10^{-12} \text{ cal/cm}^2/\text{sec/}^\circ \text{K}^4$)
- a, b : 山本の定数 ($a=0.51, b=0.066$)
- $e(Ta)$: 水面付近の水蒸気圧
- K : 緯度に関連する係数 (中緯度で平均 0.65)
- n : 雲 量 ($=0 \sim 1.0$)
- Ta : 大気温度
- $e(T)$: 水温に対する最大水蒸気圧
- K_c : 顕熱伝達係数 [$= 2.77 \times 10^{-4} (0.48 + 0.272 \cdot W)$]
- K_e : 潜熱伝達係数 ($K_e = 1.5 K_c$)
- W : 平均風速 (m/s)。

上述の熱収支関係から自然状態における海水表面の熱損失に対する方程式は線形結合され、次式となる。

$$Q = Q_s - (Q_b + Q_h - Q_e) = Q_0 - Q_1 \cdot T \dots\dots\dots \text{式(1)}$$

ここに、

- Q_0 : 水温に無関係な加熱項
- Q_1 : 熱交換係数

海面での冷却過程を含む3次元熱拡散問題を解くためには、2つの現象面から解を求めなくてはならない。その1つは表面加熱・冷却過程であり、ほかのものは内部水域における水温分布の非一様性に基づく内部拡散過程である。

式(1)で $Q = 0$ の条件における水温 T_s は平衡水温と呼ばれる。すなわち、

$$T_s = \frac{Q_0}{Q_1} \dots\dots\dots \text{式(2)}$$

で表される。一般の沿岸水域で観測される水温は水平方向のAdvectionの存在及び海のもつ大きな熱容量のために、式(2)に示される平衡水温を示さない。

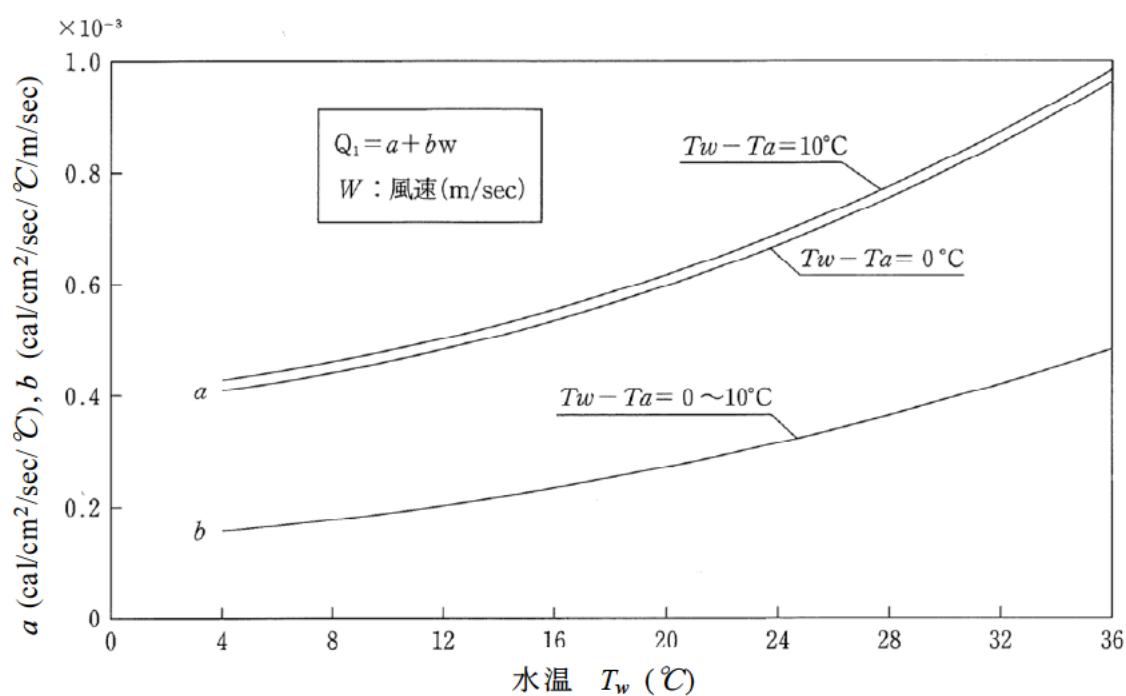
熱交換係数 Q_1 は次式で表される。

$$Q_1 = a + b W \dots\dots\dots \text{式(3)}$$

ここに、 a 、 b ：水温及び水温と気温の差に関する係数、 W ：風速。

係数 a 及び b は、平均的な気象条件下（相対湿度 $f = 0.8$ 、雲量 $n = 0.6$ ）に対して計算したノモグラフとして、付図－5で与えられる。

付図－5 熱交換係数の算定図



10. 数理モデルにおける入力条件の評価の事例

事例 1 流れの周期性が明瞭な海域

流れの周期性が明瞭な X 地点における温排水拡散予測は、以下の手順で実施する。

1) 現地海域の流況の再現

内海域においては、現地海域で得られた潮汐の調和定数を考慮して潮位条件を設定し、当該海域で卓越している潮流成分をシミュレートし、現地海域で観測された流況が再現されていることを確認する。

外海域にあっても、周期的な往復流成分が存在している場合には、この往復流成分をシミュレートし、観測された流況との比較より再現性を検討する。

2) 数理モデルの入力条件の決定と拡散予測

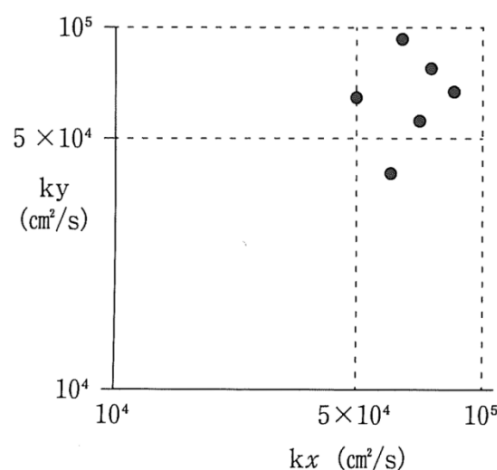
拡散予測の入力条件としては、拡散係数、温水層の厚さ及び鉛直分布、大気・海面間の熱交換係数がある。拡散水域の数多くの観測点の流動観測記録より算定された拡散係数は、地形や流れの影響よりある程度のバラツキが生じる。これらの拡散係数のバラツキの中で、小さな拡散係数を参考にし、半オーダー単位で当該海域の拡散係数を決定する。例えば、付図－6 に示すような場合は、 $K_x = K_y = 5 \times 10^4 \text{ cm}^2/\text{s}$ とする。

温水層の鉛直分布、大気・海面間の熱交換係数については、7. 及び 9. より求まる。

これらの入力条件を用い、時間的に変化する往復流成分を折りこんで、時々刻々変化する水温分布を計算する。

当該地点においては、既設の発電所が運転されている場合には、この条件で拡散予測を実施し、現地海域での温排水拡散の実測結果との整合性を確認する必要がある。

付図－6 拡散係数



事例 2 流れの周期性が微弱な海域

1) 恒流成分の決定

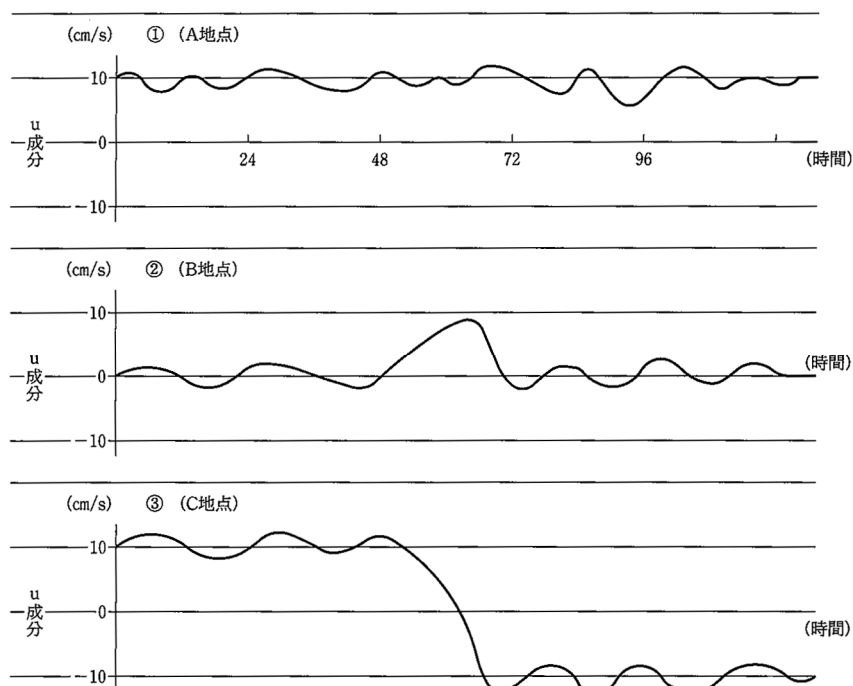
この場合の例として、流量 $60 \text{ m}^3/\text{s}$ の温排水が放出される場合を考える。この場合、放水量より推定される時間スケールは約 24 時間なので、海域で観測された流速変動を 24 時間の時間スケールで移動平均する。

その結果、例えば A、B、C 地点において、24 時間移動平均した流速変動の時間曲線がそれぞれ、付図－7 の①、②、③のような結果になったものとする。このような場合、A 地点における恒流成分は $u=10 \text{ cm/s}$ 、B 地点における恒流成分は $u=0$ 、C 地点における恒流成分は $u=10 \text{ cm/s}$ と $u=-10 \text{ cm/s}$ の 2 ケースとそれぞれの場合決定される。しかし、現地海域において観測される流速変動は、上述のような単純な時間曲線とはならず、これら 3 つのパターンの結合されたものとなることが多い。そのような場合には移動平均した流速値の頻度分布を求め、頻度の多い恒流成分については、これを採用するという方法も一つの方法である。

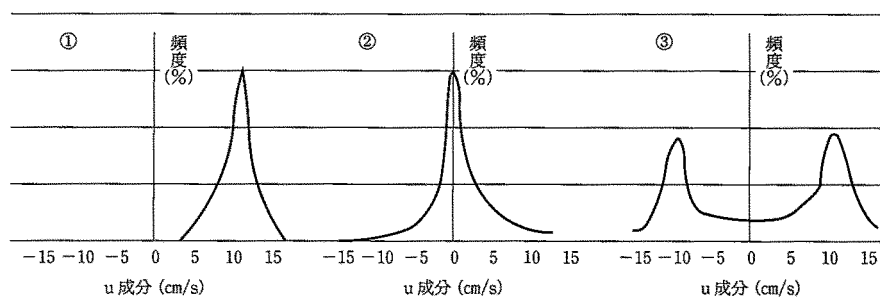
上述の①、②、③時間曲線に対応する頻度分布は、付図－8 に示すようなピークの現われる典型的な形となり、この場合は、明らかに前述のような恒流成分を採用することができる。しかし、頻度分布にこのような明瞭なピークの現れない場合には、恒流成分を頻度分布のみから決定することは困難である。このような場合には、海域を代表するような平均的流況がある期間継続して発生するようなとき、この期間の平均流速を恒流成分として採用したり、若しくは観測期間内の平均流速が観測時期にかかわらずほぼ一定しているようなとき、この平均流速を恒流成分として採用することも一つの方法である。

恒流成分の決定に当たっては、これらのことから、放水量に対応する時間スケールで移動平均した流速変動の時間曲線、出現頻度分布等より恒流成分の出現頻度、継続時間、観測期間内の平均流速等より総合的に判断することが必要である。

付図－7 24時間移動平均した流速変動の時間曲線



付図－8 24時間移動平均した流速変動の頻度分布



2) 現地海域の流況の再現

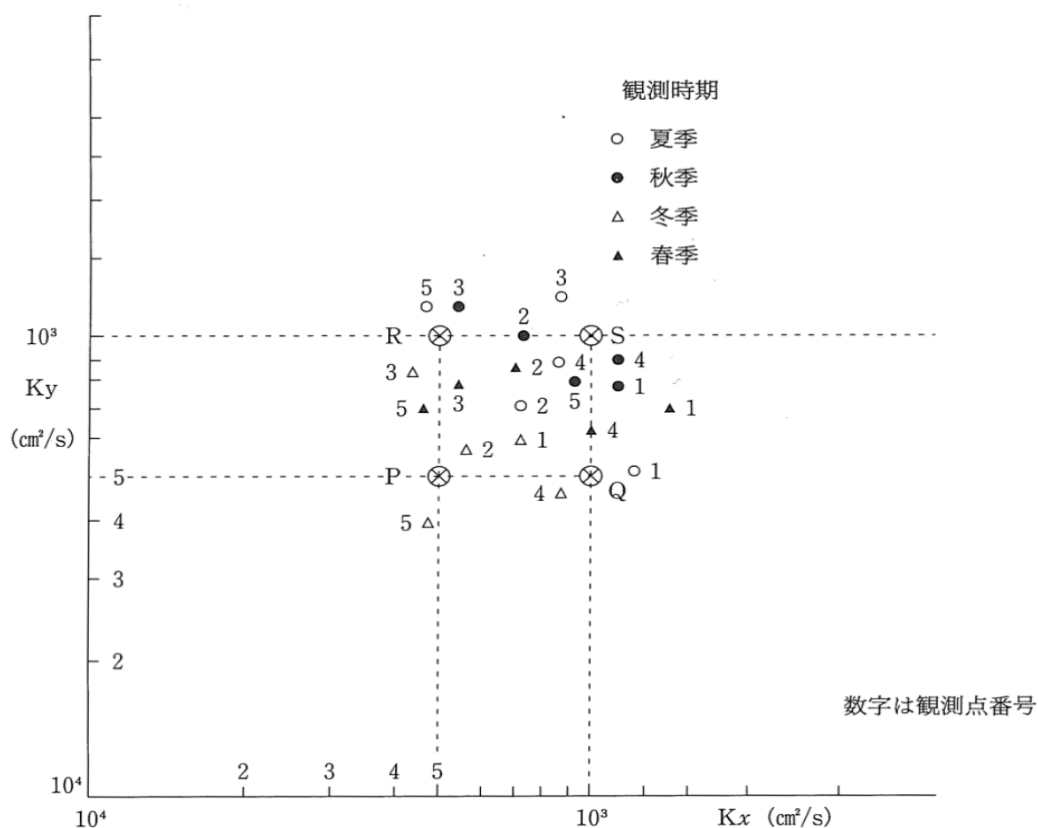
卓越した恒流成分の認められる場合は、この恒流成分をシミュレートし、現地で生起しているであろうと考えられる流況と比較し、再現性の検討を行う。

3) 数値モデルの入力条件の決定と拡散予測

拡散予測のための入力条件としては、拡散係数、温水層の厚さ及び鉛直分布、大気・海面間の熱交換係数がある。

拡散水域の数多くの観測点の流動観測記録より算定された拡散係数は、地形や流れの影響等よりある程度バラツキを生じる。一例として、付図－9に示すような拡散係数が得られたとする。この場合、拡散予測に採用する拡散係数は以下の通りとする。

付図－9 拡散係数



① B地点のように恒流成分 $u=0$ の場合

この場合の拡散係数としては、付図－9に示したP、Q、R、Sの4点の拡散係数を用いれば良い。

$$P : K_x = K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)}$$

$$Q : K_x = 10^5 \text{ (cm}^2/\text{s}), \quad K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)}$$

$$R : K_x = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s}), \quad K_y = 10^5 \text{ (cm}^2/\text{s)}$$

$$S : K_x = K_y = 10^5 \text{ (cm}^2/\text{s)}$$

ただし、R、Sの拡散係数を用いた温排水拡散範囲は付図－10に示すようにP、Qの拡散係数を用いた拡散範囲の中に包含されるので、数値計算は省略しても良い。

② A地点のように恒流成分 $u=10\text{cm/s}$ の場合

この場合の拡散係数と恒流成分の組合せは以下の通りとする。

$$\left. \begin{array}{l} P : K_x = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \\ K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \end{array} \right\} \text{ 恒流考慮せず}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q : K_x = 10^5 \text{ (cm}^2/\text{s)} \\ K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \end{array} \right\} \text{ 恒流考慮せず}$$

$$\left. \begin{array}{l} P' : K_x = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \\ K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \end{array} \right\} \text{ 恒流考慮 } u=10\text{cm/s}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q' : K_x = 10^5 \text{ (cm}^2/\text{s)} \\ K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \end{array} \right\} \text{ 恒流考慮 } u=10\text{cm/s}$$

