

Appendix-1. 特定有害物質を含む地下水が到達し得る『一定の範囲』の考え方

1. 一定の範囲の考え方の概要
2. 地下水汚染が到達し得る距離の算定手法
 - 2.1 基本的な考え方
 - 2.2 算定に必要なパラメータ
 - 2.3 入力に必要な情報
 - 2.3.1 土質情報
 - 2.3.2 動水勾配
 - 2.3.3 特定有害物質の種類
 - 2.4 パラメータデフォルト値の設定根拠
3. 地下水汚染が到達し得る距離の一般値の設定根拠
 - 3.1 基本的な考え方
 - (1) 「一定の範囲」の設定の考え方
 - ① 人の健康の保護
 - ② 健康被害のおそれの回避のために必要な限度
 - ③ 地域の特性
 - (2) 汚染の到達時間
 - (3) 特定有害物質の種類による区分
 - 3.2 「一定の範囲」の一般値の設定
 - 3.2.1 第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）
 - 3.2.2 重金属等
 - (1) 物質の区分
 - (2) 汚染の到達距離（重金属等）と地下水実流速の関係
 - (3) 「一定の範囲」の一般値の設定
 - ① 六価クロム
 - ② 砒素・ほう素・ふっ素
 - ③ 全シアン、鉛、総水銀
 - 3.2.3 その他の重金属等及び農薬の取扱い
4. 汚染が到達する可能性が高い範囲を設定する際の留意事項
 - (1) 地下水流動方向の設定
 - (2) 汚染地下水が到達する可能性が高い範囲の平面的な拡がり
 - (3) 河川・山地の考慮

地下水汚染が生じたとすれば規則第 30 条第 1 項各号に規定する地点が地下水汚染が拡大するおそれがある当該土地の周辺に該当することとなる場合の考え方（特定有害物質を含む地下水が到達し得る範囲（以下「一定の範囲」という。）」について、その概要及び考え方の詳細を以下に示す。

1. 一定の範囲の考え方の概要

「周辺で地下水の飲用利用等がある場合」とは、地下水の流動の状況等からみて、地下水汚染が生じているとすれば地下水汚染が拡大するおそれがあると認められる区域に、当該地下水が人の飲用利用に供されている等、規則第 30 条第 1 項各号に掲げる地点があることである（規則第 30 条第 1 項）。

ここで、「飲用利用」については、高濃度の地下水汚染が存在する可能性があり、飲用井戸等について、飲用頻度が低いことや何らかの浄化処理が行われていることをもって安全が担保されているとは言えないことから、浄水処理の有無や飲用頻度によらず、当該地下水が人の飲用利用に供されている場合は、ここでいう「飲用利用」に該当すると考えるべきである（通知の記の第 3 の 3 (2) ①ア(ロ)）。

「地下水汚染が生じているとすれば地下水汚染が拡大するおそれがあると認められる区域」とは、特定有害物質を含む地下水が到達し得る範囲を指し、特定有害物質の種類により、また、その場所における地下水の流向・流速等に関する諸条件により大きく異なるものである。この地下水汚染が到達する具体的な距離については、地層等の条件により大きく異なるため個々の事例ごとに地下水の流向・流速等や地下水質の測定結果に基づき設定されることが望ましい。

そのため、環境省において、場所ごとの条件に応じて地下水汚染が到達する可能性のある距離（以下「到達距離」という。）を計算するためのツールを作成し、環境省ホームページに公開することとした。当該ツールは、特定有害物質の種類、土質、地形情報（動水勾配）の条件を入力することで到達距離を算出するものである。なお、ツールは土壌溶出量基準の変更等により随時改定されることから、最新のをダウンロードして使用する必要がある。具体的な使用手順については、併せて環境省ホームページに公開するマニュアルのとおりであるが、条件の入力においては、土質が不明な場合は透水係数が最も大きい「礫」を選択するなど、過小に距離を算出することのないようにされたい。

なお、旧施行通知においては、一般的な地下水の実流速の下で地下水汚染が到達すると考えられる距離として、一般値を示していたところである。ここで、当該ツールによって算出される到達距離が汚染が到達するおそれのある距離を示すものであるものの、一般値が地下水汚染の到達距離の実例をもとに設定されたものであることを踏まえれば、当該ツールにより算出される到達距離が一般値を超える場合には、一般値を参考にして判断することが適当と考えられる（通知の記の第 3 の 3 (2) ①ア(ロ)）。

1.1 基本的な考え方

汚染土壌から特定有害物質が地下水に溶出した場合の「一定の範囲」は、同一の特定有害物質であっても、それぞれの場所における地下水の流向・流速等に関する諸条件により大きく異なる。したがって、個々の事例ごとに地下水の流向・流速等や地下水の水質の測定結果に基づき、「一定の範囲」を設定することが望ましい。なお、これが困難である場合には、一般値を参考にすることになる。

この一般値を定めるに当たっての「一定の範囲」の考え方は、以下のとおりである。

(1) 「一定の範囲」の設定の考え方

「一定の範囲」については、以下に示す三つの観点から都道府県において透水係数、動水勾配等を考慮し設定する。

① 人の健康の保護

汚染土壌から溶出した特定有害物質が地下水中に浸入すると、当該特定有害物質は地下水の流れとともに周辺の土地へと移動する。地下水中の汚染物質の濃度は移動距離や時間とともに減少することは実際のサイトにおいてよく見られることである。これは「Natural Attenuation（自然減衰）」と呼ばれるが、自然減衰には、ア）土壌粒子への吸着、イ）気相への揮発、ウ）希釈・分散、エ）化学分解、オ）微生物分解等、帯水層での様々な現象が関与する。このような自然減衰が期待されるものの、汚染された土地の地下水流動下流側の一定範囲内では、地下水中の汚染物質の濃度が地下水基準に適合しない。地下水基準に適合しない地下水（汚染地下水）を飲用したとしても、ただちに人の健康に影響が出るとは限らないが、この一定の範囲内において常態として地下水の飲用利用が行われていれば、地下水を飲用利用することによる人の健康への影響が生じるおそれがある。

したがって、法の目的である「有害物質からの人の健康の保護」の観点からは、土壌汚染が原因となった「一定の範囲」を設定する必要がある。

② 健康被害のおそれの回避のために必要な限度

地下水の摂取等によるリスクの観点から要措置区域については、原則として地下水の水質の測定、原位置封じ込め又は遮水工封じ込め等が命じられることとなる。原位置封じ込め又は遮水工封じ込め等、あるいは土壌汚染の除去措置の如何を問わず、地下水の摂取等によるリスクを対象とした措置の費用は直接摂取のそれよりもかなり高額であり、要措置区域における措置は、健康被害を生じ、又は生じさせるおそれのある状態を回避するのに必要な限度で求められるものであるので、「一定の範囲」内に飲用等に供される井戸が存在することが適当と考えられる。

③ 地域の特性

地下水の摂取等によるリスクに係る措置を発動する主要素である「一定の範囲」は、都道府県が、地理的、地質的な状況や地域の特性を勘案して、事例ごとに柔軟に対応できることが必要であり、都道府県において透水係数、動水勾配等を考慮し、別途設定することが適当と考えられる。

このように、「一定の範囲」については、③地域の特性の観点から、必要に応じ都道府県が別途設定することが適当であるが、①法の目的である人の健康の保護、②健康被害のおそれを回避するために必要な限度の二つの観点を考慮し、その一般値を設定するに当たっては、汚染の事例のうち70～80%程度の事例がこの範囲内にある距離とすることが考えられる。

1.2 地下水汚染が到達し得る距離の算定

地下水が到達し得る距離の計算手法は、Domenico(1987)による移流分散の式を参考に、帯水層の層厚を考慮しない平面二次元解析解を採用している。

$$c(x, 0, 100 \text{ 年}) = \frac{c_0}{2} \exp \left[\frac{x}{2\alpha_x} \left(1 - \sqrt{1 + 4\lambda\alpha_x/v_x} \right) \right] \operatorname{erfc} \left(\frac{x - 100 v_x/R_d \sqrt{1 + 4\lambda\alpha_x/v_x}}{20\sqrt{\alpha_x v_x/R_d}} \right) \operatorname{erf} \left(\frac{Y}{4\sqrt{\alpha_y x}} \right)$$

ここで、

c_0 : 汚染源地下水濃度 (mg/L) λ : 一次分解速度定数 R_d : 遅延係数 Y : 汚染源幅 (m)
 v_x : 方向の実流速 (m/年) α_x : 縦分散長 (m) α_y : 横分散長 (m)

計算に必要な情報としては、基準不適合物質名、帯水層の地質（土質情報）、地下水の動水勾配（地形情報）の3点である。

(1) 地下水汚染が到達し得る距離の一般値の設定経緯

地下水汚染が到達し得る距離の一般値は、過去の調査事例を参考に一般的な都市地域の砂層（地下水実流速 23 m/年 [透水係数： 3×10^{-5} m/秒、動水勾配：1/200、有効空隙率：0.2]）を想定して計算により設定されたものである（表-1）。

表-1 地下水汚染が到達し得る距離の一般値

特定有害物質の種類	一般値 (m)
第一種特定有害物質	概ね 1,000
六価クロム	概ね 500
砒素、ふっ素、ほう素	概ね 250
シアン、カドミウム、鉛、水銀及びセレン並びに第三種特定有害物質	概ね 80

一般値の設定方法の概要は、以下のようにまとめられる。

第一種特定有害物質については、地下水汚染の汚染源（推定）から基準適合しない井戸までの最長距離（全 119 件）について、その 80%が 650m以内であることから、この地下水汚染が発生してから概ね 30 年を経過したものとみなし、シミュレーションにより汚染が発生して 100 年後の汚染の到達距離を解析した結果を用いている。

第二種特定有害物質の内、地下水汚染の汚染源（推定）から基準適合しない井戸までの最長距離が判明した物質（全シアン 4 件、鉛 2 件、六価クロム 11 件、砒素 9 件、水銀 1 件、ふっ素 5 件、ほう素 1 件）については、汚染物質の移動性の観点から 3 つにグルーピングし、第一種特定有害物質の検討から得られた地下水実流速（23m/年）を用いてシミュレーションにより汚染が発生して 100 年後の汚染の到達距離を解析した結果を用いている。

第二種特定有害物質の内、地下水汚染の汚染源（推定）から基準適合しない井戸までの最長距離が判明しなかった（カドミウム、水銀 [アルキル水銀]、セレン）及び第三種特定有害物質については、シアン等と同様とした。

1.3 地下水流動方向の判定

地下水の流動方向は、不圧地下水の動水勾配（地下水位面の最大傾斜）の方向が主流動方向となる。

なお、飲用井戸の有無を把握する必要がある汚染が到達する可能性が高い範囲は、原則として不圧地下水の主流動方向の左右それぞれ 90 度の全体で 180 度（当該地域が一定の勾配を持つこと等から地下水の主流動方向が大きく変化することがないと認められる場合には、左右それぞれ 60 度の全体で 120 度）の範囲とする。

2. 地下水汚染が到達し得る距離の算定手法

2.1 基本的な考え方

要措置区域の指定に係る基準には、汚染状態に係る基準と健康被害が生ずるおそれに係る基準があり、後者の基準のうち、地下水経由の健康被害のおそれの有無については、地下水汚染が到達し得る範囲を特定し、その範囲内に飲用井戸等が存在するか否かにより都道府県等が判断することとなっている。この「範囲」については、特定有害物質の種類、地層等の条件により、土壤中の吸着や地下水中の移動速度が大きく異なるため、個々の事例ごとに地下水の流向・流速等や地下水の水質の測定結果に基づき設定されることが望ましいとされている。

このため、特定有害物質による汚染の到達範囲（対象となる帯水層の設定も含む。）については、都道府県等により個別の事案ごとに適切に設定されるよう、個別の土地ごとの地下水の流向・流速、地下水の水質の測定結果、地質等に関するデータを用い、客観的かつ合理的に汚染の到達範囲の設定を行う必要がある。このため、汚染物質ごとの地下水汚染が到達し得る距離（土壤溶出量基準不適合により区域指定された範囲に対する 100 年後の地下水汚染到達範囲）を個々の事案ごとに簡易な計算により設定するためのツールを提供することとした。

2.2 算定に必要なパラメータ

計算ツールは、地下水の移流分散による三次元解析解を求める Domenico(1987)の式を基本とし、帯水層の深度方向を考慮しない平面二次元解析解に変形し、汚染源から地下水流動方向直下流、地下水面上における 100 年後の濃度を算定するものとした。また、第一種特定有害物質及び第三種特定有害物質（PCBを除く）については、液相中の有害物質のみが分解するものとした。

$$c(x, 0, 100\text{年}) = \frac{c_0}{2} \exp \left[\frac{x}{2\alpha_x} (1 - \sqrt{1 + 4\lambda\alpha_x/v_x}) \right] \operatorname{erfc} \left(\frac{x - 100v_x/R_d\sqrt{1 + 4\lambda\alpha_x/v_x}}{20\sqrt{\alpha_x v_x/R_d}} \right) \operatorname{erf} \left(\frac{Y}{4\sqrt{\alpha_y x}} \right)$$

ここで、

c_0 : 汚染源濃度 (mg/L)	λ : 一次分解速度定数	R_d : 遅延係数	Y : 汚染源幅 (m)
v_x : x方向の実流速 (m/年)	α_x : 縦分散長 (m)	α_y : 横分散長 (m)	

また、縦分散長 $\alpha_x = x' / 10$ (x' は、地下水汚染の到達範囲の一般値)、横分散長 $\alpha_y = \alpha_x / 10$ (縦分散長の 1/10) とした。到達距離の計算では、 c_0, λ, R_d, Y は計算ツールで自動的に与えられる値 (デ

フォルト値) を、 v_x は個々の事例の値を使用することとした。

遅延係数 (R_d) は、下記式を用いている。

$$R_d = 1 + \frac{\rho_d K_d}{n_e}$$

ここで、 ρ_d : 土壌の乾燥密度 (t/m^3)、 K_d : 土壌-水分配係数 (L/kg)、 n_e : 有効間隙率である。

実流速 (v_x) は、下記式を用いている。

$$v_x = \frac{ki}{n_e}$$

ここで、 k : 透水係数 ($m/年$)、 i : 動水勾配、 n_e : 有効間隙率である。

本計算ツールで用いられているパラメータは、以下のとおりである (表-2)。

表-2 計算ツールで使用しているパラメータの一覧

土壌汚染範囲	平面方向	第一種特定有害物質	10m×10m	一律の値を設定
		第二種・第三種特定有害物質	5m×5m	
	深度方向	帯水層全体		
汚染源濃度	第一種特定有害物質	100mg/L		一律の値を設定
	第二種特定有害物質	六価クロム、ふっ素、ほう素、シアンを除く	10mg/L	物質ごとにデフォルト値を設定
		六価クロム、ふっ素、ほう素	30mg/L	
		シアン	100mg/L	
第三種特定有害物質	10mg/L		一律の値を設定	
透水係数	礫	1×10^{-3} (m/sec)		既存の土質情報をもとに個々の事例ごとに土質に応じた値を設定
	砂礫	1×10^{-4} (m/sec)		
	砂	$1 \times 10^{-4.5}$ (m/sec)		
	シルト質砂	1×10^{-6} (m/sec)		
	火山灰質土	1×10^{-5} (m/sec)		
動水勾配	地下水位測定結果、地形情報をもとに個々の事例ごとの値を設定			—
有効間隙率	礫・砂礫	0.2		帯水層の土質に応じた個々の事例ごとに土質に応じた値を設定
	砂	0.3		
	シルト質砂	0.15		
	火山灰質土	0.2		
間隙率	礫・砂礫・砂	0.4		帯水層の土質に応じた個々の事例ごとに土質に応じた値を設定
	シルト質砂	0.45		
	火山灰質土	0.6		
有機炭素含有率	礫・砂礫	0.0005		既存の土質情報をもとに個々の事例ごとに土質に応じた値を設定
	砂・シルト質砂	0.001		
	火山灰質土	0.01		
土壌-水分配係数	第一種・第三種特定有害物質	$f_{oc} \times K_{oc}$		物質ごとにデフォルト値を設定
	第二種特定有害物質	K_d		
土粒子の密度	2.7t/m ³			一律の値を設定
分散長	縦分散長	第一種特定有害物質	100m	一般値の1/10
		六価クロム	50m	
		砒素、ふっ素、ほう素	25m	
		シアン、カドミウム、鉛、水銀、セレン、第三種特定有害物質	8m	
	横分散長	第一種特定有害物質	10m	縦分散長の1/10
		六価クロム	5m	
		砒素、ふっ素、ほう素	2.5m	
		シアン、カドミウム、鉛、水銀、セレン、第三種特定有害物質	0.8m	
半減期	$(\lambda : \text{一次分解速度定数}(/\text{年}))$ $\lambda = \ln 2 / t_{1/2} = 0.693 / t_{1/2}$ ($t_{1/2} : \text{半減期}(\text{年}))$			・物質ごとにデフォルト値を設定 ・第二種は分解を考慮しない

また、特定有害物質の個々のパラメータ（第一種・第三種特定有害物質の有機炭素－水分配係数 [K_{oc} : L/kg]及び半減期[y : 年]、第二種特定有害物質の土壌－水分配係数 [K_d : L/kg]）は、以下のとおりである（表-3）。

表-3 特定有害物質の個々のパラメータの一覧

物質名称		土壌－ 水分配係数 (K_d)	有機炭素－ 水分配係数 (K_{oc})	半減期	地下水 基準	第二溶出量 基準
単位		L/kg	L/kg	年	mg/L	mg/L
第一種 特定有害物質	テトラクロロエチレン	—	160	7.9	0.01	0.1
	トリクロロエチレン	—	68	7.9	0.01	0.1
	1,1,1-トリクロロエタン	—	81	2	1	3
	1,1,2-トリクロロエタン	—	50	2	0.006	0.06
	ベンゼン	—	59	2	0.01	0.1
	四塩化炭素	—	49	4.5	0.002	0.02
	1,3-ジクロロプロペン	—	46	0.03	0.002	0.02
	1,2-ジクロロエチレン	—	36	7.9	0.04	0.4
	1,1-ジクロロエチレン	—	35	7.9	0.1	1
	クロロエチレン	—	19	7.9	0.002	0.02
	ジクロロメタン	—	12	4.5	0.02	0.2
	1,2-ジクロロエタン	—	17	2	0.004	0.04
第二種 特定有害物質	ほう素	0.1	—	—	1	30
	六価クロム	1	—	—	0.05	1.5
	ふっ素	1	—	—	0.8	24
	砒素	4	—	—	0.01	0.3
	セレン	5	—	—	0.01	0.3
	鉛	10	—	—	0.01	0.3
	カドミウム	11	—	—	0.003	0.09
	水銀	7.9	—	—	0.0005	0.005
第三種 特定有害物質	シアン	9.9	—	—	0.1	1
	PCB	—	250000	—	0.0003	0.003
	チウラム	—	670	0.19	0.006	0.06
	チオベンカルブ	—	900	0.22	0.02	0.2
	有機リン	—	650	0.16	0.001	0.01
シマジン	—	300	0.49	0.003	0.03	