ただし、 Q' は、付図－10に示すように通常P、 P' 、Qの包絡範囲の中に包含されるので、数値計算は省略しても良い。

③ C地点のように、恒流成分が $u=10\text{cm/s}$ 、 $u=-10\text{cm/s}$ の場合

この場合の拡散係数と恒流成分の組合せは以下の通りとする。

$$\left. \begin{array}{l} P : K_x = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \\ K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \end{array} \right\} \text{ 恒流考慮せず}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q : K_x = 10^5 \text{ (cm}^2/\text{s)} \\ K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \end{array} \right\} \text{ 恒流考慮せず}$$

$$\left. \begin{array}{l} P' : K_x = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \\ K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \end{array} \right\} \text{ 恒流考慮 } u=10\text{cm/s}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q' : K_x = 10^5 \text{ (cm}^2/\text{s)} \\ K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \end{array} \right\} \text{ 恒流考慮 } u=10\text{cm/s}$$

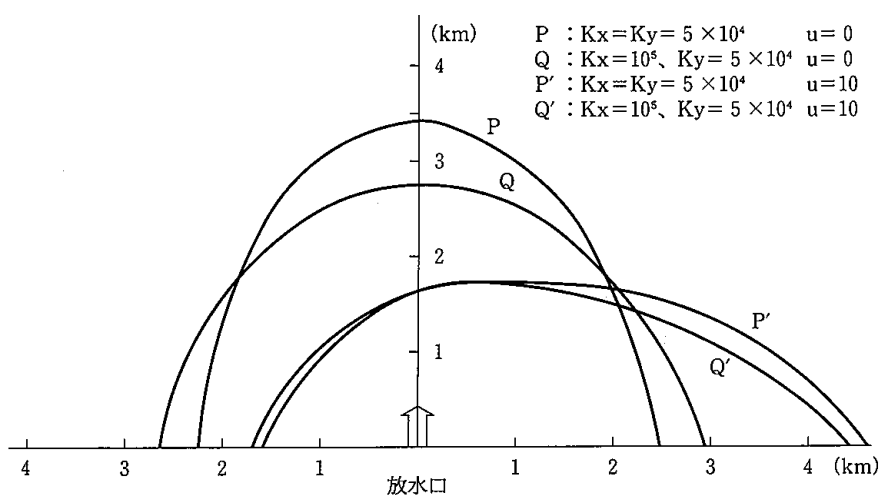
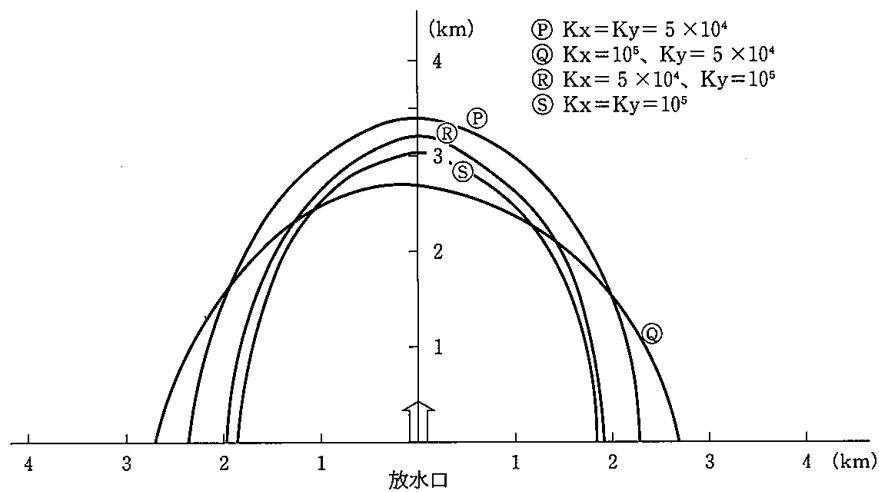
$$\left. \begin{array}{l} P'' : K_x = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \\ K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \end{array} \right\} \text{ 恒流考慮 } u=-10\text{cm/s}$$

$$\left. \begin{array}{l} Q'' : K_x = 10^5 \text{ (cm}^2/\text{s)} \\ K_y = 5 \times 10^4 \text{ (cm}^2/\text{s)} \end{array} \right\} \text{ 恒流考慮 } u=-10\text{cm/s}$$

ただし、 Q 、 Q' 、 Q'' は通常P、 P' 、 P'' の包絡範囲の中に包含されるので、数値計算は省略しても良い。

付図-10 水温上昇範囲

単位
 K_x, K_y : cm^2/s
 u : cm/s



11. 水中放水に対する水理模型実験の事例

流れの周期性が明瞭な海域における流動条件の選定は比較的容易であるため、以下には流れの周期性が微弱な海域における拡散予測の事例を示し、代表的流動場の選定と予測手順を示す。

(事 例)

流れの周期性が微弱なY地点における温排水拡散予測は、以下の手順により実施する。

1) 海域流動条件の選定

Y地点で観測された流速変動の観測記録を12時間スケールを基準にして移動平均した結果、流速変動の時間曲線は10.の付図－7の③に近い形状となり流速値の出現頻度分布は、付図－11となった場合を考える。

この結果から判断すれば、Y地点においては、南流については20cm/sの流れ、北流については10cm/sの流れの発生頻度が最も高い。

しかし、出現頻度の高い他の流れも認められるから、これらの流れも考慮すれば、海域の代表的な流動条件としては次の6ケースが考えられる。

- (a) 30cm/sの南流
- (b) 20cm/sの南流
- (c) 10cm/sの南流
- (d) 20cm/sの北流
- (e) 10cm/sの北流
- (f) 海域流動が微弱な状態

2) 模型縮尺の選定

Y地点における水中放水構造物として、4本の水中放水管からなる放水構造物を用いる場合を考える。

放水量は100m³/sであり、放水流速は5m/s、放水管管径は2.5mとする。

これらの値から、模型における噴流が乱流となる条件を算出し、水理模型はこの条件を満たす縮尺の無歪み模型とする。

3) 放水条件の選定

Y地点の現地海域における水温、塩分の観測結果から判断して、代表的な相対密度差として冬季の値を採用することとし模型における放出水の相対密度差を原型のこの値と一致させる。

4) 拡散予測

1)に示した海域流動条件をフルードの相似則を適用して模型上に再現し、3)に示した相対密度差を有する温水を放水し、水温分布がほぼ定常となった段階で水温分布を測定する。付図－12は、6種類の海域流動の条件下で得た表層1℃の水温上昇範囲である。

南流に関する実験結果によれば、20cm/sの流れの場合に1℃の水温上昇域は南側海域へ最も引き延ばされ、流速値が30cm/sに増大すると1℃水温上昇域は減少して20cm/sの場合の水温上昇域にほぼ包含されている。付図－11に示した流速値の出現頻度分布によれば、40cm/s南流の出現頻度も比較的高いが、上記結果から判断すれば、40cm/sの場合の1℃水温上昇域も20cm/sの1℃水温上昇域の内に包含されるものと推定することができる。

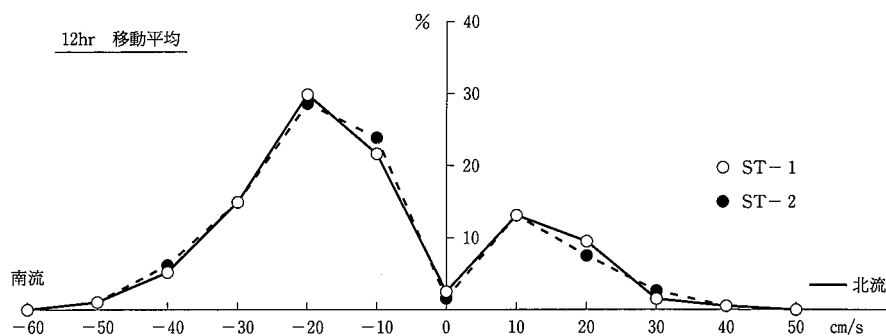
従って、流速値の出現頻度、継続時間を参考にして数種類の海域流動条件を選定して実施し、水温上昇域が最大となる流動条件が把握できた場合には、選定した流れよりもさらに流速値の大きな流れが比較的頻度が高く出現しても、この流動条件に対する水理実験は省略できるものと考えられる。

I. 水温への影響評価について

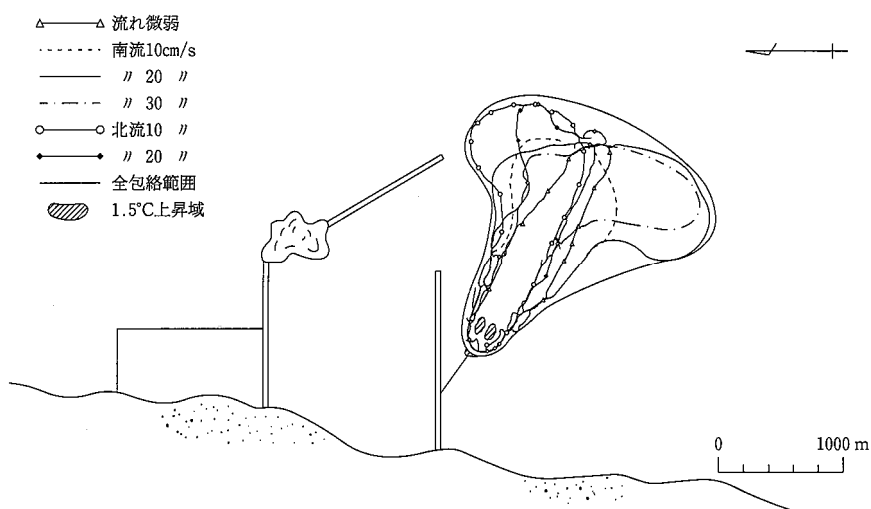
付図－12には、6種類の流動条件下で得た水温上昇域の包絡範囲も示されているが、この範囲を水温上昇の予測範囲と考える。この範囲内には、温排水の水中放水に伴い海域に形成される水温分布の大部分が包含できるものと考えられる。

なお、予測された水温上昇範囲は2 km²程度であり水温上昇範囲を円形と仮定した時の相当半径は0.8kmとなる。この空間スケールに対応する時間スケールは約12時間と考えることができるから、1)で行った海域流動場の選定は妥当であったことが確認できる。

付図－11 12時間移動平均後の流速値の出現頻度



付図－12 予測された温排水拡散範囲（1℃上昇域）



Ⅱ．水力発電所水質関連

1．水の汚れ〔環境要因の区分：貯水池の存在〕

1. 1 貯水池内内部生産CODの簡易予測モデル

福島らによる貯水池内内部生産CODの簡易予測モデルを用い、水質調査結果から貯水池の存在による水の汚れを予測する。

(1) 制限栄養塩濃度の算定

次の式から内部生産量を決定する制限栄養塩濃度Nuを全磷換算で求める。

$$\begin{aligned} Nu &= C_{TP} & C_{TN}/C_{TP} &\geq 11 \\ Nu &= C_{TN}/11 & C_{TN}/C_{TP} &< 11 \end{aligned}$$

ここで、 C_{TP} : 年平均全磷濃度 (mg/L)

C_{TN} : 年平均全窒素濃度 (mg/L)

定数11 : 植物プランクトン中の窒素と磷の比から得られた数値

上記の福島らによる貯水池内内部生産CODの簡易予測モデルは、湖沼表層の全磷・全窒素濃度を使用している。そこで流入河川水の全磷、全窒素濃度を使用する場合には、

$$\text{湖水濃度} = \text{流入水濃度} \times \{1 - 1/(1 + \text{平均水深} \times \text{年交換率}/V)\}$$

により、流入水濃度を湖水濃度に換算して使用する。なお、Vは「みかけの沈降速度 (m/年)」を表わし、福島らによれば、全窒素では10、全磷の場合は20としている（福島武彦、天野耕二、村岡浩爾(1986)、湖沼水質の簡易な予測モデル 1. 湖沼流域の諸特性と湖水栄養塩濃度との関係（水質汚濁研究、第9巻、第9号）。

(2) 内部生産CODの算定（福島武彦、天野耕二、村岡浩爾(1986)、湖沼水質の簡易な予測モデル 2. 湖水栄養塩濃度と内部生産COD、クロロフィルaとの関係（水質汚濁研究、第9巻、第12号）

滞留時間と内部生産COD／制限栄養塩の関係式として次式が得られている。

$$\begin{aligned} \Delta COD &= \alpha Nu^{0.789} \\ \alpha &= 27.5 ; T_w > 1 \\ \alpha &= 21.3 ; 0.1 < T_w \leq 1 \\ \alpha &= 14.0 ; T_w \leq 0.1 \end{aligned}$$

ここで、 ΔCOD : 年平均CODと年最小CODの差で内部生産されたCODの
年平均値 (mg/L)

T_w : 滞留時間 (年) (総貯水容量／年間総流入量)

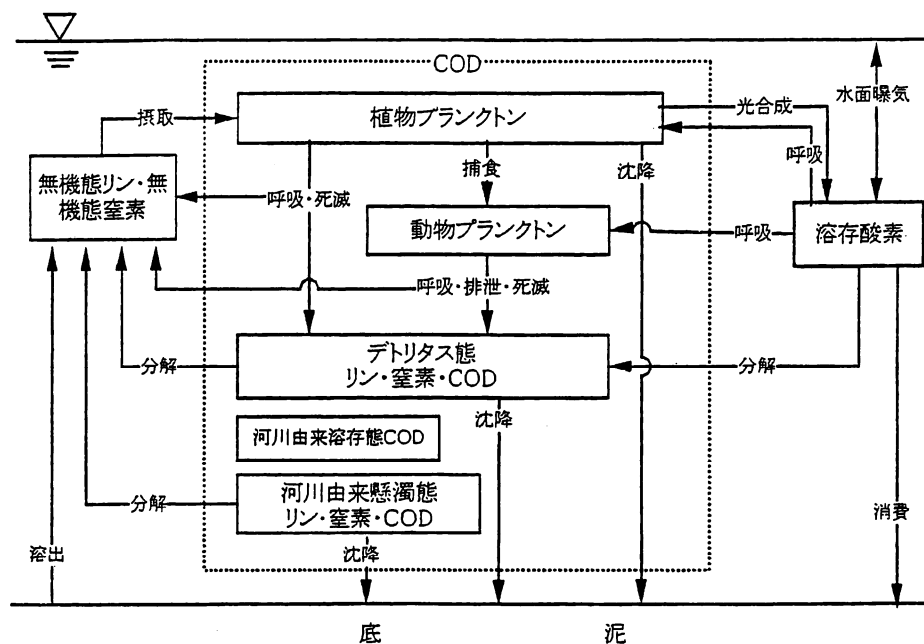
(3) 貯水池内のCODの算定

貯水池を新設する場合：前項で求められた内部生産CODに貯水池に流入する河川のCODの平均値を加えたものを貯水池内のCODとする。

既設の貯水池を利用する場合：前項で求められた内部生産CODに貯水池のCODの最小値を加えたものを貯水池内のCODとする。

1. 2 物質循環を考慮した富栄養化モデル

物質循環を考慮した富栄養化モデルとして、電力中央研究所のCODを考慮した富栄養化モデル(2001)(井野場誠治, 宮永洋一: CODを考慮した貯水池の鉛直2次元富栄養化シミュレーションモデル, 電力中央研究所報告, U01026, 2001.11)を簡略化したモデルを用いることができる。ただし、植物プランクトンは種組成に分けず、流動形態は鉛直一次元とする。図一1にモデル(井野場誠治, 宮永洋一: CODを考慮した貯水池の鉛直2次元富栄養化シミュレーションモデル, 電力中央研究所報告, U01026, 2001.11)の概念図を示す。



図一1 物質循環を考慮した富栄養化モデルの概念図
(井野場誠治, 宮永洋一: CODを考慮した貯水池の鉛直2次元
富栄養化シミュレーションモデル, 電力中央研究所報告,
U01026, 2001.11)