※第一種・第三種特定有害物質の土壌－水分配係数 (K_d) は、有機炭素－水分配係数 (K_{oc}) × 有機炭素含有率で求められる。

2.3 入力に必要な情報

個々の事例ごとの計算を行うために入力が必要な情報としては、①土質情報、②動水勾配、③特定有害物質の種類が挙げられる（図-1）。

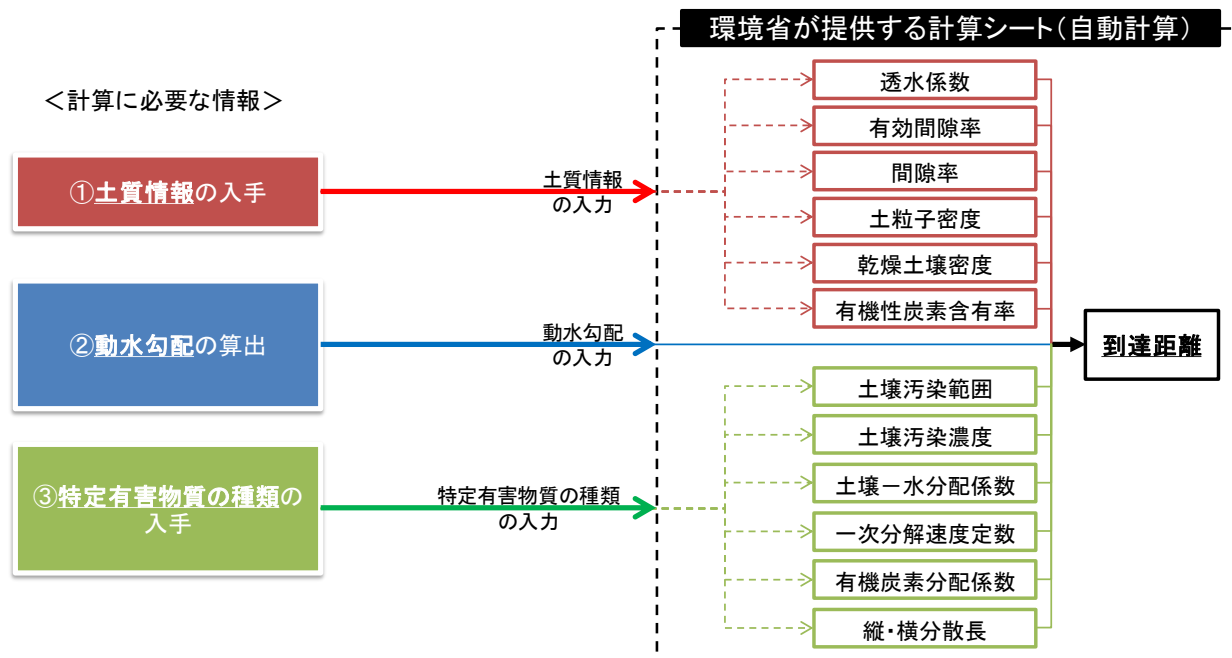


図-1 入力に必要な情報の位置づけ

2.3.1 土質情報

土質情報は、帯水層を形成する代表的な土質区分として5種類（礫・砂礫・砂・シルト質砂・火山灰質土）を設定し、選択して入力することとした。また、各土質区分に関連付けて透水係数、有効間隙率、間隙率、土粒子密度、乾燥土壌密度、有機性炭素含有率を事前に設定してある。

個々の事例ごとの土質区分の判断は、対象地内のボーリング調査等の地質情報に関するデータが入手可能であれば、利用することが望ましい。第一種特定有害物質を調査対象とした土壌汚染状況調査では、代表地点においてボーリング調査が実施されており、有効な情報源である。第二種・第三種特定有害物質を対象とした土壌汚染状況調査では、汚染のおそれが生じた場所の位置から深さ 50 cm の情報しかないため、別途、地質情報を入手する必要がある。

入手できない場合は、公開情報により周辺の地質情報から判断する。公開情報としては、公共機関・自治体等が公開している地質柱状図情報や地質断面図情報などがある。例えば、国立研究開発法人 防災科学研究所が公開しているジオ・ステーション(Geo-Station) 国立研究開発法人 土木研究所・国立研究開発法人 港湾空港技術研究所が公開している国土地盤情報検索サイト KuniJiban などがよく知られている。また、国土交通省が公開している「土地分類基本調査（垂直調査）」による主要平野部の地質断面図集なども有効な情報となる。

柱状図等が入手された場合、以下の点に留意して土質を決定する。

準不透水層より浅い位置^{*1}にある土質の中から以下の優先順位で選択する。

1. 地下水位より下でもっとも透水係数が大きく、かつ層厚が 50 cm 以上の土質であること
2. 地下水位より下でもっとも代表的な土質であること※²
3. 柱状図全体でもっとも透水係数が大きく、かつ層厚が 50 cm 以上の土質であること

※1：準不透水層が、10m以深又は不明な場合は、10mまでの深さを目安とする。

※2：代表的な土質とは、

- ・同じ土質の層が複数にわかれて存在する場合は同じ土質の層厚の和が最も大きい土質とする。
- ・土質の層厚に大きな差がない場合は透水係数が大きく、かつ層厚が 50 cm 以上の土質とする。
- ・帯水層内でもっとも透水性がよい土質を選択する場合は、50 cm 以上の層厚とする。

なお、土質区分は、帯水層となり得る粗粒土・細粒土を大まかに 6 種に区分している（表-4）。したがって、難透水性の細粒土の内、粘性土・有機質土等は選択肢から除外している。

表-4 地盤材料・現場土質名とツールで選択する土質区分

(a)粗粒土

ツールの土質区分	地盤材料の分類名			現場土質名	
	大分類	中分類	小分類	大区分	小区分
礫	粗粒土	礫質土 [G]	礫 (G)	礫(粗礫・中礫・細礫) 砂まじり礫 腐植物(貝殻・火山灰)まじり礫	
			{G}		砂まじり礫 (G-S) 細粒分まじり礫 (G-F) 細粒分砂まじり礫 (G-FS)
砂礫	粗粒土	[G]	砂礫 (GS)	砂礫 粘土まじり砂礫 粘土質礫(砂礫) 有機質礫(砂礫) 火山灰質礫(砂礫) 凝灰質礫(砂礫)	
			{GS}		砂質礫 (GS) 細粒分まじり砂質礫 (GS-F)
砂	Cm	砂質土 [S]	砂 (S)	砂(粗砂・中砂・細砂) 礫まじり砂 粘土(シルト)まじり砂 腐植物(貝殻・火山灰)まじり砂	
			{S}		礫まじり砂 (S-G) 細粒分まじり砂 (S-F) 細粒分礫まじり砂 (S-FG)
砂礫	Cm	[S]	礫質砂 (SG)	砂礫 粘土まじり砂礫	
			{SG}		細粒分まじり礫質砂 (SG-F)
シルト質砂	Cm	[S]	細粒分まじり砂 (SF)	粘土(シルト)質砂 有機質(火山灰質・凝灰質)砂	
			{SF}		礫まじり細粒分質砂 (SF-G) 細粒分質礫質砂 (SFG)

地盤材料の工学的分類方法における細粒分は、粘性土・有機質土・火山灰質土に細区分できる。

(b) 細粒土等

ツールの土質区分	地盤材料の分類名			現場土質名		
	大分類	中分類	小分類		大区分	小区分
火山灰質土	細粒土	有機質土 [O]	有機質粘土 (低液性限界)	(OL)	有機質土	有機質粘土
			有機質粘土 (高液性限界)	(OH)		火山灰まじり有機質土
			有機質火山灰土	(OV)		有機質火山灰
	Fm	火山灰質 粘性土 [V]	火山灰質粘性土 (低液性限界)	(VL)	火山灰土	ローム
			火山灰質粘性土 (I型)	(VH1)		凝灰質粘土
			火山灰質粘性土 (II型)	(VH2)		(火山灰質粘性土)

出典：地質・土質調査成果電子納品要領(案) 付属資料 平成16年6月 国土交通省に加筆

2.3.2 動水勾配

地下水の動水勾配は、地下水流動方向の最大勾配であり、地下水の実流速を把握する重要なパラメータとなる。動水勾配は、調査対象地内の3点以上の地下水観測井の地下水位標高から判定するのが正確であるが、動水勾配は、おおむね地形の最大勾配に近似されることが多い。

したがって、地下水観測井から動水勾配が決定できない場合は、地形図等を用いて調査対象地の最大勾配を把握する。

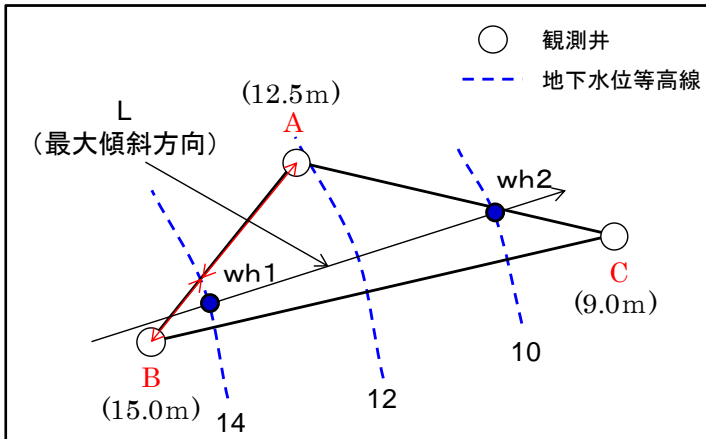
一般に公開している地形図としては、国土地理院が発行している数値地図25000や地理院地図等があるが、可能な限り縮尺率の低い(小縮尺)地形図を用いることが望ましい。

なお、公開されている地下水位の情報については、3.3.1 土質情報に例示された柱状図データや国土交通省国土政策局が公開している地下水マップ、国立研究開発法人産業技術総合研究所が販売している日本水理地質図や水文環境図等がある。

(1) 地下水位等高線図を作成して動水勾配を求める方法

地下水位分布は、3箇所以上の地下水位観測井のデータをもとに、地下水位等高線図を作成して把握する。地下水位等高線図の作成手順は次のとおりである。

- i) 平面図上に観測点の位置をプロットし、地下水位データ(標高値)を記載する。
- ii) 観測点を直線で結び、観測点間の水平距離をもとに比例配分して、任意の地下水位の位置を求める。
- iii) 他の観測点間についても、同様の作業を行う。
- iv) 同一の地下水位となる地点を結んだ一連の線が、地下水位等高線である。
- v) 同様に、設定した地下水位について、地下水位等高線を作図する。
- vi) さらに、地形、地質等を勘案する。
- vii) 地下水位等高線図から、等高線の接線に直角となる方向で上流、下流を判断する。



地下水位等高線図の作成例：地下水位標高が12.5mの観測点Aと地下水位標高が15.0mの観測点Bの間には、地下水位標高が14mの点が位置する。その場所（A点からの距離）は、A-B間の距離を標高差2.5m（=15m-12.5m）で除して、かつ、A点と地点を求めたい地下水位標高の差1.5m（=14m-12.5m）を乗じた値となる。同様にA-C、B-C間についても地下水位標高を求め、地下水位等高線図を作成する。

動水勾配は、以下の式で求めることができる。

$$\text{動水勾配} = \text{wh1 と wh2 の地下水位標高差 (m)} / \text{wh1 と wh2 の水平距離 (m)}$$

(2) 一斉測水による地下水位より動水勾配を求める方法

地下水位観測井が動水勾配方向に配置されている場合、2箇所の観測井の地下水位標高から動水勾配を求めることができる（図-2 参照）。

- i) 同一時期に観測井の地下水位を測定する（一斉測水）。または、自記水位計等で測定されている水位を確認する。各観測井の測定結果から地下水位等高線図を作成し、最大傾斜方向に位置する2箇所の観測井を選定する。

※地下水位一斉測定の場合は1回を原則とするが、周辺地域の地下水汲み上げ等の変動要因を考慮して行う必要がある。

- ii) 2地点の地下水位の標高差と観測井の水平距離より、下記の式を用いて動水勾配を求める。

$$\text{動水勾配} = \text{wh1 と wh2 の地下水位標高差 (m)} / \text{wh1 と wh2 の水平距離 (m)}$$

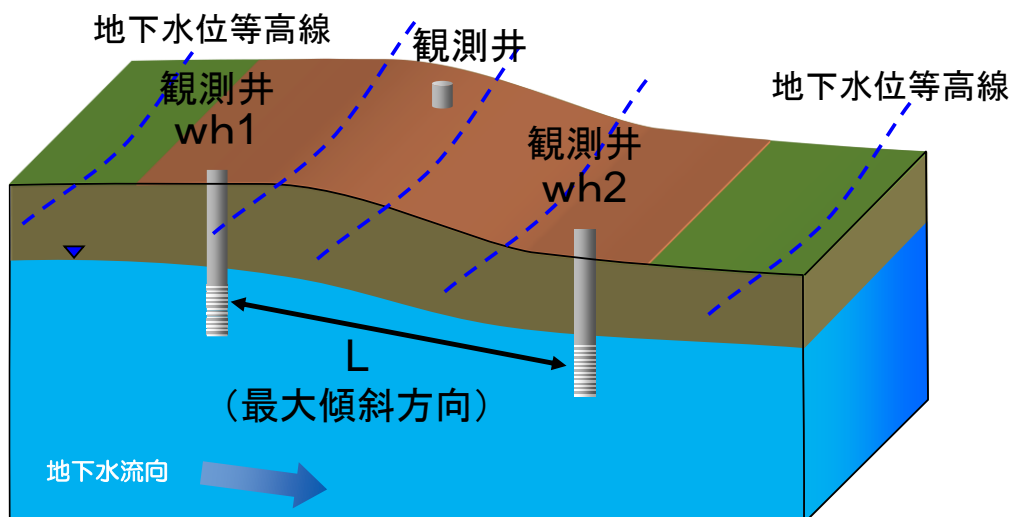
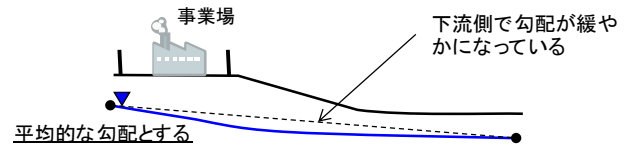
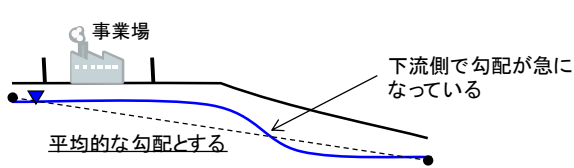


図-2 動水勾配測定イメージ

なお、動水勾配を設定する際の留意事項としては、以下の点が挙げられる。

- ・途中で動水勾配が大きく変化する場合は平均的な勾配とする。

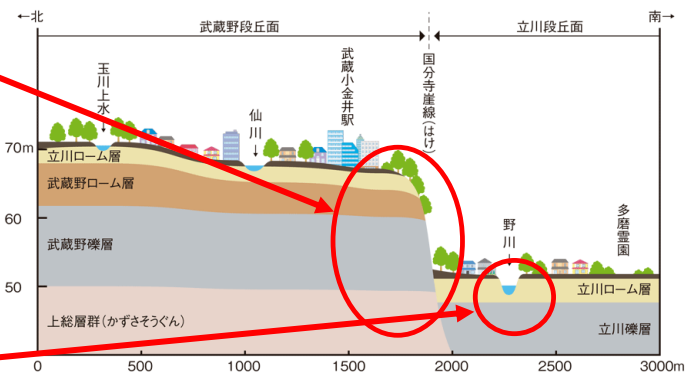


- ・崖等に湧水がある場合は湧水池点までの勾配とする。

地下水流動下流側の地形勾配が変化する場合（特に崖地等が存在する場合）、到達距離は状況により一般値とは大きく異なる。

- ・河川等が存在する場合は河川までとする。

河川が存在する場合、到達距離は状況（失水河川・得水河川）により一般値とは大きく異なる。



出典：小金井まちなか歩きガイドブック（小金井市）をもとにミツカン水の文化センター作成
http://www.mizu.gr.jp/bunkajuku/houkoku/011_20130405_nogawa.html

2.3.3 特定有害物質の種類

特定有害物質の種類については、土壤汚染状況調査報告書に記載された基準不適合物質について選択する。

計算ツールでは、特定有害物質の種類毎に分配係数等が設定されている。

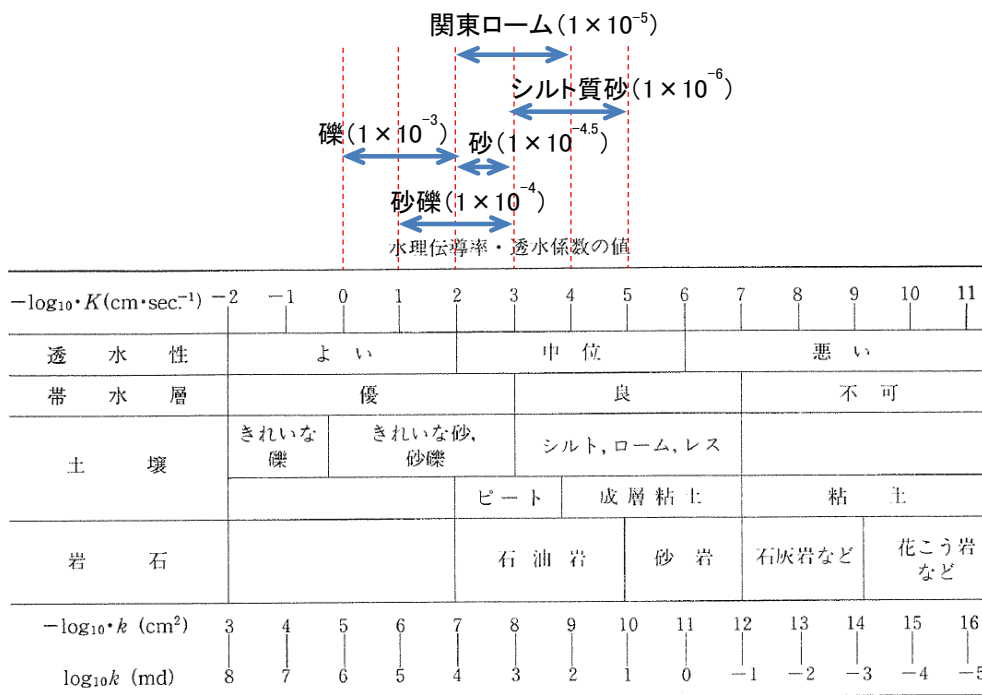
2.4 パラメータデフォルト値の設定根拠

計算ツールで設定されているパラメータのデフォルト値の設定根拠は、以下のとおりである。

2.4.1 透水係数

透水係数は、各土質区分に対応させて設定してある。

礫	1×10^{-3} (m/秒)
砂礫	1×10^{-4} (m/秒)
砂	$1 \times 10^{-4.5}$ (m/秒)
シルト質砂	1×10^{-6} (m/秒)
関東ローム	1×10^{-5} (m/秒)



「地下水学用語辞典」(山本荘毅、1986) に加筆

図-3 地盤の一般的な透水性と今回設定している土質の透水係数

2.4.2 有効間隙率

有効間隙率は、各土質に対応させて設定してある。

礫・砂礫	0.2
砂	0.3
シルト質砂	0.15
関東ローム	0.2

表-5 一般的な土質の間隙率と有効間隙率

(単位: %)					
地層	間隙率	有効間隙率	地盤	間隙率	有効間隙率
沖積礫層	35	15	洪積砂礫層	30	15~20
細砂	35	15	砂層	30~40	30
砂丘砂層	30~35	20	ローム層	50~70	20
泥粘土質層	45~50	15~20	泥層粘土層	50~70	5~10

日本地下水学会編 (2010): 「地下水シミュレーション」, 技報堂出版から引用

3. 地下水汚染が到達し得る距離の一般値の設定根拠

旧施行通知においては、一般的な地下水の実流速の下で地下水汚染が到達すると考えられる距離として、以下に示す設定根拠に基づいて一般値を設定した。

3.1 基本的な考え方

(1) 一般値の考え方

「一定の範囲」の一般値は表-1 に示すとおり、地下水の実流速が 23m/年程度の状態（帯水層の透水係数は 3×10^{-5} m/秒程度）を想定したものである。

これは、一般的な帯水層の条件としては適当であるが、旧河道や扇状地等のように、透水係数がこれよりも数オーダー大きな条件には適用できない。これらの帯水層条件が想定される場合には、他の地区の事例等を参考に、個別に「一定の範囲」を適切に設定することが必要である。

(2) 汚染の到達時間

汚染が到達し得る一定の範囲とは、「合理的な時間内」において汚染が到達し得る一定の範囲と考えられる。合理的な時間とは、人の健康の保護を前提とした場合には、例えば人の一生の間を考慮して、汚染物質が帯水層中に浸透し、地下水汚染を引き起こしてから 100 年程度を目安とすることが適当であろう。

(3) 特定有害物質の種類による区分

環境省の地下水汚染実態調査によると、地下水浄化基準（水質汚濁防止法施行規則第9条の3）に適合しない項目は、法に基づく特定有害物質に含まれない硝酸性窒素及び亜硝酸性窒素を除けば、第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）による事例が多い（図-4）。また、「土壤汚染対策法に係る技術的事項について」（平成14年9月20日中央環境審議会答申。以下「中環審答申」という。）に示されるように、汚染源（推定）から基準に適合しない井戸までの最長距離は、重金属等では1,000m（六価クロムの事例）であるのに対し、第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）では10,700m（トリクロロエチレンの事例）と、その10倍程度である。したがって、「一定の範囲」の設定においては、当該特定有害物質が第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）の場合と、その他の物質の場合とに分けることが適当である。