2. 水の汚れ〔環境要因の区分：河水の取水〕

自然河川においては、河川が持つ自浄作用により河川に流入した汚れは、流下するにつれて減少するとされている。しかしながら、本予測においてはこの自浄効果を見逃し、水の汚れが均一に混合するものとし、以下の式により、河水の取水による水の汚れを予測する。

$$C = (Q_0 C_0 + \sum Q_i C_i) / (Q_0 + \sum Q_i)$$

ここで、 C : 予測地点のBOD (mg/L)
 Q_0 : ダムからの放流量 (m³/s)
 C_0 : ダム地点のBOD値 (mg/L)
 Q_i : 調査地域に流入する河川の流量 (低水量) (m³/s)
 C_i : 調査地域に流入する河川の流水のBOD (mg/L)

なお、

Q_0 については、ダムから常時放流される予定の流量とする。

C_0 については、文献調査あるいは現地調査で得られた調査期間内のBOD75%値とする。

Q_i については、近傍の流量観測結果（通年観測を実施している地点）から流域換算した流量で低水量とする。

C_i については、現地調査によるBOD測定結果を使用するかあるいは流域の人口、家畜数、土地利用状況から算出する。 C_i の算出に必要な排出量原単位は文献（建設省都市局監修、日本下水道協会発行「流域別下水道整備総合計画調査指針と解説」等）から、最新データを用いるものとする。

3. 富栄養化〔環境要因の区分：貯水池の存在〕

3. 1 貯水池の栄養塩濃度等に基づく経験的な判定方法

坂本の湖沼の栄養塩の濃度による分類（全窒素、全リン）、修正したVollenweiderのリン負荷による富栄養化現象の判定方法（福島らのデータに基づいて日本の貯水池に適合するように修正した）、環境庁資料を用い、水質調査結果から貯水池の存在による富栄養化を予測する。

(1) 貯水池へ流入する全窒素、全リンの年間負荷量の算出

- ① 定期観測、連続観測のデータにより流量と全窒素、全リンの負荷量との相関図を作成する。
- ② 日流量のデータと①で作成した相関図により日負荷量を求め1年分を合計して年間負荷量とする。ここで、日流量とは、至近10ヵ年のうち平均的な流入量の年の流量とする。

(2) 全窒素／全リン ≥ 11 の場合

リン制限となるので、坂本による湖沼栄養度の分類、修正Vollenweiderのリン負荷による富栄養化現象の判定方法、環境庁資料を用いる。

なお、予測に当たっては、流入水濃度から湖水濃度を以下の式により算出して、湖水濃度を使用する。

$$\text{湖水濃度} = \text{流入水濃度} \times \{1 - 1 / (1 + \text{平均水深} \times \text{年交換率} / V)\}$$

ここに、 V は「みかけの沈降速度(m/年)」を表わし、福島らによれば、全リンの場合は20とする。

(3) 全窒素／全リン＜11の場合

窒素制限となるので、坂本による湖沼栄養度の分類に照らし合わせて予測する。

なお、予測に当たっては、流入水濃度から湖水濃度を以下の式により算出して、湖水濃度を使用する。

$$\text{湖水濃度} = \text{流入水濃度} \times \{1 - 1 / (1 + \text{平均水深} \times \text{年交換率} / V)\}$$

ここに、Vは「みかけの沈降速度(m/年)」を表わし、福島らによれば、全窒素の場合は10とする。

栄養状態	全 麟 (mg/L)			全窒素 (mg/L)
	坂本による湖沼 栄養度の分類 ¹⁾	修正Vollenweider の麟負荷による 富栄養化現象の 判定方法 ²⁾	環境庁資料 ³⁾	坂本による湖沼 栄養度の分類 ¹⁾
貧栄養	0.002～0.02	< 0.01	< 0.01～0.02	0.02～0.2
中栄養	0.01～0.03	0.01～0.02	0.01～0.025	0.1～0.7
富栄養	0.01～0.09	> 0.02	> 0.02～0.025	0.5～1.3

1):Mitsuru Sakamoto, Primary production by Phytoplankton community in some Japanese lakes and its dependence on lake depth, Arch. Hydrobiol., 62, 1, 1～28, 1966

2):Vollenweider. R. A., Input-Output Models With Special Reference to the Phosphorus Loading Concept in Limnology, Schweiz. Z. Hydrol., Vol 37, No.1, pp.53～84, 1975を修正

3):中央公害対策審議会答申（1984）資料5

3. 2 物質循環を考慮した富栄養化モデル

物質循環を考慮した富栄養化モデルとして、1. 2水の汚れ〔環境要因の区分：貯水池の存在〕でも示した電力中央研究所のCODを考慮した富栄養化モデル(2001)（井野場誠治，宮永洋一：CODを考慮した貯水池の鉛直2次元富栄養化シミュレーションモデル，電力中央研究所報告，U01026，2001.11）を簡略化したモデルを用いることができる。

4. 水の濁り〔環境要因の区分：造成等の施行による一時的な影響〕

発電所の新設工事ならびに再開発工事に伴い、河川ならびに貯水池（既存の貯水池がある場合）に流入する工事排水のSSを予測する。

公共用水域のSSに影響を与えと考えられる工事毎に、最大水量と発生するSSを予測し、均一に混合するものとして工事実施区域別に公共用水域への排出口でSSを予測する。

(1) 最大水量の推定

建設工事に伴う工事排水については事例、現地地質状況等から推定する。

土捨場、原石山、裸地等からの降雨に伴う工事排水については、以下の式を使用する。

$$Q = f \cdot r \cdot A / 1,000$$

ここで、 Q ：流出量 (m^3/h)
 r ：降雨強度 (mm/h) 近傍測候所データ等から算出するものとするが、
一般的には 30mm とする場合が多い。
 f ：流出係数 文献（建設省砂防技術基準）等から決定する。
 A ：集水面積 (m^2)

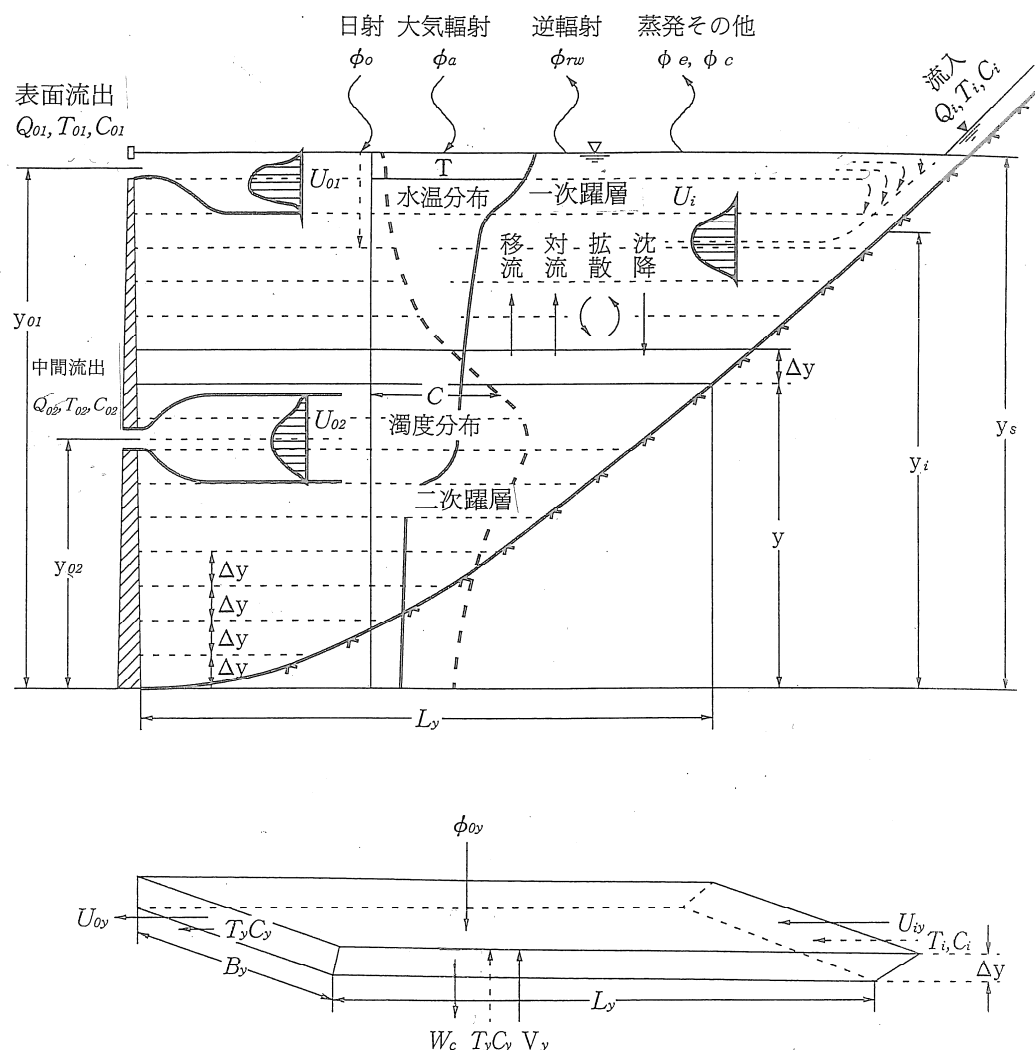
(2) 発生SSの推定

事例、文献等から推定する。

5. 水の濁り [環境要因の区分：貯水池の存在]

電力中央研究所が開発した水温・濁度の鉛直 1 次元解析モデル（宮永洋一他：貯水池流動形態のシミュレーション解析手法，電力中央研究所報告 378022，1979.6）により、貯水池の存在による水の濁りを予測する。

この水温・濁度の鉛直 1 次元解析モデルは、貯水池を水平なコントロール・ボリュームに分割し、その熱収支より水温の鉛直 1 次元分布及び懸濁物質の収支式より濁度の鉛直 1 次元分布を計算するもので、流れの計算には水温の知識が不可欠なため、濁度の鉛直 1 次元解析モデルは常に水温の鉛直 1 次元解析モデルと併用される。



図一 2 水温・濁度の鉛直 1 次元解析モデルの概要図
（宮永洋一他：貯水池流動形態のシミュレーション解析手法，
電力中央研究所報告 378022，1979.6）

ここで、 Q_i, T_i, C_i ：それぞれ流入流量、流入水温、流入濁質濃度

Q_{01}, T_{01}, C_{01} ：それぞれ表面流出の流出流量、流出水温、流出濁質濃度

Q_{02}, T_{02}, C_{02} ：それぞれ中間流出の流出流量、流出水温、流出濁質濃度

Δy ：鉛直方向の差分メッシュ間隔

ϕ_{oy} ：標高 y に達する輻射熱

B_y : 標高 y における貯水池平均幅
 L_y : 標高 y における貯水池長
 T_y : 標高 y における水温
 C_y : 標高 y における濁質濃度
 V_y : 標高 y における鉛直方向流速
 U_{oy} : 標高 y における水平方向流出流速
 U_{iy} : 標高 y における水平方向流入流速
 W_C : 濁質粒子の沈降速度

入力条件は以下のとおりである。

貯水池形状：貯水池平面積：貯水池計画に従う。

貯水池平均幅：貯水池計画に従う。

流量資料：平常時：水温の現地調査を行った年の流入量を入力する。

出水時：平常時に10年確率洪水あるいは最近10年間程度の最大洪水をあてはめた流入量洪水量を入力する。

気象資料：日射量、雲量、湿度、気温、風速：ダム地点近傍の現地測定データ及び气象台、測候所等のデータあるいはそれを利用して求めたデータ。

流入水温：現地調査結果を流入水温として使用する。

流入濁質濃度：調査地点における流量とSSの相関関係から、ダム地点に流入する流入濁質濃度をダム地点流入量から推定する。

懸濁粒子の沈降速度：濁質物質の粒度分布から算出。

運用条件：発電使用水量：運用計画に従う。

放流量：ダムの運用に合わせて設定する。

その他の入力条件として、初期水温分布、初期濁質濃度分布、貯水池流入河川の幅・勾配・粗度係数、貯水池の日射に対する吸収率・減衰定数、流動層位置、濁度と濁質濃度との関係、渦動拡散係数、連行係数などがある。これらについては、文献、現地調査結果、類似事例等から算定する。

6．溶存酸素量〔環境要因の区分：貯水池の存在〕

物質循環を考慮した富栄養化モデルとして、電力中央研究所が開発した鉛直1次元の富栄養化モデル(1984) (宮永洋一, 白砂孝夫: 貯水池富栄養化現象の数値シミュレーションモデル, 電力中央研究所報告, 383044, 1984. 3)、またはCODを考慮した富栄養化モデル(2001) (井野場誠治, 宮永洋一: CODを考慮した貯水池の鉛直2次元富栄養化シミュレーションモデル, 電力中央研究所報告, U01026, 2001. 11) を簡略化したモデルを用いる。ただし、後者では植物プランクトンは種組成に分けず、流動形態は鉛直1次元とする。図－1にモデル(井野場誠治, 宮永洋一: CODを考慮した貯水池の鉛直2次元富栄養化シミュレーションモデル, 電力中央研究所報告, U01026, 2001. 11) の概念図を示す。

7．水素イオン濃度〔環境要因の区分：造成等の施工による一時的な影響〕

発電所の新設工事ならびに再開発工事に伴い、河川ならびに貯水池（既存の貯水池がある場合）に流入する工事排水のpHを予測する。

公共用水域のpHに影響を与えると考えられる工事毎に、最大水量と発生するpHを予測し、均一に混合するものとして工事实施区域別に公共用水域への排出口でpHを予測する。

(1) 最大水量の推定

建設工事に伴う工事排水について事例、現地地質状況等から推定する。

(2) 発生pHの推定

事例、文献等から推定する。

8．水 温〔環境要因の区分：貯水池の存在〕

電力中央研究所が開発した水温・濁度の1次元解析モデル(宮永洋一他: 貯水池流動形態のシミュレーション解析手法, 電力中央研究所報告 378022, 1979. 6) により、貯水池の存在による水温を予測する。

この水温・濁度の1次元解析モデルは、貯水池を水平なコントロール・ボリュームに分割し、その熱収支より水温の鉛直1次元分布を予測するものである。(5．水の濁り の図－2 参照)

入力条件は以下のとおりである。

貯水池形状：貯水池平面積：貯水池計画に従う。

貯水池平均幅：貯水池計画に従う。

流量資料：平常時：水温の現地調査を行った年の流入量を入力する。

出水時：平常時に10年確率洪水あるいは最近10年間程度の最大洪水をあてはめた流入量洪水量を入力する。

気象資料：日射量、雲量、湿度、気温、風速：ダム地点近傍の現地測定データ及び气象台、測候所等のデータあるいはそれを利用して求めたデータ。

流入水温：現地調査結果を流入水温として使用する。

運用条件：発電使用水量：運用計画に従う。

放流量：ダムの運用に合わせて設定する。

その他の入力条件として、初期水温分布、貯水池流入河川の幅・勾配・粗度係数、貯水池の日射に対する吸収率・減衰定数、流動層位置、渦動拡散係数、連行係数などがある。これらについては、文献、現地調査結果、類似事例等から算定する。

Ⅲ. 冷却塔に係る環境影響評価について

発電施設の排熱処理のために冷却塔を採用する場合、周辺環境に及ぼす影響について、その環境要素や影響の程度について事前に検討し、その結果に基づき環境影響評価の項目選定について判断する。ここでは、我が国における発電施設に採用されることが多い機械通風式の冷却塔からの排気の白煙化等の環境影響の評価方法等について知見を取りまとめる。

対象とする冷却塔は、湿式冷却塔と混合式のもの（湿式乾式混合型冷却塔、湿式で白煙防止機構付き、湿式冷却塔に排煙を混入させる方式等）とする。影響が重大かどうかは、冷却塔の規模と運用諸元（排気量、冷却水量、排気温度、排気速度など）によるほか、評価対象地域の土地利用や交通機関の状況にも関係するので、以下に述べる手法を適宜取捨選択して環境影響評価を実施するものとする。

一 調査すべき情報について

以下の気象の状況を調査する。

イ 地上気象

風向、風速、気温、湿度、日射量、放射収支量

施設用地内で建屋の影響を受けにくい地点で、風向、風速については地上から10mないしそれ以上の高さ、気温、湿度、放射収支量については地上1.5mの高さで、日射量については建屋等による遮蔽のない高度で、連続した12カ月以上の期間毎時間観測する。測定値の欠測率は原則として10%以下とする。