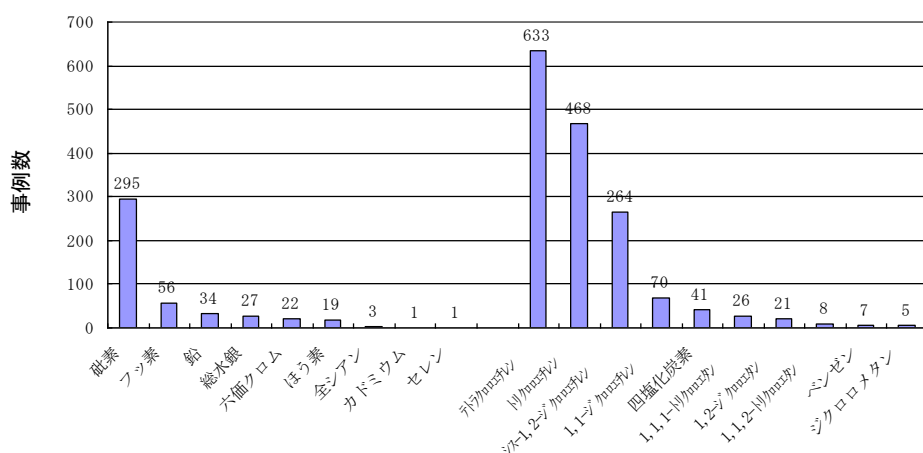


図-4 基準超過項目（地下水浄化基準）

平成12年度地下水質測定結果（環境省）より

3.2 「一定の範囲」の一般値の設定

ここでは、物質の種類ごとの一般値について、導出の考え方を紹介する。

3.2.1 第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）

中環審答申に示された、第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）による地下水汚染の汚染源（推定）から基準に適合しない井戸までの最長距離（以下「汚染の到達距離（VOCs）」という。）の119事例（図-5）によると、その80%が650m以内となる。

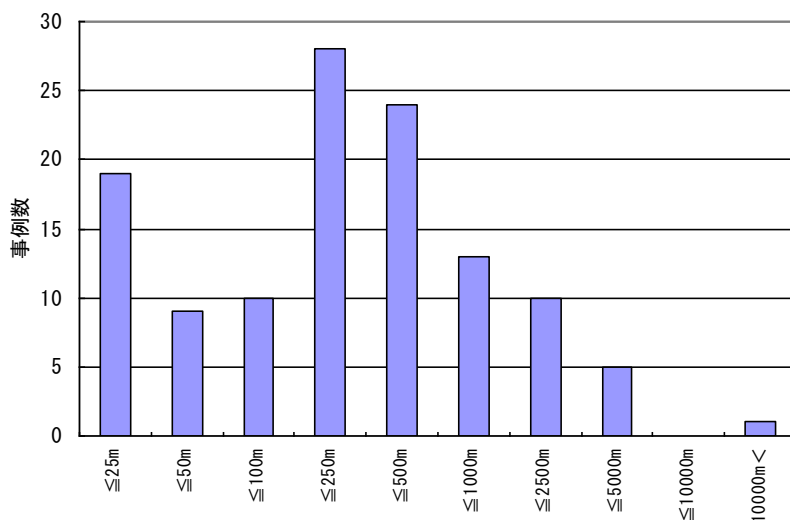


図-5 地下水汚染の到達距離（VOCs）の事例頻度
（現在：汚染発生30年後）

これら中環審答申に示された現在の状態は、特定有害物質による地下水汚染が発生してから概ね30年後の状態を示すものと推定されるが、現在から70年後、すなわち地下水汚染が発生してからおおむね100年後には、「汚染の到達距離（VOCs）」は現在の1.6倍程度に拡大すると推定される。これは、第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）による地下水汚染が、分散と吸着、分解による濃度減衰を伴いながら拡大する状況を考慮したシミュレーション解析に基づくものである（図-6）。

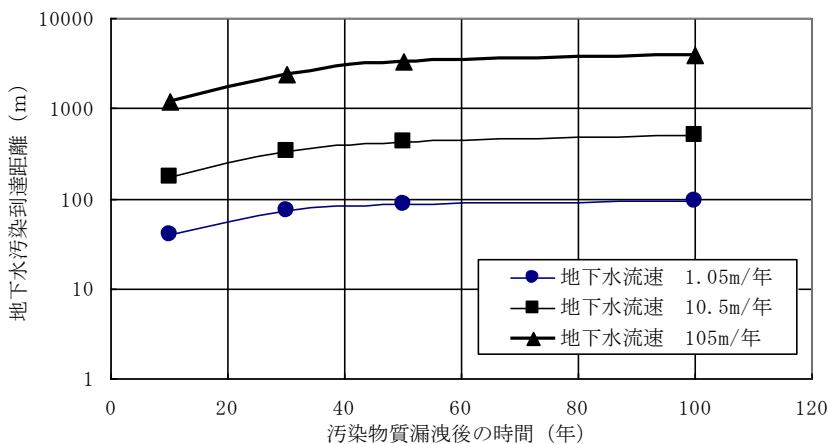


図-6 汚染地下水の到達距離（VOCs）の変化
汚染物質の半減期7年

中環審答申に示された現在の「汚染の到達距離 (VOCs)」を一律に 1.6 倍することにより、地下水汚染が発生してから 100 年後 (現在から 70 年後) の「汚染の到達距離 (VOCs)」を求めた (図-7)。その結果、100 年後には、70~80% では 1,000m 程度以内となる。言い換えれば、汚染が発生してから 100 年後においても、70~80% の事例では、「汚染の到達距離 (VOCs)」が 1,000m 程度を超えることはないであろうと考えられる。

したがって、特定有害物質が第一種特定有害物質 (揮発性有機化合物) のときの「一定の範囲」の一般値は、おおむね 1,000m とすることが適当である。

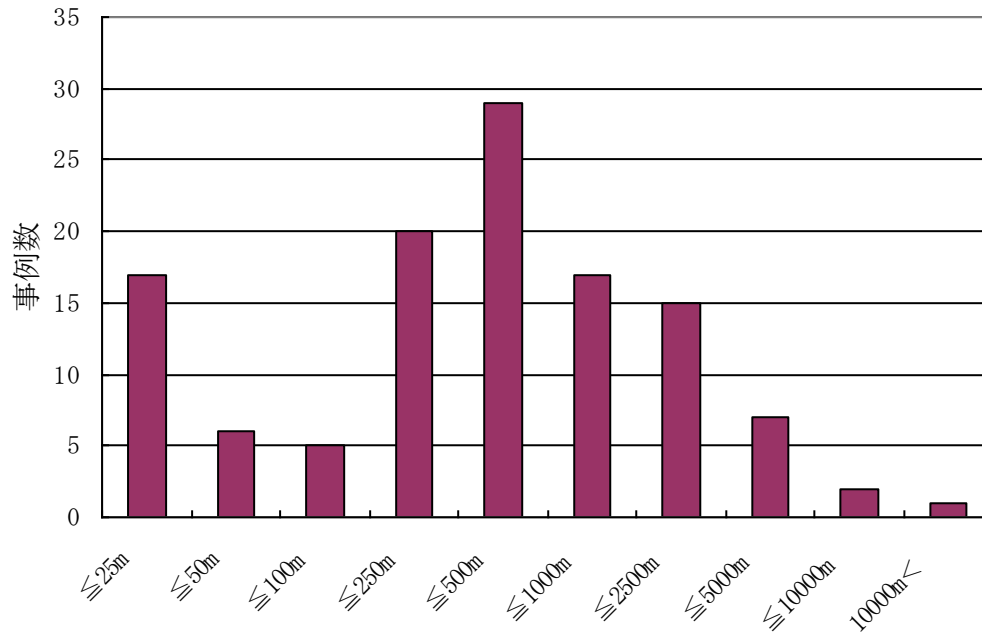


図-7 地下水汚染の到達距離 (VOCs) の事例頻度予測 (地下水汚染発生 100 年後)

—設定値の妥当性の検証—

この設定の妥当性を検証するため、汚染が発生してから 100 年後の「汚染の到達距離 (VOCs)」が 1,000mのときに相当する地下水実流速をシミュレーション解析結果に基づき推定すると (図-8)、地下水実流速は 23m/年となる。

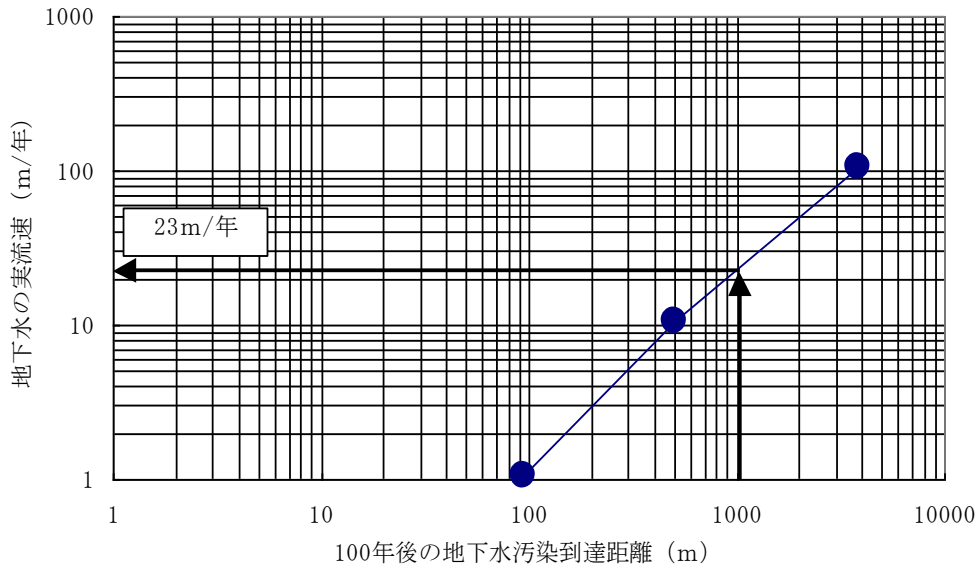


図-8 地下水汚染到達距離と地下水流速の関係

一般的な地下水の動水勾配 (1/200) と有効間隙率 (0.2) より、地下水実流速 23m/年に相当する透水係数を求めると (図-9)、 $3 \times 10^{-5} \text{m/秒}$ となる。この透水係数はシルト質砂～きれいな砂の透水係数に相当するが、一般的な帯水層の透水係数としては妥当な値となる。したがって、「一定の範囲」の一般値を 1,000mとすることは、一般的な帯水層を流れる地下水の流速に基づくものであり、妥当な設定であると判断できる。

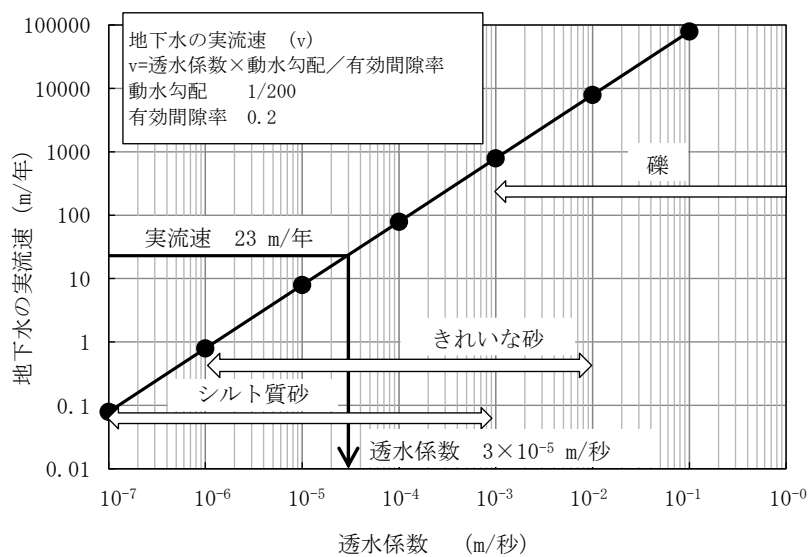


図-9 透水係数と地下水実流速の関係

3.2.2 重金属等

中環審答申に示された地下水汚染事例解析の対象となった6事例と、一般社団法人土壌環境センター（以下「土壌環境センター」という。）が収集した29事例をあわせた35事例を用いて、第二種特定有害物質（重金属等）による地下水汚染の到達距離の検討を行った。なお、事例の物質ごとの内訳は、全シアン4件、鉛2件、六価クロム11件、砒素9件、水銀1件、ふっ素5件、ほう素1件である。

(1) 物質の区分

各事例に示された汚染地下水到達距離を物質ごとに図-10に示した。到達距離が相対的に長い物質は、六価クロム、ふっ素、砒素及びほう素である。これらの物質はすべて陰イオン性の物質であるが、この結果は、陰イオン性の物質が帯水層中を比較的移動しやすいことを裏付けている。

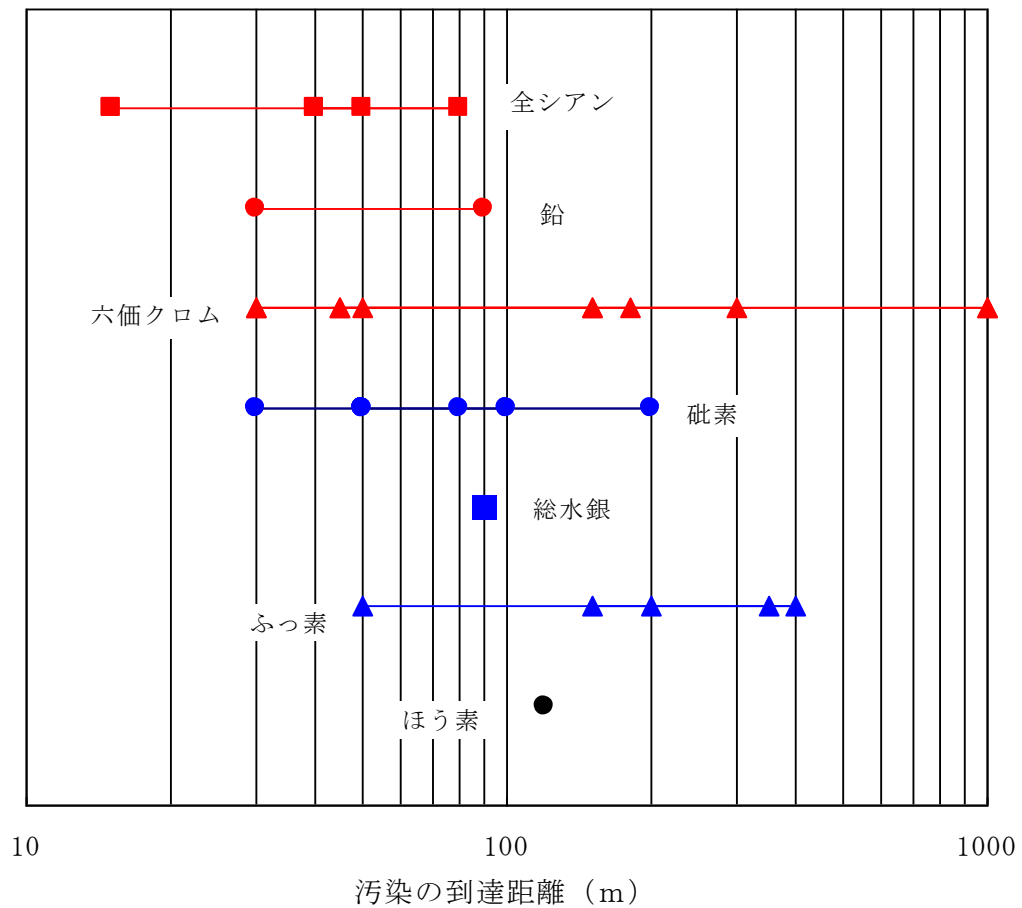


図-10 物質ごとの汚染の到達距離（重金属等）

これら4種の物質の中でも最も到達距離が長い物質は六価クロムである。六価クロムによる地下水汚染が長い距離を移動する可能性があることは、中環審答申にも見られ(1,000mが2件)、また、自治体のヒアリングにおいても第二種特定有害物質(重金属等)による地下水汚染の到達距離が長い事例としては、六価クロムによる事例が示されている。

一方、鉛、総水銀、全シアンはすべての事例で汚染地下水到達距離が100m以下であり、上記の4物質と比べて相対的に移動距離が短いことが分かる。

これらの事例に基づき、第二種特定有害物質(重金属等)による汚染地下水の到達距離の検討においては、第二種特定有害物質(重金属等)を以下の3種に区分することとした(図-11)。

- ① 六価クロム : 移動性が最も大きく、地下水汚染の事例も多い。
- ② 砒素、ほう素、ふっ素 : 移動性が相対的に大きく、地下水汚染の事例も多い。ほう素は、ふっ素と同様な挙動をする。
- ③ 鉛、総水銀、全シアン : 移動性が相対的に小さい。

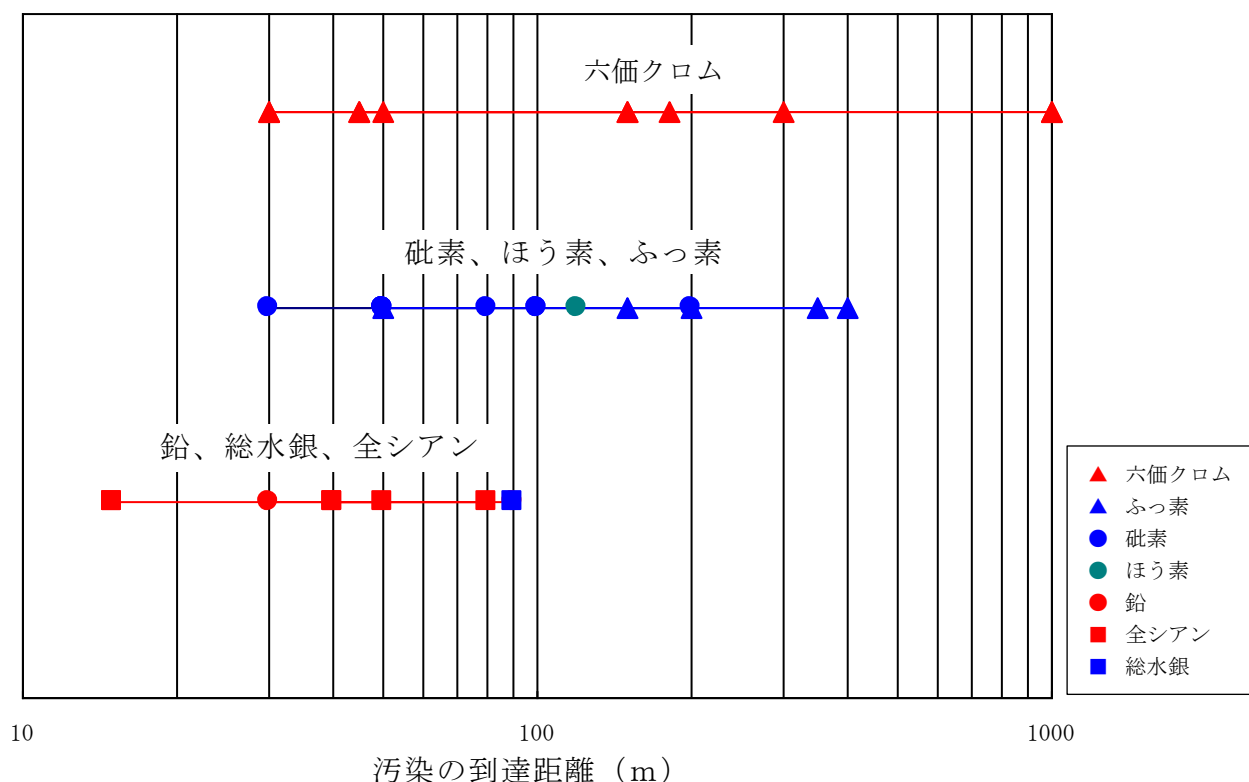


図-11 重金属等グループの区分

(2) 汚染の到達距離（重金属等）と地下水実流速の関係

土壌環境センターで収集した事例では、「汚染の到達距離（重金属等）」に加え、透水係数と動水勾配も得られている。これらのデータから地下水実流速を推定し（実流速＝透水係数×動水勾配÷有効間隙率（0.2））、地下水実流速と「汚染の到達距離（重金属等）」の関係を検討した（図-12）。この結果、一部の異常値を除くと、上記三つのグループで区分することにより、地下水実流速と「汚染の到達距離（重金属等）」の間には、一定の相関性を見出すことができる。