ロ 上層気象

風向、風速、気温、湿度

冷却塔の排気が拡散する高度付近の気象の状況について調査する。

調査期間については、冷却塔からの白煙の影響がより大きくなることが想定される下記の条件を含むように実施することが望ましい。また、冷却塔からの排気が、航空路、高速道路、鉄道等の輸送機関や住宅地等に向かう風向条件が含まれること。

暖候期・・・湿度の高い時期（梅雨等）

寒候期・・・冬型の気圧配置が緩んで風が弱くなる時期。

雪や雨が降る時期。

二 調査の基本的な手法について

イ 文献その他の資料

既存の気象観測施設が存在する場合、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場合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。

ロ 現地調査

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）第一条の二または第一条の三に基づく技術上の基準による方法とするが、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 調査地点について

原則として冷却塔設置の場所またはその近傍の1地点とする。

ただし、排煙の拡散予測等他の目的で設置される、あるいは既に設置されている気象観測施設に上記地点の気象条件を代表させることが可能と考えられる場合には、その施設の観測値をもって代用することができる。

四 予測について

冷却塔の周辺地域への影響として考えられる主なものとしては、①白煙による視程障害、視野妨害、②凝結水滴の落下、③排気（白煙や水滴を含む）からの微生物・化学物質の飛散が考えられる。これらの項目は、基本的に冷却塔からの排気の挙動（上昇、移流、拡散、凝結）を予測することにより、それぞれの影響を評価することができる。

冷却塔からの排気は、その挙動が時間的にも空間的にも激しく変化する現象であるが、現状での各予測手法の精度を勘案し、基本的には予測時間スケールの大きい年間の視程障害出現頻度を予測する。なお、影響が重大で年間の予測だけでは不十分な場合に、白煙が最も発達しやすい条件での挙動を把握するため、そうした特異な気象条件での予測（短時間予測）も行うこととする。

イ 年間の状況の予測手法

(イ) 基本情報の収集

対象となる冷却塔に関して、以下の資料、関係データを収集する。

a 冷却塔諸元

i) 冷却塔本体

冷却形式（湿式又はその他の混合式）、冷却塔構造（単独塔又は集合塔）
通風方式（自然換気通風又は強制機械通風）
排気口の形状、寸法（排気口直径、地上高その他）
塔体の材質と防水、防錆方法など

ii) 冷却水

使用冷却水水源（水中化学成分、重金属、細菌等の有無）
冷却水投入量、損失水量、水質管理方式、投入時水温（月別又は季節別）

iii) 排気

燃焼排煙や乾式冷却装置からの高温排気混入機構の有無
排気量、排気口での排気温度、上昇速度、水分量（月別又は季節別）
排気中の有害化学成分、固形物、重金属の濃度

iv) 保守運用

運転、保守点検スケジュールや監視体制等

b 現況調査資料

i) 地形条件

標高分布など

ii) 土地利用条件

視程悪化が重大な障害となり得る施設など

(ロ) 予測の方法

予測は、浮力及び初期上昇速度を持った気体の拡散計算の方法（窒素酸化物や硫酸酸化物の拡散）に準じて行うことができるが、凝結による気化熱の放出や微水滴の重力沈降もあり、これらの効果を考慮したモデルを採用する。

この種のモデルの多くは、欧米の大規模な自然通風式からの白煙発生を対象として開発されたもので、日本の冷却塔の特性や気候条件に適合するかどうか、類似施設での実測データ（白煙の空間分布を把握したもの；代表気象での事例）との比較により確認して使う。あるいは、これらのモデルを参考にして日本の諸条件に合うように変更したものや、別途開発し前述のモデルに対し同等以上の精度を持つモデルを用いてもよい。

現在実用に供することのできる主なモデルの概要は以下のとおり。

① Hanna モデル

「Handbook on atmospheric Diffusion」(1982)に示された方法。

白煙の大きさ、高さ、長さ並びに水滴落下が、冷却塔からの放出条件と気象条件から計算できるが、かなり簡略化したモデルである。

② FOG モデル

米国環境省が推奨する標準モデルの1つである BLP モデルをベースとし、Earth Tech 社が開発した。

モデルの根幹は、大気汚染予測に用いられるブルームモデルであり、拡散係数に周辺大気の乱れ効果、浮力による拡散効果、周辺建屋によるダウンドラフトの効果等が取り入れられている。また、地形の起伏影響も有効ブルーム高さの補正によって表現する。

③ SACTI モデル

米国の EPRI (電力研究所) のために、アルゴン国立研究所が開発した ANL モデルを基礎としており、米国では発電所のアセスメントで一般的に使われている。

④ 電力中央研究所モデル

我が国の湿式もしくは湿式・乾式併用の機械通風式冷却塔からの白煙・湿度・温度および液滴飛散量を予測するために、経済産業省の委託により電力中央研究所が開発したブルームモデルである。複数ファンの配置や白煙防止機能(湿式・乾式併用方式)を考慮でき、拡散係数およびブルーム上昇式に、冷却塔によるダウンドラフトの効果が詳細にモデル化されているのが特徴である。我が国の機械風通風式冷却塔を対象とした野外実測値と比較により、短時間および年間の白煙長さ・高さ、液滴飛散量などを予測できることが確認されている(参考文献:発電所冷却塔白煙化調査 総合報告書 電力中央研究所、大気環境学会誌 第44巻5号 pp. 227-235)。

いずれのモデルを用いるにせよ、日本における発電所冷却塔は大都市近隣や工業地帯に作られることが多いので、煙流(白煙)のダウンウォッシュ及びダウンドラフトの発生が見込まれる場合、その効果の算定を含み得るものでなければならない。

この種のモデルを用い、年間の毎時の気象データ(風向風速、気温、湿度)を使い、各時間の白煙の発生位置(距離と高度)を求める。得られた結果から距離、指定方位とその±1方位の発生頻度を求める。指定方位とは、白煙による視程障害によって影響が及ぶと考えられる方位のことである。

(ハ) 予測結果のとりまとめ

上記により年間の風下距離別の白煙による視程障害の発生頻度が求まるが、この結果は以下のように解析評価する。

- ① 16 の各方位について、発電所敷地外のどの風下距離においても発生頻度が 0.1%未満であるときは、その方向での白煙の影響は無視しうると判定する。
0.1%という頻度は、1年 365 日×24=8,760 時間のうち、約 9 時間にあたり、年間のある 1 日の日中だけ白煙による視程障害が生じるというものである。
- ② ある方位と距離で頻度が 0.1%以上となる場合でも、その領域が空港の最終進入航空路上かそれに近いという条件にあてはまらず、事務所や住居、学校、病院、療養所等を覆うことがない場合、白煙の影響は無視し得ると判定する。
- ③ 上記①、②のいずれにも該当しない場合は、白煙の影響度を予測結果から推測し、何らかの影響が及ぶと判定される場合には、白煙防止のための対策を検討しなければならない。

ロ 短時間予測

上記により詳細な白煙の状況を調べる必要が生じた場合は、短時間予測のための予測モデルあるいは風洞実験を単独又は組み合わせて実施し、再現される白煙の挙動から影響を評価する。予測方法として、次のようなものが考えられる。

- ① 3次元熱流体モデル（ $k-\epsilon$ モデルまたは代数応力モデル等の大気乱流をモデル化したもの）による数値シミュレーション
- ② 3次元熱流体モデル（LESモデル等の大気の乱流構造を計算できるもの）による数値シミュレーション（参考文献：「機械通風式冷却塔白煙を対象とした数値モデルの開発」（電力中央研究所研究報告 V05032、2006.））
- ③ 風洞実験（参考文献：「冷却塔からの白煙領域予測のための風洞実験手法」（電力中央研究所研究報告 V04007、2005.））
- ④ 電力中央研究所モデル(前出)

これらのモデルや実験についても、年間の状況の予測と同様、類似施設での実測データとの比較を前提として使用するべきである。

評価の対象としては、白煙の発生位置や継続時間との関係で、航空機運航への障害、事務所、学校、住居、病院等への影響について検討する。

ハ その他の予測項目

凝結水滴の落下については、着地水量が予測できる冷却塔用排気拡散モデルを用いる。落下速度は粒径が大きいほど大きくなるので、水滴の粒径分布の与え方次第で結果が大きく異なる。従って、結果については十分吟味する必要がある。具体的な予測モデルとしては、Hannaモデル、SACTIモデル、電力中央研究所モデル(すべて前出)等が提案されている。

排気（白煙や水滴を含む）からの微生物・化学物質の飛散については、対策や環境への配慮の検討によって、定性的に行う。

五 予測地域について

気象条件、冷却塔の規模形式から、排気による白煙の最大到達距離内とするが、あらかじめ推測しがたい場合は、冷却塔から半径1 km以内とする。

六 予測対象時期について

年間の予測については、発電所完成後の平均的な運転状態となる期間とする。

短時間予測については、発電所の最大出力で、気象条件的にも白煙が最も発達すると想定される条件で行う。

七 運用時の対策

上記の評価手法により環境影響評価が終了し、冷却塔が設置、運用を開始した後にあっても、特異な気象条件や地域の大気環境の状況によって、周辺地域へ影響が発生することも想定し、とるべき対策を明記する。具体的には、以下のものを一部または全部採用する。

- ・ビデオカメラ等による白煙の監視
- ・出力の調整
- ・気象予測情報の収集利用による計画的な運用スケジュールの設定
- ・排気温度の上昇

IV. 火力・原子力発電所に係る海域環境モニタリング調査の基本的考え方

平成 26 年 8 月

(公財) 海洋生物環境研究所

まえがき

発電所に係る海域の環境影響評価では、「工事の実施（建設機械の稼働，造成等の施工による一時的な影響）」、「地形改変及び施設の存在」及び「施設の稼働（排水，温排水）」を対象に，施設周辺及び温排水拡散予測範囲を包含する範囲において水環境と海域に生息・生育する動植物等に関する現況調査が行われ，影響の予測，評価，環境保全等が実施される。その後，事業者は環境保全措置に資する自主的な取組として環境監視（モニタリング調査）を実施する場合がある。

環境影響評価では，立地点の自然・社会環境と事業計画をもとに，対象事業の特性に応じて適切な要素を選択するスコーピングが行われる。モニタリング調査の実施に当たっても，環境影響評価で得た情報，知見を踏まえて焦点を絞った調査を行うことが重要である。

ここでは，経済産業省からの委託により平成 23～25 年度に実施された「発電所環境モニタリング手法検討調査」の結果（海洋生物環境研究所，2014）に基づき，火力・原子力発電所に係る海域環境モニタリング調査について，調査項目の選定及び調査方法の基本的考え方を示す。

1. 海域環境の特性と調査項目

海域は陸域に比べ生物を介した物質循環が速く，出現生物相が短時間に変化する。また，生物（群集）が相互に広域ネットワークを構築し短期的な変化を示すとともに，現状の知見ではまだ説明できない中・長期的な自然変動がある等の特性を有する。陸域と違って日常的に直接視認できないため情報が乏しい等の特性もある。

モニタリング調査の目的は，地形改変や施設の稼働後の環境，生物の状態を把握（環境監視）することにあるが，調査に当たっては，上記の海域の特性を理解し適切な調査を計画し実施する必要がある。一般に潮間帯生物，海藻草類，底生動物等の定着性の強い生物群は，主な種類及び分布の状況（以下，出現状況とする）の経時的変化を把握しやすい。また，これまでの知見でも温排水の影響による定着性の生物群の出現状況の変化が，温排水放水口近傍に限り確認された例がある。一方，行動範囲が広い魚等の遊泳動物，及び海水とともに移動する動植物プランクトン等の浮遊性生物は，出現状況の自然変動が大きい。ため，発電所影響を検討する上で必ずしも適当な生物ではない。

以上述べた諸点を考慮し，「発電所アセス省令」*1 及び「発電所に係る環境影響評価の手引（経済産業省原子力安全・保安院，2007）」に記載されている環境要素を

○：モニタリング調査の対象とすることが望ましい項目

△：モニタリング調査の対象とするか検討を要する項目

に分けて第 1 表に示した。

*1 発電所の設置又は変更の工事の事業に係る計画段階配慮事項の選定並びに当該計画段階配慮事項に係る調査，予測及び評価の手法に関する指針，環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査，予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針並びに環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令(平成 10 年通商産業省令第 54 号)

IV 火力・原子力発電所に係る海域環境モニタリング調査の基本的考え方

第1表 海域環境モニタリング調査項目の選定の考え方

環境要素の区分		選定の考え方	
水環境	水温・塩分	○	温排水に関連する基本的な環境要素である。
	水質	○	海生生物の生息・生育環境として基本的な環境要素である。
	底質	○	海生生物（特に底生生物）の生息・生育環境として基本的な環境要素である。
	流況	○	地形改変等による流況変化、温排水の拡散状況に関連する基本的な環境要素である。
海域に生息する動物・海域に生育する植物	魚等の遊泳動物	△	社会の関心が高いため、主要な種への影響が懸念される場合は、調査方法を十分検討の上、調査を実施する。
	潮間帯生物（動植物）	○	定着性が強く、環境変化に対応した出現状況を示すため、発電所影響を検討する上で重要な生物群である。
	海藻草類	○	定着性で環境変化に対応した出現状況を示すため、発電所影響を検討する上で重要な生物群である。
	底生生物（動物）		
	①マクロベントス	○	定着性が強く、環境変化に対応した出現状況を示すため、発電所影響を検討する上で重要な生物群である。
	②メガロベントス	△	社会の関心が高いため、主要な種への影響が懸念される場合は、調査方法を十分検討の上、調査を実施する。
	動植物プランクトン	△	海水交換の乏しい海域において出現状況の変化が懸念される場合は、調査の方法を十分検討の上、調査を実施する。
	卵・稚仔	△	社会の関心が高いため、主要な種への影響が懸念される場合は、調査方法を十分検討の上、調査を実施する。
干潟・藻場・サンゴ礁	干潟	△	調査範囲内に1ha以上の規模の干潟が存在する場合は、調査の方法等を十分検討の上、調査を実施する。
	藻場	△	調査範囲内に1ha以上の規模の藻場が存在する場合は、調査の方法等を十分検討の上、調査を実施する。
	サンゴ礁	△	調査範囲内に0.1ha以上の規模の造礁サンゴ群集が存在する場合は、調査の方法等を十分検討の上、調査を実施する。
重要な種及び注目すべき生息地		△	重要な種及び注目すべき生息地への影響が懸念される場合は、調査の方法等を十分検討の上、調査を実施する。

○：モニタリング調査の対象とすることが望ましい項目

△：モニタリング調査の対象とするか検討を要する項目

Ⅳ 火力・原子力発電所に係る海域環境モニタリング調査の基本的考え方

モニタリング調査計画の立案に当たっては、第1表を参考にしつつ、地点の海域特性、発電所の特性、地形改変や温排水による環境影響の予測評価の結果を踏まえ、適切な調査項目を選択するものとする。なお、関連法規制の内容や水質や底質の指標、水域の類型指定等が見直される場合もあるので、調査に当たってはそれらの動向に留意する。

2. 調査方法

モニタリング調査は環境影響評価を受けて実施されるものであり、その調査方法は環境影響評価の現況調査と連係することが必要であるが、立地点の海域特性を考慮し、必要に応じ重点化、簡素化を行うものとする。以下に原則を示す。

1) 調査期間と時期

調査期間は、原則として運転開始前1年、運転開始後3年を目途とする。なお、増設等で運転開始前の調査結果がある場合には、運転開始前の調査を省略することができる。また、地形改変や温排水の放水による流況の変化に関する調査については、原則として運転開始後1年を目途とする。

調査時期（及び回数）は、原則として四季（年4回）とするが、各環境要素の季節変化の特性を考慮して設定する。例えば、1年サイクルで繁茂と衰退を繰り返す海藻草類については、繁茂期と衰退期の二期（年2回）とすることができる。

2) 調査範囲

対象事業実施区域とその周辺1kmの範囲（地形改変があった場合）、及び発電所放水による水温上昇1℃の拡散予測範囲を包含する範囲を対象とする。この範囲内において、現況調査における調査点、測線から、影響が予測される範囲*2内外に適切な調査点、測線を選定する。必要に応じ、取水側海域にも調査点、測線を設定する。

3) 調査手法

環境影響評価の現況調査に準じるものとするが、必要に応じ、自記式測器、小型メモリ一式水温計等作業性の良い測器や測定方法を取り入れて調査の合理化を図る。

4) 留意事項

モニタリング調査を実施するに当たり留意すべき事項を環境要素毎に示す。

(1) 水環境

① 水温・塩分

水温・塩分は、温排水による海水温度の上昇及び温排水の拡散範囲を検討するための基本的な環境要素であり、取放水口（復水器出入口よりも取放水口で測定することが望ましい）の水温と、放水口前面海域における水温・塩分の水平・鉛直分布を調査する。発電所の放水方式や運転状況等も考慮して海域の代表的な海象時における温排水拡散範囲を把握できる調査を実施する。なお、水温・塩分の分布調査はできるだけ短時間に行うことが重要である。

*2 原子力発電所等におけるモニタリング調査や個別地点における調査研究結果において放水口の近傍（地点により2～3℃以上の水温上昇域）を除くと温排水による環境への影響が報告された事例はこれまでのところない（海洋生物環境研究所、日本エヌ・ユー・エス、2011）。

IV 火力・原子力発電所に係る海域環境モニタリング調査の基本的考え方

② 水質

水質は、海生生物の出現状況と関連が深いので、「2.4）(2) 海域に生息する動物・海域に生育する植物」の調査と連係し調査することが望ましい。取水側と放水側で水質が異なる場合には、放水口前面の水質変化を検討する上で、取水口近傍における調査も重要である。

③ 底質

底質は、海生生物（特に底生生物）の出現状況と関連が深いので、「2.4）(2) 海域に生息する動物・海域に生育する植物」の調査と連係し調査することが望ましい。

④ 流況

流況は、地形改変や温排水の放水による流況の変化、及び温排水の拡散状況を検討するために必要な環境要素である。流況が大きく変化する可能性がある場合は、変化が予想される地点において流向・流速の測定を実施し、流況を把握する。また、温排水の拡散状況の検討のために、水温・塩分の水平・鉛直分布調査時の流況を把握しておくことが望ましい。

(2) 海域に生息する動物・海域に生育する植物**① 魚等の遊泳動物**

魚等の遊泳動物は、その出現状況に地域性、季節性が見られるが、行動範囲が広く、出現状況が経年的、また調査点間においても不規則な変化を示す場合が多いため、発電所影響を検討する上では適当な生物群ではない。しかし、社会的関心が高いので、主要な種への影響が懸念される場合は、対象種の特性を考慮し調査方法等を十分検討の上、調査を実施する。

② 潮間帯生物（動植物）

岩礁域の潮間帯生物は、生息・生育場所から大きく移動することがなく、その出現状況は生息・生育場所の環境変化に対応するため、発電所の影響を検討する上で重要な生物群である。生息・生育場所の基質、干出の程度の違いによる出現状況の差異が見られるため、これらを考慮して調査点を選定する。動物については種類別の個体数密度または被度を、植物については種類別の被度を調査する。

なお、砂浜域の潮間帯生物は、内湾等の干潟を除くと生物量が少ない場合が多く、発電所影響を検討する上では適当な生物群ではない。

③ 海藻草類

海藻草類は、生育場所から移動することがなく、その出現状況は生育場所の環境変化に対応するため、発電所の影響を検討する上で重要な生物群である。一年をサイクルとして繁茂と衰退を繰り返すとともに、生息場所の着生基質、水深の違い等による出現状況の差異が見られるため、これらを考慮して調査時期、調査点を選定し、種類別の被度を調査する。

④ 底生生物（動物）**a. マクロベントス**

マクロベントスは、生息場所から大きく移動することがなく、その出現状況は生息場所の環境変化に対応するため、発電所の影響を検討する上で重要な生物群である。生息場所の底質の違いによる出現状況の差異が見られるため、これを考慮して調査点を選定し、種類別の個体数密度等を調査する。

b. メガロベントス

メガロベントスは、その出現状況に地域性、季節性が見られるが、自然変動が大きく、

IV 火力・原子力発電所に係る海域環境モニタリング調査の基本的考え方

出現状況が経年的、また調査点間においても不規則な変化を示す場合が多いため、発電所の影響を検討する上では適当な生物群ではない。しかし、社会的関心が高い生物も含まれるので、主要な種への影響が懸念される場合は、対象種の特性を考慮し調査方法等を十分検討の上、調査を実施する。

⑤ 動植物プランクトン

浮遊性の動植物プランクトンは、その出現状況に地域性、季節性が見られるが、海水とともに移動し、出現状況が短期間で変化する場合が多いため、発電所の影響を検討する上では適当な生物群ではない。しかし、内湾等の海水交換の乏しい海域において、発電所の取放水に伴う海水交換の促進による出現状況の変化等が予想される場合には、調査方法等を十分検討の上、調査を実施する。

⑥ 卵・稚仔

卵・稚仔は、その出現状況に地域性、季節性が見られるが、海水とともに移動し、出現状況が短期間で変化する場合が多いため、発電所影響を検討する上では適当な生物群ではない。しかし、社会的関心が高いので、主要な種への影響が懸念される場合は、対象種の特性を考慮し調査方法等を十分検討の上、調査を実施する。

(3) 干潟・藻場・サンゴ礁

調査範囲内に、干潟（1 ha 以上）、藻場（1 ha 以上）、造礁サンゴ群集（0.1 ha 以上）が存在する場合は、調査方法等を十分検討の上、空間的広がり把握する。また、それぞれの場における水質、底質、主要出現種及び藻場、造礁サンゴ群集の主要構成種の調査を「2.4）（1）水環境」、「2.4）（2）海域に生息する動物・海域に生育する植物」に関する調査と連係し実施する。

(4) 重要な種及び注目すべき生息地

これらに関する知見は十分とは言えない場合が多いが、調査範囲内において、重要な種及び注目すべき生息地への影響が懸念される場合には、調査の方法等を十分検討の上、「2.4）（2）海域に生息する動物・海域に生育する植物」の調査と連係し調査を実施する。調査に当たっては、希少種等の保護に係わる情報の流出防止に留意する。

3. 結果の取りまとめ

各調査項目について、季節変化、経年変化等を整理するとともに、発電所稼働との関係を把握するため、運転開始前後について影響が予測される範囲内外における調査結果の整理を行う。また、海域に生息する動物・海域に生育する植物、干潟・藻場・サンゴ礁については、必要に応じ、水質、底質等の生息・生育環境との関係について整理する。

あとがき

海域環境は多くの環境要素が複雑かつ相互に関係して存在しており、発電事業への社会の一層の理解を得るためには、適切なモニタリング調査を実施することが望ましい。モニタリング調査結果は、火力発電所のリプレース等において環境影響評価を合理化、迅速化する場合にも重要な情報となると考えられる。

本資料の内容については、今後さらに科学的知見を蓄積し、必要に応じ適切な見直しを図ることが望まれる。

Ⅳ 火力・原子力発電所に係る海域環境モニタリング調査の基本的考え方

参考文献

- ・海洋生物環境研究所（2014）．経済産業省委託 平成 25 年度発電所モニタリング手法検討調査報告書，222pp.
- ・海洋生物環境研究所，日本エヌ・ユー・エス（2011）．環境省請負調査業務 平成 22 年度国内外における発電所等からの温排水による環境影響に係る調査業務報告書，27pp.
- ・経済産業省原子力安全・保安院（2007）．発電所に係る環境影響評価の手引，553pp.

V. 前倒環境調査を適用した適切かつ迅速な環境影響評価の実施について

V. 前倒環境調査を適用した適切かつ迅速な環境影響評価の実施について

平成 30 年 3 月

国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構 (NEDO)

まえがき

風力発電及び地熱発電の導入拡大を図るため、平成 25 年 6 月 14 日に閣議決定された「日本再興戦略」において、風力及び地熱発電所の環境アセスメントの迅速化、すなわち通常は「3、4 年程度かかるとされる手続期間の半減を目指すこと」が政府目標とされた。

この政府目標を踏まえ、経済産業省と環境省により、審査期間の短縮を始めとした様々な取組が進められてきている。その一環として、資源エネルギー庁が設置した「風力・地熱発電に係る環境影響評価手続の迅速化等に関する研究会（2013 年 12 月～2014 年 3 月）」では、「通常、方法書手続において調査の対象や方法が確定した後に行われる現況調査及び予測・評価（以下「現況調査等」という）を、配慮書手続や方法書手続に先行して、あるいは同時並行で進める手法」、すなわち「前倒環境調査」の有効性と実施にあたっての課題が検討された。その結論として、前倒環境調査の各種課題の解決方法を実証事業により検証すること及び方法論に関する知見をとりまとめることが必要であることが確認された。

この研究会報告を踏まえ、NEDO では、平成 26 年度から平成 29 年度まで、前倒環境調査の適用による環境影響評価の手続期間の短縮化を図る実証事業を実施した。この実証事業の検証から得られた知見に基づき、前倒環境調査の方法論を中心に、適切かつ迅速な環境影響評価の実施にあたっての基本的考え方と留意事項をとりまとめ、平成 30 年 3 月に、「環境アセスメント迅速化手法のガイド」（風力発電所、地熱発電所）を公表した。

ここでは、前倒環境調査の基本的考え方及び留意事項について概説する。なお、前倒環境調査を適用する際には、「環境アセスメント迅速化手法のガイド」も併せて参照されたい。

1. 前倒環境調査の定義と位置づけ

「前倒環境調査」とは、現況調査等の作業を、配慮書手続や方法書手続に先行して、あるいは同時並行で進める手法である（図 1）。

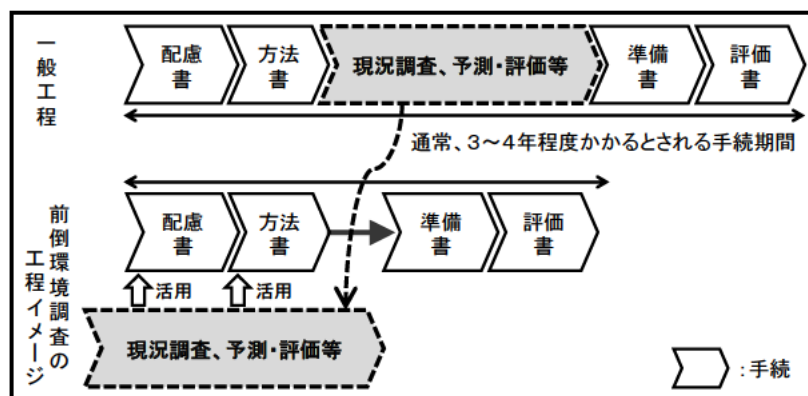


図 1 前倒環境調査の定義

環境影響評価法（平成 9 年法律第 81 号）では、環境影響評価の項目及び調査・予測等の手法は、方法書手続により一般からの意見・知事意見及び大臣勧告を聞いた上で選定し、選定した項目及び手法に基づいて環境影響評価を行うことと規定されている。

V. 前倒環境調査を適用した適切かつ迅速な環境影響評価の実施について

ただし、方法書手続の完了前から必要な調査を行うことや、既存の情報を活用して環境影響評価を実施することが制限されているものではなく、前倒環境調査を行ったとしても、その調査が適切に行われていれば環境影響評価制度上、問題はない。

また、前倒環境調査の結果を配慮書段階や方法書段階の検討に活用することによって、事業のできるだけ早い段階から、環境配慮を反映したより良い事業計画とすることが出来るメリットがある。一方、方法書手続の完了よりも前から現況調査等に着手するため、意見等による追加調査等の「手戻り」が発生するリスクをはらんでいることに留意する必要がある。

2. 前倒環境調査の効果

前倒環境調査の結果を配慮書手続や方法書手続等へ段階的に活用することで、事業計画の環境配慮の充実化に資するとともに、以後の調査の重点化を通じた手続の効率化も期待できる。

前倒環境調査の活用により期待される効果を以下に概説する。

(1) 配慮書段階

前倒環境調査を配慮書手続よりも前から実施する場合、調査結果を配慮書に記載し、配慮書における重大な環境影響の有無の検討に活用することで、下記の効果が期待できる。

- ・ 前倒環境調査の結果を踏まえることにより、より精緻に初期段階における重大な環境影響の回避を行うことができる。
- ・ 重大な環境影響等の回避の取組を行っていることを明確にすることにより、事業計画の検討が環境面にも配慮して行われていることが明確化できる。

(2) 方法書段階

前倒環境調査を方法書手続よりも前から実施する場合、調査結果を方法書に記載し、方法書における項目及び手法の選定の検討に活用することで、下記の効果が期待できる。

- ・ 前倒環境調査の結果や配慮書の内容を踏まえるとともに、配慮書に対する大臣意見を勘案して方法書手続における環境影響評価の項目及び手法の選定に係る検討を行うことにより、焦点の明確化、調査の重点化や調査手法の高度化を図ることが可能となる。
- ・ 前倒環境調査により必要な現況調査等を行った結果、環境影響が想定されない項目については、前倒環境調査の結果を示すこと等により、環境影響評価の項目として選定しない理由を示すことができる。
- ・ 方法書において、現況調査等の焦点の明確化や手法の高度化を図るための取組を行っていることを明確にすることにより、手続の充実化が行われていることが明確化できる。

前倒環境調査によって得られた調査結果は、配慮書手続や方法書手続に活用することを積極的に検討すべきである。早い段階から情報開示することで、地域の理解の醸成に寄与することも期待される。前倒環境調査の結果を配慮書に活用することにより、事業実施想定区域内での風力発電設備の配置位置の妥当性等について、客観的根拠を示すことができる。また、方法書への活用により、方法書に記載した環境影響評価の項目や調査・予測等の手法の妥当性について客観的根拠を示すことができる（猛禽類の繁殖つがいの行動圏が風車から離れていることを示し、以後の調査の重点化・簡略化を図ること等）。

V. 前倒環境調査を適用した適切かつ迅速な環境影響評価の実施について

3. 前倒環境調査を適用した全体工程の考え方

(1) 前倒し工程設定の考え方（風力発電所）

① 全体計画

前倒環境調査は、各調査項目に要する調査期間や、事業計画検討の早期段階から調査結果に基づく環境配慮を反映することを考慮し、調査項目ごとに開始時期を設定する。本来、どの調査項目をいつから前倒しすべきかは、個々の事業において、事業特性及び地域特性を踏まえて検討する必要がある。その検討にあたっては、前倒環境調査を適用して適切かつ迅速な環境影響評価を行うために、前倒環境調査の全体工程、事業計画の検討工程、環境影響評価の工程の「3つの工程」の相互のタイミング調整が重要である。

ここでは、風力発電所の建設事業において、一般的に想定される前倒しの開始時期のパターン例（図2）と、各パターンに該当する調査項目の例（表1）を示す。

前倒環境調査の開始時期は、5パターンである。具体的には、事業化判断をした時点から着手して早期から事業計画に反映すべき項目（I a、I b）、調査期間が長いものや季節性があるため配慮書手続の開始頃から着手すべき項目（II）、調査期間や季節性を考慮しても方法書手続の開始頃から着手できる項目（III）、工事計画が固まらないうと調査地点が設定できないなど方法書手続の完了時点から着手する項目（IV）である。