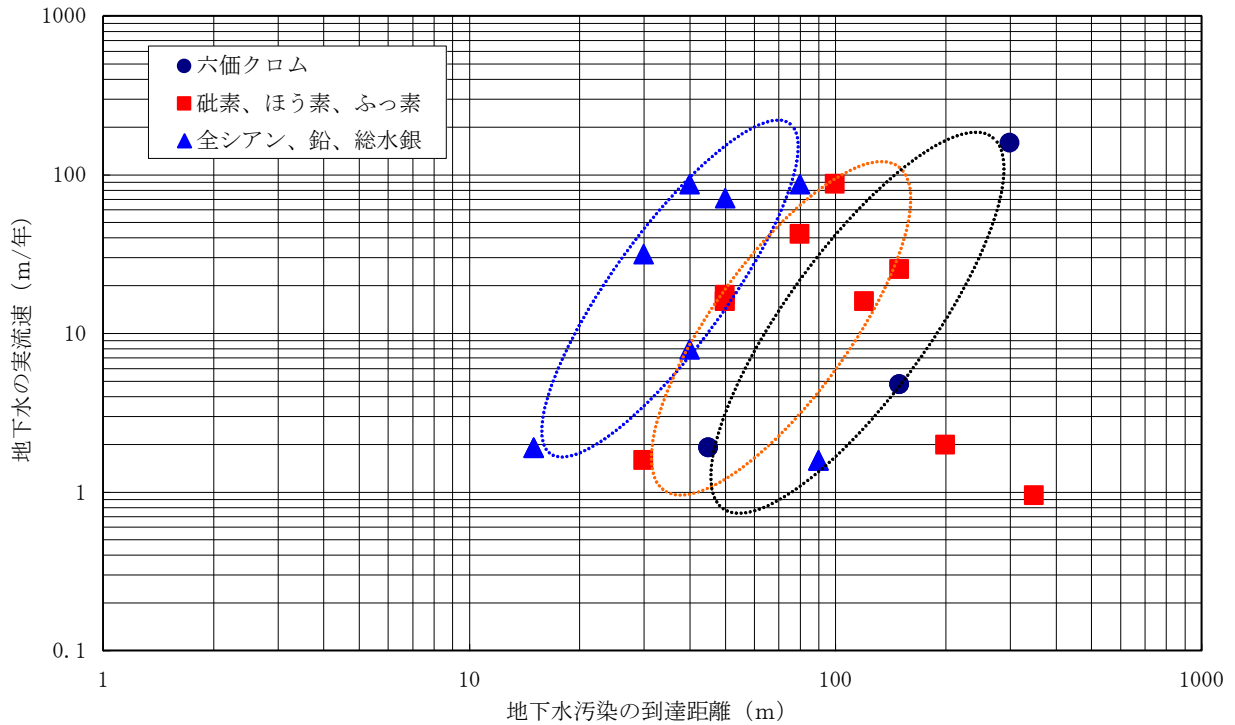


図-12 重金属等の地下水汚染到達距離と地下水実流速との関係

(3) 「一定の範囲」の一般値の設定

第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）を対象とした「一定の範囲」の一般値の設定においては、地下水実流速 23m/年に相当する「汚染の到達距離（VOCs）」を採用した。この実流速は、透水係数に換算すると 3×10^{-5} m/秒となる。この透水係数はシルト質砂～きれいな砂の透水係数に相当するが、一般的な帯水層の透水係数としては妥当な値である。したがって、重金属等による地下水汚染の到達距離の設定においても同様に、地下水実流速 23m/年に相当する「汚染の到達距離（重金属等）」を求めた。

① 六価クロム

六価クロムでは、地下水実流速 23m/年に相当する「汚染の到達距離（重金属等）」は、おおむね 80～250mの範囲となる（図-13）。これは現在の状態を示すものであるが、現在の状態を第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）と同じく汚染が発生してから 30 年後と仮定し、現在から 70 年後、すなわち汚染が発生してから 100 年後の「汚染の到達距離（重金属等）」を推定した。中環審答申に示された重金属等の地下水汚染シミュレーション（六価クロム ケース 1-3）では、30 年後の汚染地下水の到達距離と 100 年後の到達距離の比率が 2.7 倍となっている。したがって、汚染が発生してから 100 年後には現在よりも到達距離が 2.7 倍に拡大していると仮定し、汚染の到達距離を求めた。この結果、汚染が浸透してから 100 年後の「汚染の到達距離（重金属等）」は、おおむね 216～675m（平均 445m）となる。したがって、特定有害物質が六価クロムである場合の「一定の範囲」の一般値は、おおむね 500mとすることが適当である。

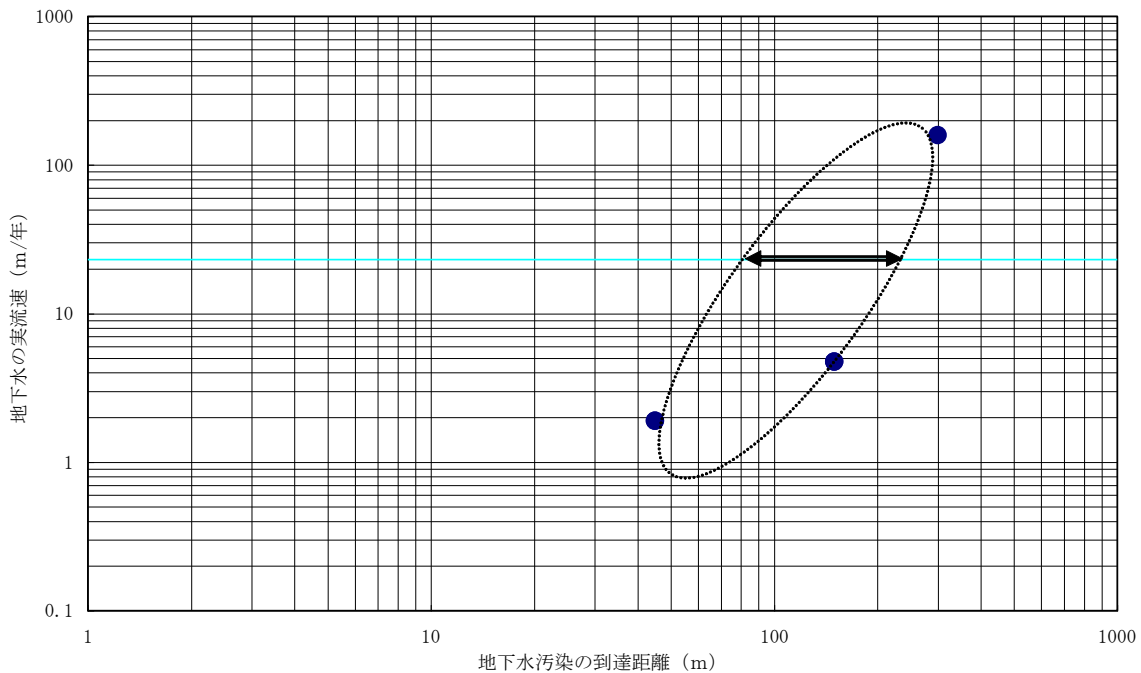


図-13 重金属等の地下水汚染到達距離の推定
（六価クロム）

[参考]

国立研究開発法人国立環境研究所が行った地下水汚染事例の解析では、六価クロムの汚染地下水到達距離が 1,000mの事例が 2 件示されている。これらの事例は N 川沿いの扇状地の事例と見られるが、地理的には扇頂部（扇状地の最上流部）に相当するため、礫が主体の帯水層であると想像される。図-6 から推定されるように、礫が主体の帯水層における地下水の実流速は 1,000m/年を超えると見られる。また、図-13 より、地下水の実流速 1,000m/年の場合の六価クロムによる地下水汚染の到達距離は 500～1,000m程度と推定される。以上のことから、上記の二つの事例で汚染地下水の到達距離が 1,000mと長いことの原因は、これらの事例は地下水流速が速い扇状地の扇頂部で発生したためと考えられる。

このように、地域の水理地質条件によっては地下水汚染の到達距離が極めて長くなるおそれがあることから、「一定の範囲」の設定に当たっては、その地域の水理地質条件を反映した個別の設定を行うことが望ましい。

② 砒素・ほう素・ふっ素

砒素、ほう素、ふっ素では、地下水実流速 23m/年に相当する「汚染の到達距離（重金属等）」は、おおむね 55～150m の範囲となる（図-14）。これは現在の状態であるが、現在の状態を汚染が発生してから 30 年後と仮定し、現在から 70 年後、すなわち汚染が発生してから 100 年後には、「汚染の到達距離（重金属等）」は 2.2 倍に拡大していると推定した。これは、六価クロムを対象とした地下水シミュレーション解析と鉛を対象とした解析から求められた比率の平均値である。この仮定に基づけば、汚染が浸透してから 100 年後の「汚染の到達距離（重金属等）」は、概ね 121～330m（平均 226m）となる。したがって、特定有害物質が砒素・ほう素・ふっ素である場合の「一定の範囲」の一般値は、おおむね 250m とすることが適当である。

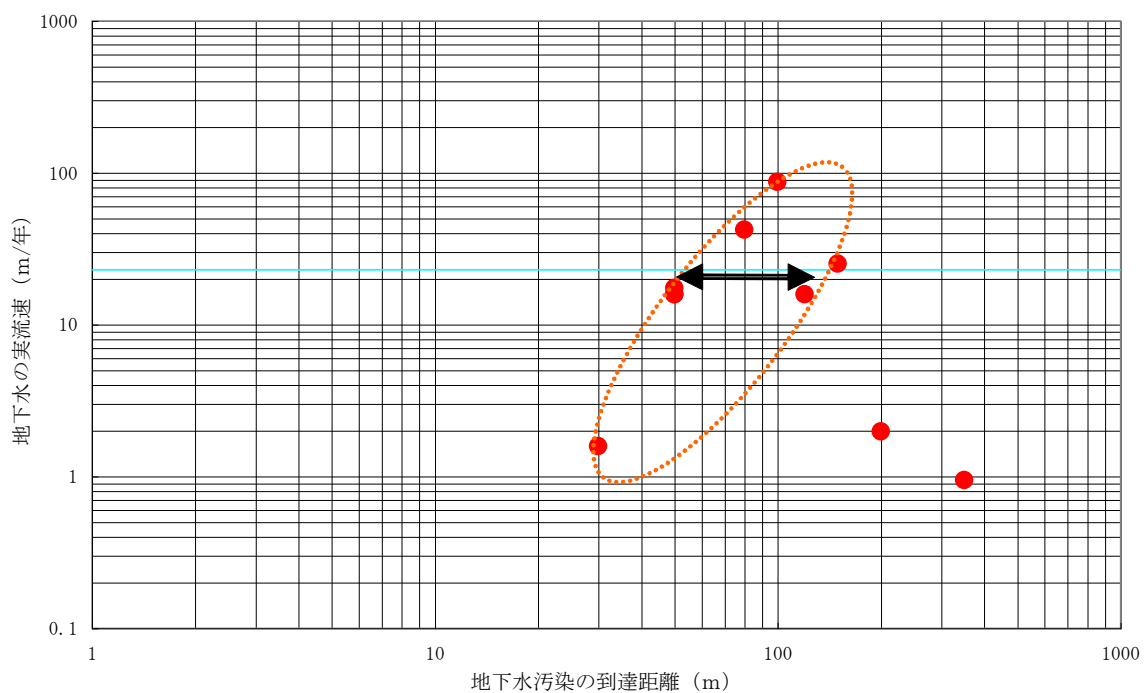


図-14 重金属等の地下水汚染到達距離の推定
（砒素、ほう素、ふっ素）

[備考]