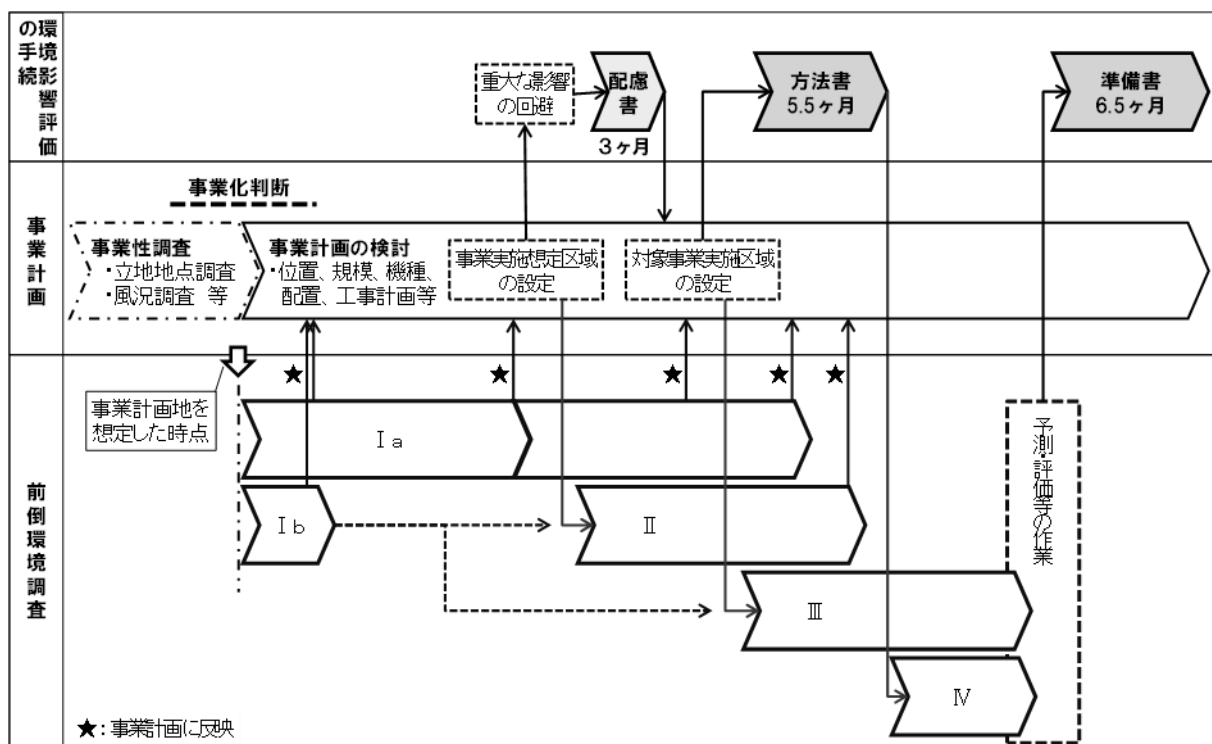


図2 前倒し工程（全体計画）の考え方（風力発電所）（表1と対応）

V. 前倒環境調査を適用した適切かつ迅速な環境影響評価の実施について

表1 前倒し工程（全体計画）の考え方（風力発電所）（図2と対応）

開始時期	区分	該当例 *1
配慮書手続の開始以前 (事業性調査段階から、又は事業化判断とともに開始)	I a	動物(例：猛禽類) 等
	I b	騒音(事前予測)、地形及び地質（改変を回避すべき対象の有無を確認）、風車の影(事前予測)、動物(例：渡り鳥)、植物(例：植生)、生態系、景観 等
配慮書手続の開始前後	II	動物、植物、生態系 等
方法書手続の開始前後	III	大気質、騒音及び超低周波音(供用)、水質、景観、人と自然との触れ合いの活動の場 等
方法書手続の完了後	IV	騒音(工事)、振動、底質、地形及び地質（保全措置の検討のための調査）、風車の影、廃棄物等、放射線の量 等

*1：各調査項目がどの区分に該当する可能性があるかを例示（重複記載がある）。

② 配慮書手続の開始以前の着手が推奨される項目（区分：I a、I b）

調査期間が最も長く、かつ最も早期から開始すべき調査項目は猛禽類である（I a）。猛禽類は、事業計画地に営巣中心域が近接するなど重大な環境影響があると予測された場合には、事業計画に反映して基本的に回避の措置を講じる必要がある。このため、最も早期から現況調査等に着手することが望ましい。

なお、当初の調査計画の段階では、希少猛禽類が生息していない又は繁殖つがい分布しないことの根拠が示せる場合を除き、基本的に2営巣期の工程を計画する必要があるとされている。ただし、前倒しの現況調査等を進める中で、得られた調査結果によっては、1営巣期目で終了させる期間短縮に成功している事例もある。調査開始後は、調査結果を踏まえ、柔軟に軌道修正していくことが重要である。

猛禽類と同様に、早期の段階から着手すべき調査項目としては、騒音や地形・地質があげられる（I b）。これらの調査項目は、環境影響の有無や程度によっては、事業計画に反映して原則として回避の措置を講じる必要が生じる可能性があるものである。準備書・評価書手続等の段階に至って事業計画を大きく修正する手戻りを防止するためにも、早期の段階から必要な事前調査や事前予測を行うことが望ましい。その結果は、配慮書段階の検討に活用できるほか、本調査の重点化・簡略化の判断や調査計画の具体化を検討する際に活用できる。この結果を方法書段階で活用することで、方法書の妥当性をデータで示すことができる。

③ 配慮書手続の開始前後の着手が推奨される項目（区分：II）

配慮書手続とほぼ同時に開始すべき調査項目としては、動物、植物等があげられる。これらの調査項目は、調査期間として基本的に1年間以上が必要とされるものである。また、環境影響の有無や程度によっては、事業計画で回避する必要が生じ得る調査項目でもある（例えば、環境保全上重要な種や生息地等の存在、等）。このため、配慮書の事業実施想定区域が設定できた段階で、幅広に現況調査等を実施し、重要な環境配慮事項が把握された場合には、速やかに事業計画に反映することができる工程を組むことが望ましい。

④ 方法書手続の開始前後の着手が推奨される項目（区分：III）

方法書手続とほぼ同時に開始すべき調査項目としては、大気質、水質等があげられる。

V. 前倒環境調査を適用した適切かつ迅速な環境影響評価の実施について

これらの調査項目は、調査期間が1年間以内であり、かつ事業計画・工事計画に対応した調査地点の設定等が必要なものである。このため、事業計画・工事計画の変更等による調査の手戻りリスクを抑えるため、方法書に記載する事業計画が確定した後に現況調査等を開始することが望ましい。

⑤ 方法書手続の完了後の着手が推奨される項目（区分：Ⅳ）

方法書手続の完了（大臣勧告）の後から開始すべき調査項目としては、振動、底質等があげられる。これらの調査項目は、現況調査等の検討作業に要する期間が短く、工事計画に対応した調査地点の設定等が必要なものである。このため、特に工事計画の変更等による調査の手戻りリスクを抑えるため、方法書へ的大臣勧告後から現況調査等を開始することが望ましい。

表2 主要な調査項目の前倒環境調査の考え方（風力発電事業）

環境要素		区分*1	開始時期の考え方
大気環境	騒音及び超低周波音	I b III	騒音は、重大な環境影響が予測された場合には、位置、機種・配置等を見直して影響を回避する必要がある項目であるため、事業計画検討の早期段階から簡易予測に着手することが望ましい。本調査は、季節性があるため、現地状況に基づいた調査計画が必要である。 超低周波音は、環境省の指針・マニュアル*2において、「風力発電施設から発生する超低周波音・低周波音と健康影響については、明らかな関連を示す知見は確認できない」とされており、事業ごとに実施内容を判断する必要がある。
	地形及び地質	I b IV	地形及び地質は、重要な地形及び地質を回避する必要があることから、早期段階で文献・聞き取り調査等により分布の有無を確認しておくことが望ましい。現地調査が必要な場合、基本的に1回の調査で、季節性がないと想定されるため、工事計画の確定後に実施を計画する。
その他の環境	風車の影	I b IV	風車の影は、重大な環境影響が予測された場合には、位置、機種・配置等を見直して影響を回避する必要がある項目であるため、事業計画検討の早期段階から簡易予測に着手することが望ましい。現地調査が必要な場合、機種・配置等の確定後に実施を計画する。
	全般	I b II	動物は、希少性の高い種や生息地の分布の有無について、事業計画検討の早期段階から確認しておくことが望ましい。 現地調査は、基本的に季節性があり、1年間の調査が必要であることから、配慮書手続開始と同時期からの開始を計画する。
動物	希少猛禽類	I a	希少猛禽類は、事業計画検討の最も初期の段階から、生息種や繁殖つがい の存在を把握する現地調査を開始することが望ましい。 希少猛禽類に留意すべき事業の場合、現地調査は、基本的に2営巣期調査を計画し、得られた調査結果に応じて、事業計画への反映を図るとともに、調査計画を柔軟に軌道修正することが望ましい。場合により、1営巣期調査に短縮できる可能性がある。
	渡り鳥	I b II	渡り鳥は、事業計画検討の最も初期の段階から、主要な渡りルートや重要な渡来地の存在を確認することが望ましい。 渡り鳥に留意すべき事業の場合、現地調査は、基本的に季節性が強く、1年間以上の調査が必要と想定されることから、配慮書手続開始と同時期からの開始を計画する。得られた調査結果に応じ、事業計画への反映を図るとともに、調査計画を柔軟に軌道修正することが望ましい。
植物	植生	I b II	植生、事業計画検討の最も初期の段階から、自然度の高い植生や重要な植物群落の存在と現地状況を確認することが望ましい。 現地調査は、基本的に夏から秋に1回の調査と想定されるが、植生は他の動植物や生態系の生息・生育基盤として重要であり、それらの調査計画立案時の基礎情報であることから、早期実施が望ましい。
	植物相	I b II	植物相は、希少性の高い種や生育地の分布の有無について、事業計画検討の早期段階から確認しておくことが望ましい。 現地調査は、基本的に季節性があり、1年間の調査が必要であることから、配慮書手続開始と同時期からの開始を計画する。
生態系		I b II	生態系は、保全上重要な生息地等の分布の有無について、事業計画検討の早期段階から確認しておくことが望ましい。 現地調査は、基本的に季節性があり、1年間の調査が必要であることから、配慮書手続開始と同時期からの開始を計画する。
景観		I b	景観は、重大な環境影響が予測された場合には、位置、機種・配置等を見

V. 前倒環境調査を適用した適切かつ迅速な環境影響評価の実施について

	Ⅲ	直して影響を回避する必要がある項目であるため、事業計画検討の早期段階から簡易予測に着手することが望ましい。本調査は、季節性があるため、現地状況に基づいた調査計画が必要である。
人と自然との触れ合いの活動 の場	Ⅲ	人触れは、地域にとって重要な人触れの場の有無について、事業計画検討の早期段階から確認しておくことが望ましい。本調査は、季節性がある場合があるので、現地状況に基づいた調査計画が必要である。
工事の実施に係る環境要素 (大気環境：大気質、騒音、振 動、水環境：水質)	Ⅲ Ⅳ	工事の実施に係る項目については、1 年間のデータが必要な項目(大気環境：風向・風速等)や季節性のある項目(水質：出水時調査等)以外は、工事計画に基づく調査地点の設定等が重要になることから、方法書手続の完了後から開始することが適当と考えられる。

*1：区分は、図 2 及び表 1 に対応

*2：「風力発電施設から発生する騒音に関する指針（2017 年 5 月 環境省）」、
「風力発電施設から発生する騒音等測定マニュアル（2017 年 5 月 環境省）」

（2）前倒し工程設定の考え方（地熱発電所）

地熱発電所の建設事業の一般的工程では、長期間にわたる事業性調査（資源調査）を行い、その結果を踏まえて事業化判断を行う。事業性調査の中でも「坑井調査」が特に重要であり、調査井を掘削して資源性を確認し、確認がとれれば順次、事業計画を検討、構築していく。地熱発電事業の特性上、調査井の中から事業に用いる生産井を絞り込んだ後では事業実施区域や施設配置等を見直す余地が少ない場合が多い。

したがって、事業を実施する地域に対する環境配慮として、坑井調査のための調査井を設定する段階から、保全対象の有無や配慮すべき事項を把握しておくことが肝要である。調査井掘削の前には、その候補地周辺における「自然度の高い植生」や「地域にとって重要な動植物の分布、特にその再生産の要所となる場所」の有無を把握し、事業の推進が地域環境に不可逆的な影響を及ぼす可能性を排除しておく必要がある（区分Ⅰ）。この時、自然公園の区域指定や保安林等、地域制指定状況も把握しておくが良い。また、景観に関する予備検討、簡易予測等を行っておくと、事業化の判断において考慮すべき情報が得られる。

次に、坑井調査を経て事業化の確度が高まった時点で前倒環境調査に着手すると良い項目が考えられる（区分Ⅱ）。ここで得られる調査結果は、事業計画の検討に反映することが肝要である。

現況調査等の前倒は手戻りのリスクをはらむが、調査に要する期間が長い項目や、調査項目毎に求められる適季性を勘案して、少しでも早く現況調査等に着手したい場合には、方法書手続に目途が立った段階で着手することが考えられる（区分Ⅲ）。ただし、調査期間を要さない項目については、手戻りリスクを回避するため方法書手続の完了時点から着手することが現実的である（区分Ⅳ）。

V. 前倒環境調査を適用した適切かつ迅速な環境影響評価の実施について

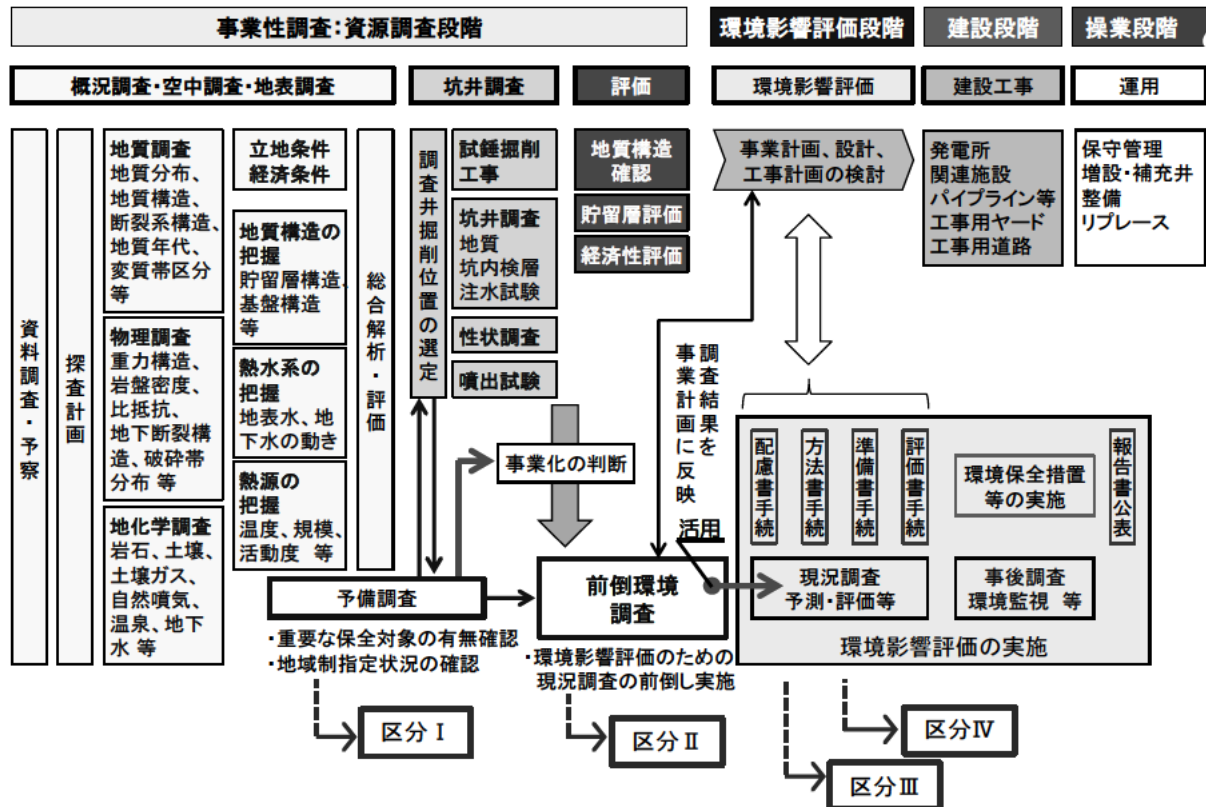


図3 前倒し工程（全体計画）の考え方（地熱発電所）（表3と対応）

表3 前倒し工程（全体計画）の考え方（地熱発電所）（図3と対応）

区分	着手時期	調査・評価項目の該当例 ^{*1}
I	坑井調査開始前 (調査井掘削位置 の選定時)	事業に伴う影響が不可逆的で重大な対象は、坑井調査開始前に予備調査を行い、調査井選定や事業化判断に必要な情報を入手する。対象としては「重要な地形・地質」「希少猛禽類の営巣地」「地域の優れた景観、視点場や視点場を含む自然歩道等」など。また、坑井調査の実施に当たって関連機関等に許認可申請を行うため、「法令等に基づく土地利用制限の有無、内容」を確認し、状況に応じた必要な対応を図る。
II	事業化判断後、 速やかに	調査や予測・評価に長期間を要する対象や、調査結果を事業計画に反映させる必要がある項目は、事業化の判断がなされたら速やかに現況調査等に着手する。硫化水素、温泉 ^{*2} 、地盤変動、植生、希少猛禽類等。
III	事業計画の熟度 が高まった段階で 着手	多くの項目については、手戻りのリスクを低減するため、調査や予測・評価の前提条件となる事業計画の熟度が高まってから現況調査等を行うことが合理的。対象としては、水の汚れ、動物(全般)、植物(全般)、生態系、景観、人と自然との触れ合いの活動の場、工事時の大気環境・水環境・廃棄物、放射線の量等
IV	方法書手続の終 了後	調査、予測・評価に長期間を要しない項目は、手戻りリスクを回避するため、方法書手続完了後に着手すればよい。対象としては、供用後の騒音・振動等。

*1:「該当例」としたのは、当該項目が各区分に該当する可能性があるの意。

*2:ここでは、温泉に係る環境影響評価に用いるデータを取得する調査を指す。当該調査に先立ち、地元協定等に基づく温泉モニタリングを、別途、事業計画検討初期段階から実施することが標準的である。その場合、温泉モニタリングのデータを環境影響評価に用いるなど、効率的な対応を検討すると良い。

4. 前倒環境調査を適用する場合の留意事項

(1) 前倒環境調査の適用について

前倒環境調査を適用するかどうかは、事業特性及び地域特性に応じて様々であり、迅速化を図ることが拙速になる事業もあり得ることに留意する必要がある。

(2) 事業計画の検討工程との調整について

前倒環境調査は、現況調査等の作業を早期から開始して環境影響評価の手続期間を短

V. 前倒環境調査を適用した適切かつ迅速な環境影響評価の実施について

縮するほか、調査結果を事業計画に反映して早期段階から環境に配慮したより良い事業計画にしていくこと、環境影響評価の手続（特に配慮書・方法書）をより適切なものとする等との取り組みに活用することができる手法である。

このため、前倒環境調査を適用して適切かつ迅速な環境影響評価を行うためには、前倒環境調査の全体工程、事業計画の検討工程、環境影響評価の手続工程の「3つの工程」の相互のタイミングの調整が重要である。

(3) 専門家等との連携について

前倒環境調査を適用する場合、着手時点での適切な調査計画の策定、調査中の妥当性の確認、調査結果の評価・解釈等の全工程を通じ、調査等の手戻り防止のために、早い段階から専門家等との連携体制を構築・維持することが重要である。

専門家等との連携は、一般に環境影響評価において重要であるが、地熱発電所に係る環境影響評価では、調査・予測等の手法が十分確立されていない分野も多いこと等から、その重要度は高いことに留意する必要がある。

(4) 地域コミュニケーションについて

前倒環境調査を適用する場合、地域コミュニケーションは重要である。特に、前倒環境調査を配慮書の公告より前から開始する場合、地域住民・自治体等の理解を得るために、特に早期段階からの適切な頻度での丁寧な説明が重要であることに留意する必要がある。

(5) 希少猛禽類調査の期間短縮の可能性について

猛禽類の調査・予測等の手法は、環境省が公表している「猛禽類保護の進め方（改訂版）特にイヌワシ、クマタカ、オオタカについて（2012年12月 環境省自然環境局野生生物課）」等の指針に準拠し、クマタカの例では2営巣期（少なくとも1.5年以上）の調査が必要と指摘されている。ただし、調査の過程で、表4に示す条件が整う場合には、調査期間をさらに短縮できる可能性がある。ただし、いずれの場合も、猛禽類の専門家等の助言により、調査手法、調査結果及びその解釈の妥当性を判断することが必要である。

表4 希少猛禽類調査の合理化の条件

ケース	合理化の条件	条件合致の判断
A	繁殖環境として適さず、「繁殖つがい」がないことも確認	十分な調査を行った上で、繁殖環境として適さず、繁殖つがいがないことも確認できている場合
B	行動圏解析に既存情報等を活用	環境省の情報整備モデル事業や既存調査等で、事業地付近における該当種の飛跡データがあり、予測に活用可能な場合
C	行動圏解析に必要なデータを「1営巣期目」の調査で取得	1営巣期目が繁殖成功年であって、巣外育雛期における巣立ち幼鳥の行動圏調査も行うなど手厚い調査を行い、営巣中心域の解析に必要な情報が十分に得られた場合

注) いずれの場合も、地域の猛禽類の専門家等の助言により、妥当性を判断することが必須である。

VI. ドップラーライダーを用いた上層気象観測に関する留意事項

VI. ドップラーライダーを用いた上層気象観測に関する留意事項

ドップラーライダーは大気中に浮遊する微粒子にレーザ光を照射し、その後方散乱光を受信することにより複数高度の風向、風速の情報を一度に得ることができるリモートセンシングを活用した測器である。近年、小型で設置や保守点検が比較的容易な測器が開発され、年間を通した上層気象観測に用いることが可能となった（参考文献(1) P. 140 参照）。ここでは、ドップラーライダーにより上層の風向、風速を調査する際に留意すべき事項について取りまとめる。

1. 測器の性能について

・ドップラーライダーによる上層気象観測に際して、既存の観測手法との比較による観測精度の確認が行われた事例のない測器を使用する場合には、気象観測用マストや鉄塔、煙突等に設置された風向・風速計、またはドップラーソーダの観測記録との比較により、これら既存観測手法と同等の性能を持つことを事前に確認する¹。

2. 設置位置について

・ドップラーライダーによる上層気象観測は、周囲の地形や建物、構造物等の影響を受ける可能性があるため（参考文献(2) P. 23 参照）、周囲の開けた平坦な場所に設置する。
・周辺地形の起伏が大きい、または、直近に大規模な建物や構造物等がある地点で観測を実施する場合には、ドップラーライダーの仕様（レーザの照射角や照射本数等）を良く把握したうえで、極力影響を受ける恐れがない設置場所を選定する。

3. 測定値の欠測について

ドップラーライダーを使用した観測では、降雨、降雪等によりレーザ光が散乱・吸収され、レーザ光が上空まで到達しない場合や、上空のエアロゾル濃度が低い場合には、有効な信号が得られず無効なデータ（欠測）となる。測定値の欠測については、以下の点に留意する。

・測定値の欠測率は、「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）を参考に、連続した 12 カ月において、原則として 10%以下とする。また、連続した 30 日間における欠測率は、原則として 30 %以下とする。

・ドップラーライダー上部のレーザ発射窓に雨粒が溜まると、レーザ光が吸収され、有効な信号が得られなくなる可能性があるため、雨水が極力溜まらないよう対策を講じる必要がある（参考文献(1) P. 148 参照）。例えばワイパー等で雨水を除去する場合には、リアルタイムの監視等により、適切かつ効果的な点検・保守を実施する。

・レーザの照射時間や照射間隔、焦点距離等のパラメータを変更可能な場合には、データの無効（欠測）を可能な限り回避するよう、パラメータを適切に設定する

参考文献

- (1) 岸田岳士，後藤和恭，瀧本浩史，小野浩己，佐藤 歩：上層風の長期連続観測へのドップラーライダーの適用性検討，大気環境学会誌，139-149（2020）。
- (2) 岸田岳士，佐藤 歩，瀧本浩史，小野浩己：複雑地形上でのドップラーライダーによる上層風の計測精度，第 25 回風工学シンポジウム論文集，19-24（2018）。

¹ 確認の内容については、令和 2 年 7 月 30 日環境審査顧問会火力部会大気環境分科会議事録を参照。

Ⅶ風力発電所に係る参考手法について

Ⅶ．風力発電所に係る参考手法について

発電所の設置又は変更の工事の事業に係る計画段階配慮事項の選定並びに当該計画段階配慮事項に係る調査、予測及び評価の手法に関する指針、環境影響評価の項目並びに当該項目に係る調査、予測及び評価を合理的に行うための手法を選定するための指針並びに環境の保全のための措置に関する指針等を定める省令(令和2年経済産業省令第七十一号)の改正により、風力発電所に係る参考項目の見直しが行われた。

一方で、参考項目から除外された項目であっても、事業者は個別事業の地域状況・事業内容に応じて、環境影響評価を行う項目として設定する必要がある。環境影響評価項目として設定する場合には、以下の参考手法について参照いただきたい。

なお、掲載内容は、令和2年3月版の発電所に係る環境影響評価の手引によるものであり、参照にあたっては最新の情報を併せてご確認頂きたい。

風力発電所に係る「参考手法」の具体的内容

○大気質

窒素酸化物〔影響要因の区分：工事用資材等の搬出入〕

- | | |
|---|---|
| 一 | 調査すべき情報
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 |
| 三 | 調査地域
窒素酸化物の拡散の特性を踏まえ、窒素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
窒素酸化物の拡散の特性を踏まえ、前号の調査地域における窒素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
窒素酸化物の拡散の特性を踏まえ、第三号の調査地域における窒素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期間及び時期 |
| 六 | 予測の基本的な手法
事例の引用又は解析 |
| 七 | 予測地域
第三号の調査地域のうち、窒素酸化物の拡散の特性を踏まえ、窒素酸化物に係る環境影響を受けるおそれがある地域 |
| 八 | 予測地点
窒素酸化物の拡散の特性を踏まえ、前号の予測地域における窒素酸化物に係る環境影響を的確に把握できる地点 |
| 九 | 予測対象時期等
工事用資材等の搬出入に用いる自動車の運行による窒素酸化物に係る環境影響が最大となる時期 |

〔解 説〕

- 一 調査すべき情報について

Ⅶ風力発電所に係る参考手法について

- イ 気象の状況
発電所周辺地域の風向、風速を調査する。
 - ロ 窒素酸化物濃度の状況
発電所周辺地域の当該道路周辺における窒素酸化物濃度の状況を調査する。
 - ハ 道路構造及び当該道路における交通量に係る状況
道路調査地点の道路構造及び一般車両の車種別交通量を調査する。
- 二 調査の基本的な手法について
- a 文献その他の資料
 - イ 気象の状況
発電所計画地点の最寄りの気象官署又は国や地方公共団体が有する大気質測定局等における測定結果をとりまとめた資料とする。
 - ロ 窒素酸化物の濃度の状況
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。
 - ハ 道路構造及び当該道路における交通量に係る状況
国又は地方公共団体が行っている道路交通情勢調査資料がある場合は、それにより情報収集を行う。
 - b 現地調査
 - イ 気象の状況
文献その他の資料により、予測及び評価に必要な情報が得られない場合、現地調査を実施することとするが、その手法については、2) 火力発電所・原子力発電所 大気質 硫黄酸化物〔影響要因の区分：施設の稼働（排ガス）〕に関する調査すべき情報のロ 気象の状況のうち(1) 地上気象の調査手法（250頁参照）を参考にし、予測及び評価に必要なレベルの情報を調査する。
 - ロ 窒素酸化物の濃度の状況
「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）に基づくザルツマン試薬を用いる吸光光度法又はオゾンを用いる化学発光法による。
 - ハ 道路構造及び当該道路における交通量に係る状況
当該道路調査地点の道路の構造（盛土、切土、高架、平面の別）、車線数、幅員、道路の縦横断形状について調査する。また、当該調査地点において、方向別、車種別交通量、走行速度を調査する。
- 三 調査地域について
工事用資材等の搬出入に用いる自動車が集まる対象事業実施区域周辺の主要なルートを踏まえ、適切に設定する。
- 四 調査地点について
調査地域内で適切かつ効果的な地点とする。
- 五 調査期間等について
- a 文献その他の資料
極力最新のものをを用いる。
 - b 現地調査
調査は原則として1年間とするものの、工事用資材等の搬出入に用いる自動車の運行による窒素酸化物排出量が最も多くなる月を設定可能な場合は、当該月の調査に限ることが可能である（ただし、工場地域等で窒素酸化物濃度が環境基準の値に近い、あるいは、上回る地点・月がある場合、かつ、その月に工事を実施する場合にはその

Ⅶ風力発電所に係る参考手法について

高濃度が出る月も調査をする。))。

六 予測の基本的な手法について

工事用資材等の搬出入に用いる自動車の大気環境への環境影響に関し、事業者が講じようとする対策、その結果としての自動車の窒素酸化物排出量の変化率を予測する等の方法により、環境影響の予測を行う。

七 予測地域について

原則として、工事用資材等の搬出入に用いる自動車が集まる対象事業実施区域周辺の主要なルートのうち、一般車両台数に比べ、工事用資材等の搬出入に用いる自動車の割合が大きいルートとする。

八 予測地点について

予測地域内における住居地域等の、窒素酸化物の環境影響を的確に把握できる地点を選定する。

九 予測対象時期等について

対象事業の工事期間中において工事用資材等の搬出入（通勤車両を含む）に用いる自動車の運行による窒素酸化物排出量が最も多くなる月の1日とする。

十 評価の手法について

調査及び予測の結果に基づいて、窒素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、「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）との整合が図られているかを検討する。

○大気質

窒素酸化物〔影響要因の区分：建設機械の稼働〕

- | | |
|---|---|
| 一 | 調査すべき情報
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 |
| 三 | 調査地域
窒素酸化物の拡散の特性を踏まえ、窒素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
窒素酸化物の拡散の特性を踏まえ、前号の調査地域における窒素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
窒素酸化物の拡散の特性を踏まえ、第三号の調査地域における窒素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期間及び時期 |
| 六 | 予測の基本的な手法
事例の引用又は解析 |
| 七 | 予測地域
第三号の調査地域のうち、窒素酸化物の拡散の特性を踏まえ、窒素酸化物に係る環境影響を受けるおそれがある地域 |
| 八 | 予測地点
窒素酸化物の拡散の特性を踏まえ、前号の予測地域における窒素酸化物に係る環境影響を的確に把握できる地点 |
| 九 | 予測対象時期等
建設機械の稼働による窒素酸化物に係る環境影響が最大となる時期 |

〔解 説〕

- 一 調査すべき情報について
 - イ 気象の状況
発電所周辺地域の風向、風速を調査する。
 - ロ 窒素酸化物濃度の状況
発電所周辺地域における窒素酸化物濃度の状況を調査する。
- 二 調査の基本的な手法について
 - a 文献その他の資料
 - イ 気象の状況
発電所計画地点の最寄りの気象官署又は国や地方公共団体が有する大気質測定局等における測定結果をとりまとめた資料とする。
 - ロ 窒素酸化物の濃度の状況
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。
 - b 現地調査
 - イ 気象の状況
文献その他の資料により、予測及び評価に必要な情報が得られない場合、現地調査

Ⅶ風力発電所に係る参考手法について

を実施することとするが、その手法については、2) 火力発電所・原子力発電所 大気質 硫黄酸化物〔影響要因の区分：施設の稼働（排ガス）〕に関する調査すべき情報のロ 気象の状況のうち(1) 地上気象の調査手法（250頁参照）を参考にし、予測及び評価に必要なレベルの情報を調査する。

ロ 窒素酸化物の濃度の状況

「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）に基づくザルツマン試薬を用いる吸光光度法又はオゾンを用いる化学発光法による。

三 調査地域について

対象事業の工事における建設機械の稼働場所等を踏まえ、適切に設定する。

四 調査地点について

調査地域内で適切かつ効果的な地点とする。

五 調査期間等について

a 文献その他の資料

極力最新のものをを用いる。

b 現地調査

調査は原則として1年間とするものの、建設機械の稼働による窒素酸化物排出量が最も多くなる月を設定可能な場合は、当該月の調査に限ることが可能である（ただし、工場地域等で窒素酸化物濃度が環境基準の値に近い、あるいは、上回る地点・月がある場合、かつ、その月に工事を実施する場合にはその高濃度が出る月も調査をする。）。

六 予測の基本的な手法について

対象事業の工事の計画、工事に伴う大気環境への環境影響に関し、事業者が講じようとする対策、その結果発生する建設機械からの窒素酸化物の排出量や、地域の気象の状況等について過去のアセス事例との比較を行う等の方法により、環境影響の予測を行う。

七 予測地域について

対象事業の工事实施区域から約1 kmの範囲内における住居地域等の保全対象地域とする。

八 予測地点について

予測地域内において窒素酸化物の環境影響を的確に把握できる地点を選定する。

九 予測対象時期等について

窒素酸化物に係る環境影響が最大になる時期として、対象事業の工事に用いる建設機械から排出される窒素酸化物量が最大となる月とする。

十 評価の手法について

調査及び予測の結果に基づいて、窒素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、「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）との整合が図られているかを検討する。

○大気質

粉じん等〔影響要因の区分：工事用資材等の搬出入〕

- | | |
|---|---|
| 一 | 調査すべき情報
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 |
| 三 | 調査地域
粉じん等の拡散の特性を踏まえ、粉じん等に係る環境影響を受けるおそれがある地域 |
| 四 | 調査地点
粉じん等の拡散の特性を踏まえ、前号の調査地域における粉じん等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
粉じん等の拡散の特性を踏まえ、第三号の調査地域における粉じん等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期間及び時期 |
| 六 | 予測の基本的な手法
事例の引用又は解析 |
| 七 | 予測地域
第三号の調査地域のうち、粉じん等の拡散の特性を踏まえ、粉じん等に係る環境影響を受けるおそれがある地域 |
| 八 | 予測地点
粉じん等の拡散の特性を踏まえ、前号の予測地域における粉じん等に係る環境影響を的確に把握できる地点 |
| 九 | 予測対象時期等
工事用資材等の搬出入に用いる自動車の運行による粉じん等に係る環境影響が最大となる時期 |

〔解 説〕

- 一 調査すべき情報について
 - イ 気象の状況
発電所周辺地域の風向、風速を調査する。
 - ロ 交通量に係る状況
道路調査地点における一般車両の車種別交通量を調査する。
- 二 調査の基本的な手法について
 - a 文献その他の資料
 - イ 気象の状況
発電所計画地点の最寄りの気象官署又は国や地方公共団体が有する大気質測定局等における測定結果をとりまとめた資料とする。
 - ロ 交通量に係る状況
国又は地方公共団体が行っている道路交通情勢調査資料がある場合は、それにより情報収集を行う。
 - b 現地調査
 - イ 気象の状況
文献その他の資料により、予測及び評価に必要な情報が得られない場合、現地調査を実施することとするが、その手法については、2) 火力発電所・原子力発電所 大気

Ⅶ風力発電所に係る参考手法について

質 硫黄酸化物〔影響要因の区分：施設の稼働（排ガス）〕に関する調査すべき情報の
ロ 気象の状況のうち(1) 地上気象の調査手法（250頁参照）を参考にし、予測及び評価に必要なレベルの情報を調査する。

ロ 交通量に係る状況

当該調査地点における、方向別、車種別交通量、走行速度を調査する。

三 調査地域について

工事用資材等の搬出入に用いる自動車が集まる対象事業実施区域周辺の主要なルートを踏まえ、適切に設定する。

四 調査地点について

調査地域内で適切かつ効果的な地点とする。

五 調査期間等について

a 文献その他資料

極力最新のものを採用する。

b 現地調査

調査は原則として1年間とするものの、工事用資材等の搬出入に用いる自動車の運行による粉じんの影響が最も大きくなる月を設定可能な場合は、当該月の調査に限ることが可能である。

六 予測の基本的な手法について

工事用資材等の搬出入に用いる車両の土砂粉じんの環境影響に関し、事業者が講じようとする対策、地域の気象の状況等について過去のアセス事例との比較を行う等の方法により、環境影響の予測を行う。

七 予測地域について

原則として、工事用資材等の搬出入に用いる自動車が集まる主要なルートのうち、対象事業実施区域のごく近傍とする。

八 予測地点について

予測地域内において工事用資材等の搬出入に用いる自動車による土砂粉じんの影響を的確に把握できる地点として、土砂粉じんの影響が最大となる対象事業実施区域境界近傍の地点とする。

九 予測対象時期等について

対象事業の工事期間中を通して工事用資材等の搬出入（通勤車両を含む）に用いる自動車の運行による土砂粉じんの影響が最も大きくなる可能性がある時期として、構内において掘削工事や土砂の運搬を行っている時期等を選定する。

十 評価の手法について

調査及び予測の結果に基づいて、粉じん等に係る環境影響が、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。

○大気質

粉じん等〔影響要因の区分：建設機械の稼働〕

- | | |
|---|---|
| 一 | 調査すべき情報
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 |
| 三 | 調査地域
粉じん等の拡散の特性を踏まえ、粉じん等に係る環境影響を受けるおそれがある地域 |
| 四 | 調査地点
粉じん等の拡散の特性を踏まえ、前号の調査地域における粉じん等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
粉じん等の拡散の特性を踏まえ、第三号の調査地域における粉じん等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期間及び時期 |
| 六 | 予測の基本的な手法
事例の引用又は解析 |
| 七 | 予測地域
第三号の調査地域のうち、粉じん等の拡散の特性を踏まえ、粉じん等に係る環境影響を受けるおそれがある地域 |
| 八 | 予測地点
粉じん等の拡散の特性を踏まえ、前号の予測地域における粉じん等に係る環境影響を的確に把握できる地点 |
| 九 | 予測対象時期等
建設機械の稼働による粉じん等に係る環境影響が最大となる時期 |

〔解 説〕

- 一 調査すべき情報について
発電所周辺地域の風向、風速を調査する。
- 二 調査の基本的な手法について
 - a 文献その他の資料
発電所計画地点の最寄りの気象官署又は国や地方公共団体が有する大気質測定局等における測定結果をとりまとめた資料とする。
 - b 現地調査
文献その他の資料により、予測及び評価に必要な情報が得られない場合、現地調査を実施することとするが、その手法については、2) 火力発電所・原子力発電所 大気質 硫黄酸化物〔影響要因の区分：施設の稼働（排ガス）〕に関する調査すべき情報のロ 気象の状況のうち(1) 地上気象の調査手法（250頁参照）を参考にし、予測及び評価に必要なレベルの情報を調査する。
- 三 調査地域について
対象事業の工事における建設機械の稼働場所等を踏まえ、適切に設定する。
- 四 調査地点について
調査地域内で適切かつ効果的な地点とする。
- 五 調査期間等について
 - a 文献その他資料

VII風力発電所に係る参考手法について

極力最新のものをを用いる。

b 現地調査

調査は原則として1年間とするものの、建設機械の稼働による粉じん量が最も多くなる月を設定可能な場合は、当該月の調査に限ることが可能である。

六 予測の基本的な手法について

建設機械の稼働に伴い発生する土砂粉じんの環境影響に関し、事業者が講じようとする対策、地域の気象の状況等について過去のアセス事例との比較を行う等の方法により、環境影響の予測を行う。

七 予測地域について

対象事業の工事实施区域から約1 kmの範囲内における住居地域等の保全対象地域とする。

八 予測地点について

予測地域内において対象事業の工事に伴う土砂粉じんの環境影響を的確に把握できる地点並びに土砂粉じんの影響が最大となる対象事業の工事实施区域近傍の地点とする。

九 予測対象時期等について

対象事業の工事期間中を通して発生する土砂粉じんの環境影響が最も大きくなる可能性がある時期として、構内において掘削工事や土砂の運搬を行っている時期を選定する。

十 評価の手法について

調査及び予測の結果に基づいて、粉じん等に係る環境影響が、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。

○騒音

騒音・超低周波音〔影響要因の区分：施設の稼働〕

「騒音」は可聴音であって、周波数が 20Hz から 100Hz までのものを含む。

「超低周波音」は、周波数が 20Hz 以下の音をいう。超低周波音については、必要に応じて調査・予測及び評価を実施するものとする。

一 調査すべき情報

イ 騒音の状況

ロ 地表面の状況

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騒音についての測定の方法、測定場所及び測定時刻。

三 調査地域

音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域

四 調査地点

音の伝搬の特性を踏まえ、前号の調査地域における騒音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

音の伝搬の特性を踏まえ、第三号の調査地域における騒音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期間、時期及び時間帯

六 予測の基本的な手法

音の伝搬理論に基づく計算

七 予測地域

第三号の調査地域のうち、音の伝搬の特性を踏まえ、騒音に係る環境影響を受けるおそれがある地域

八 予測地点

音の伝搬の特性を踏まえ、前号の予測地域における騒音に係る環境影響を的確に把握できる地点

九 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騒音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 騒音・超低周波音の状況

調査地域の騒音（A 特性音圧レベル）及び超低周波音（G 特性音圧レベル）の調査を行う。また、本地域の音環境の変化を把握するために、現状の環境騒音の状況を調査する。この場合、必要に応じて環境騒音の周波数特性や時間変動も併せて収集する。

ロ 地表面の状況

風力発電設備の立地地点を踏まえ、発生源から調査地点の地表面の状況（草地、舗装面、起伏等）について調査する。

二 調査の基本的な手法について

イ 騒音・超低周波音の状況

(イ)文献その他の資料

地方公共団体が行っている測定資料がある場合は、それによる情報収集を行う。

(ロ)現地調査

騒音の状況については、「騒音に係る環境基準について」（平成10年環境庁告示第64号）で定められたJISZ8731に定める測定方法により等価騒音レベル L_{Aeq} を算出する。あわせて測定に影響を与える天気、風向・風速、気温、湿度についても調査する。気象データについては、対象事業実施地域近傍の気象観測所や測候所、あるいは近隣の風力発電所で得られたデータを活用することができる。

なお、測定は環境基準の時間の区分ごとに全時間を通じて連続測定することを原則とする。対象とする騒音の範囲は、環境基準の適用対象である騒音であり、航空機騒音、鉄道騒音、建設作業に係る騒音、鳥の鳴き声、虫の声、パトカーのサイレン等の時限的、限定的に発生する音、犬の声等測定による付加的な音は除外して測定・評価する。

超低周波音の状況については、G特性音圧レベルを算出する。

ロ 地表面の状況

予測時の地表面の影響による減衰を求めるために必要な草地、舗装面等地表面の状況について把握する。また、現地調査の他に数値地図を活用する方法が考えられる。

ハ 調査結果のとりまとめ

調査地点別に各時間帯毎の騒音（A特性音圧レベル）、超低周波音（G特性音圧レベル）、天気、風向・風速等を一覧表等により整理する。

三 調査地域について

施設の稼働による騒音・超低周波音の伝搬特性を考慮して、風力発電設備周辺における住居あるいはそれが集合する住居地域、学校、病院、その他環境保全についての配慮が特に必要な地域等、風力発電設備からの騒音・超低周波音に係る環境影響を受けるおそれがある地域を調査地域とする。

四 調査地点について

騒音・超低周波音の状況については、調査地域において環境保全のために特に配慮が必要な施設（学校、病院等）及び住宅の配置の状況を考慮して、施設の稼働による騒音・超低周波音の予測及び評価を行うことが適切かつ効果的と考えられる地点とする。具体的には、風力発電設備に最も近い住宅等に加え、現況騒音からの増加分が大きくなることが懸念される住宅等を選定することが適当である（例えば、山等の地形により卓越風から遮蔽されているような住宅においては、風に伴う自然の音が小さく、風力発電設備からの騒音・超低周波音によって、設置前の環境騒音からの増分が大きくなる可能性がある点に留意が必要である。）。なお、測定地点の選定に当たっては、特定の発生源（道路交通騒音）や風雑音（測定器のマイクロホンに風が当たることによる雑音。特に低い周波数域において重大な影響を与えるもの。）の影響をあまり受けない地点を選ぶものとする。また、原則として、騒音と超低周波音の調査地点は同一地点とする。

また、地表面の状況については、騒音・超低周波音の発生源と予測地点との間の区域を代表する地点として選定する。

五 調査期間等について

対象事業実施区域及びその周辺地域の実態に応じて適切な時期を選定し、1～4季について平日又は休日、或いはその両日に昼間及び夜間の時間帯毎に連続調査する。なお、測定日の選定に当たっては、年末年始、盆、雨天等発生源が大きく変化する日を避け、セミ・鳥・カエル等の声等に注意しつつ平均的な状況を呈する日を選ぶものとする。また、原則として、騒音と超低周波音の調査期間は同一期間とする。

六 予測の基本的な手法について

イ 予測手法

対象事業実施区域周辺の環境保全のために特に配慮が必要な施設（学校、病院等）及び住宅の状況を踏まえ、対象事業による環境影響の程度について、既存事例の引用又は騒音・超低周波音の予測計算式に準じた伝搬理論による予測を行う。

ロ 予測結果のとりまとめ

予測地点毎の予測値及び環境騒音・超低周波音との合成値を一覧表等により整理する。

七 予測地域について

調査地域と同じとする。

八 予測地点について

原則として、調査地点と同じとする。

九 予測対象時期等について

最も騒音・超低周波音が大きくなると考えられる全ての発電設備が定格出力で運転している状態において予測し、また、設定可能な場合には騒音に係る環境影響が最大となる時期の状態でも予測する。なお、増設の場合は、既設発電所を含む音源を用いて予測する。

十 評価の手法について

調査及び予測の結果に基づいて、施設の稼働による騒音・超低周波音に係る環境影響が、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、「騒音に係る環境基準について」（平成10年環境庁告示第64号）等との整合が図られているかを検討する。

○振 動

振動〔影響要因の区分：建設機械の稼働〕

- | | |
|---|---|
| 一 | 調査すべき情報
地盤の状況 |
| 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 |
| 三 | 調査地域
振動の伝搬の特性を踏まえ、振動に係る環境影響を受けるおそれがある地域 |
| 四 | 調査地点
振動の伝搬の特性を踏まえ、前号の調査地域における振動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
振動の伝搬の特性を踏まえ、第三号の調査地域における振動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期間及び時期 |
| 六 | 予測の基本的な手法
事例の引用又は解析 |
| 七 | 予測地域
第三号の調査地域のうち、振動の伝搬の特性を踏まえ、振動に係る環境影響を受けるおそれがある地域 |
| 八 | 予測地点
振動の伝搬の特性を踏まえ、前項の予測地域における振動に係る環境影響を的確に把握できる地点 |
| 九 | 予測対象時期等
建設機械の稼働による振動に係る環境影響が最大となる時期 |

〔解 説〕

洋上風力発電に関しては、対象事業実施区域周辺の陸域に、環境保全についての配慮が特に必要な施設（学校、病院等）が存在する場合にのみ、調査・予測・評価を行うものとする。

- 一 調査すべき情報について
 - イ 地盤の状況
対象事業実施区域の地盤の状況を調査する。
 - ロ 振動の状況
対象事業実施区域周辺における振動レベルを測定する。
- 二 調査の基本的な手法について
 - イ 地盤の状況
 - (イ) 文献その他の資料
土地分類図、当該地域のボーリング調査等による土質柱状図等の整理及び解析を行う。
 - (ロ) 現地調査
文献その他の資料がない場合、対象事業実施区域のボーリング調査を行って、振動の伝搬に係る地盤の種類を調査する。
 - ロ 振動の状況

(イ) 文献その他の資料

地方公共団体が行っている振動測定資料がある場合は、それにより情報収集を行う。

(ロ) 現地調査

「振動規制法」に定められたJIS Z 8735「振動レベル測定方法」に定める測定方法により行い、建設機械の稼働する時間帯（振動規制法の昼間あるいは夜間）の80%レンジの上端値 L_{10} を算出する。あわせて、振動測定に影響を与える天気、風向・風速、気温、湿度についても調査する。

ハ 調査結果のとりまとめ

調査地点別に各時間帯毎の振動レベル、天気、風向・風速を一覧表等により整理する。

三 調査地域について

建設機械の稼働による振動の伝搬特性を考慮して、振動に係る環境影響を受けるおそれがある地域（原則として、対象事業実施区域及びその周辺1 kmの範囲内）とする。

四 調査地点について

調査地域において、環境保全のために特に配慮が必要な施設（学校、病院等）及び住宅の配置の状況を考慮して、建設機械の稼働による振動の予測及び評価を行うことが適切かつ効果的と考えられる地点とする。

五 調査期間等について

イ 文献その他の資料

極力最新のものを用いる。

ロ 現地調査

調査は、原則として任意の時期に1回とする。

六 予測の基本的な手法について

イ 予測手法

振動の予測については、振動の伝搬理論に基づく計算式により振動レベルを予測する。

ロ 予測結果のとりまとめ

予測地点毎の予測値及び現況値との合成値を一覧表等により整理する。

七 予測地域について

調査地域と同じとする。

八 予測地点について

原則として、調査地点と同じとする。

九 予測対象時期等について

建設機械の稼働による振動は、工事の進捗に従って振動源となる建設機械の種類、台数、位置等が変化することから、建設機械の稼働による振動に係る環境影響が最大になる時期として、対象事業の工事計画に基づき、工事期間中で建設機械が台数や容量を考慮して最も大きな規模で稼働している状態において予測する。

十 評価の手法について

調査及び予測の結果に基づいて、建設作業振動に係る環境影響が、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、振動規制法施行規則第11条に規定する基準との整合が図られているかを検討する（振動規制法に基づき区域が定められていない地域を除く）。