図-14 では、図に示した楕円の範囲から外れた事例が 2 事例（到達距離が 200m と 350m）見られる。これらはともに、ふっ素による地下水汚染の事例である。

前者の事例では、透水係数が 5×10^{-6} m/秒、動水勾配は 1/400 であるため、地下水の実流速は 1.971m/年と推定している。この透水係数はシルト質砂程度の値であるが、このサイトの地質が砂、シルト、粘土の互層であることから、汚染された地下水が透水性の高い砂層を卓越的に流れた可能性が考えられる。

後者の事例では、「敷地内揚水により汚染が拡大した可能性」があることが、記録に残されている。

③ 全シアン、鉛、総水銀

全シアン、鉛、総水銀では、地下水実流速 23m/年に相当する「汚染の到達距離（重金属等）」は、概ね 25～60m の範囲となる（図-15）。これは現在の状態を示すものであるが、現在の状態を第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）と同じく汚染が発生してから 30 年後と仮定し、現在から 70 年後、すなわち汚染が発生してから 100 年後の「汚染の到達距離（重金属等）」を推定した。中環審答申に示された重金属の地下水汚染シミュレーション（鉛 ケース 4-2）では、30 年後の汚染地下水の到達距離と 100 年後の到達距離の比率が 1.8 倍となっている。したがって、汚染が発生してから 100 年後には現在よりも到達距離が 1.8 倍に拡大していると仮定し、汚染の到達距離を求めた。この結果、汚染が浸透してから 100 年後の「汚染の到達距離（重金属等）」は、概ね 45～108m（平均 77m）となる。したがって、特定有害物質が全シアン・鉛・総水銀のときの「一定の範囲」の一般値は、おおむね 80m とすることが適当である。

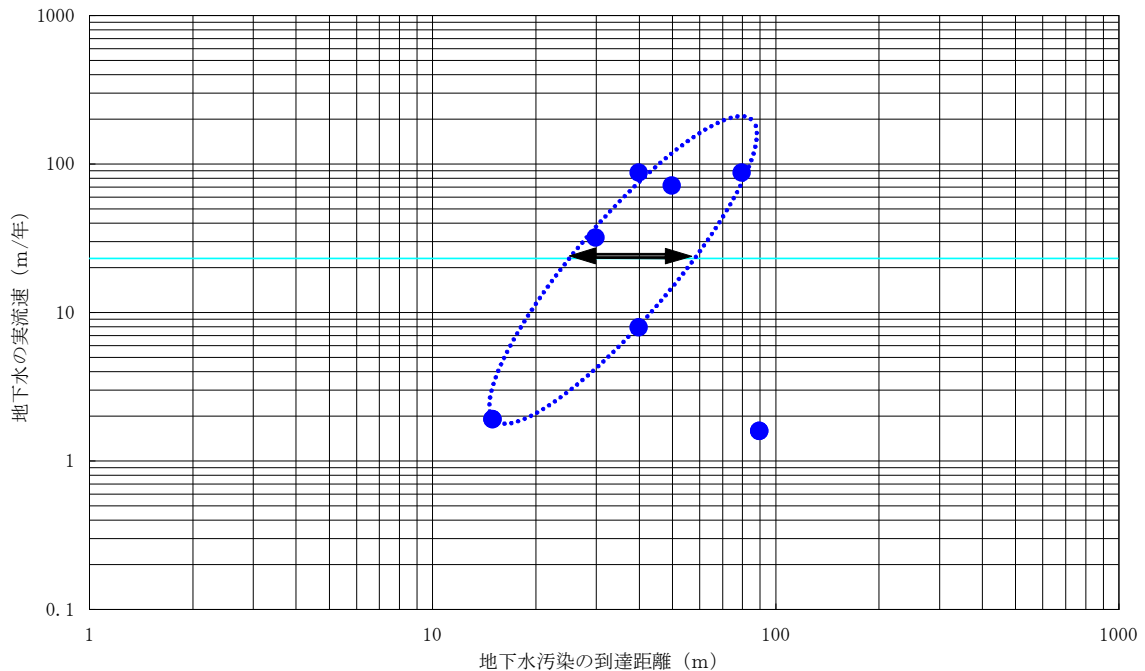


図-15 重金属等の地下水汚染到達距離の推定
（全シアン、鉛、総水銀）

[備考]

図-15 では、図に示した楕円から外れた事例が 1 事例（到達距離 90m；鉛、水銀）見られる。この事例は、原材料、不良品の埋設、充填液の漏洩が原因であるが、強酸性の充填液により溶解度が高められた汚染物質が帯水層中に溶出したため、移動性が高められたものと推定される。

3.2.3 その他の重金属等及び農薬の取扱い

上記のとおり、第一種特定有害物質（揮発性有機化合物）、第二種特定有害物質（重金属等：全シアン、鉛、六価クロム、砒素、総水銀、ふっ素、ほう素）については事例をベースに汚染地下水が到達する可能性が高い範囲を設定することができる。一方、特定有害物質には、これらのほかに第二種特定有害物質（重金属等：カドミウム、水銀（アルキル水銀）、セレン）、及び第三種特定有害物質（農薬等：PCB、チウラム、シマジン、チオベンカルブ、有機りん化合物）が含まれる。これらの物質については地下水汚染の到達距離に関する事例が得られなかった。また、環境省が継続的に実施している地下水汚染事例に関する調査でも地下水環境基準に適合しない事例は見られない（表-6）。したがって、これらの物質による汚染地下水が到達する可能性が高い範囲は、全シアン・鉛・総水銀のグループに区分している。

表-6 地下水質の超過事例数

有害物質	調査数	超過数	超過率
カドミウム	2,997	0	0.00%
アルキル水銀	1,048	0	0.00%
PCB	1,818	0	0.00%
セレン	2,634	0	0.00%
チウラム	2,528	0	0.00%
シマジン	2,508	0	0.00%
チオベンカルブ	2,453	0	0.00%

平成12年度地下水質測定結果（概況調査）から引用

引用文献

P.A.Domenico : An analytical model for multidimensional transport of a decaying contaminant species, Journal of Hydrology, Volume 91, Issues 1-2, 15 May 1987, pages 49-58, [https://doi.org/10.1016/0022-1694\(87\)90127-2](https://doi.org/10.1016/0022-1694(87)90127-2)

4. 汚染が到達する可能性が高い範囲を設定する際の留意事項

- 汚染が到達する可能性が高い範囲は、原則として不圧地下水の主流動方向の左右それぞれ 90 度の全体で 180 度（当該地域が一定の勾配を持つこと等から地下水の主流動方向が大きく変化することがないと認められる場合には、左右それぞれ 60 度の全体で 120 度）の範囲とする。
- 水理基盤となる山地等、及び一定条件を満たした河川等を越える汚染地下水の移動は生じないものとする。

(1) 地下水流動方向の設定

帯水層中の汚染物質は、地下水の流れとともに移動することから、汚染地下水が到達する範囲の設定においては地下水流動方向が重要である。したがって、既存井戸あるいは地下水観測井を用いた地下水一斉測水調査等により、対象となる要措置区域周辺の地下水位の分布及び地下水流動方向の把握を行うことが望ましい。しかし、この調査のためには十分な数の井戸が分布することが必要であることから、現実的には実施が困難である場合が多いと思われる。このような場合には、以下の手法により地下水の主流動方向の推定を行うことが適当と考えられる。

一般には自然状態においては不圧地下水の流動方向は、地表面の傾きと調和的であることが多い。したがって、地形図（改変された地域では旧地形図）から地表面の傾きの主方向を求め、これを地下水が流れる概ねの方向（流向）とみなすことができる。

(2) 汚染地下水が到達する可能性が高い範囲の平面的な拡がり

地下水の流動方向は、降水量や水田の湛水等の涵養条件の変化、河川等の水位の変化、及び周辺の地下水利用による影響等により安定しない場合も多い。この程度はサイトにより異なるが、環境条件に大きな変化がなければ、地下水の流動方向が逆転することは少ない。そこで、汚染地下水が到達する一定の範囲の設定においては、一般的には現地調査あるいは地形図の判読等によって求められた地下水の主流動方向を中心に、左右 90 度（当該地域が一定の勾配を持つこと等から地下水の主流動方向が大きく変化することがないと認められる場合には、左右 60 度）の範囲に地下水が流れる可能性があることとみなすことが適当と考えられる。

なお、特殊な地質条件等により地下水の主流動方向が大きく変化することもあり、複数年にわたる複数箇所の地下水水位分布と水質の実測データが存在する場合等、地下水の流動方向と汚染地下水の移動の方向が特定できるときには、上記によらずこの結果を勘案して汚染地下水が到達する可能性が高い範囲の平面的な拡がりを設定することが適当と考えられる。

(3) 河川・山地の考慮

土壌汚染を原因とする地下水汚染では、一般には汚染物質が地表から供給されるため、最初に不圧帯水層中の地下水（不圧地下水）が汚染される。不圧帯水層中の汚染物質がさらに下位の被圧帯水層へと移動し、被圧帯水層が汚染されることもある。しかし、不圧帯水層と被圧帯水層を区分する難透水性の地層が十分な厚さで連続する場合等においては、汚染が及ぶ帯水層が不圧帯水層に限られることが多い。したがって、汚染地下水の周囲への移動においては、第一義的に不

圧地下水を対象とすることが適当と考えられる。ただし、対象となる土地の水理地質条件によっては、河川等をまたがる汚染地下水の流動が発生している場合もある。したがって、河川等を境界とする場合には、対象となる土地及びその周辺の地質構造と地下水の流動状況、河川等との関係を調査することが望ましい。なお、河川等とは、①常時流水が認められ、かつ三面張りの構造となっていない河川、②湖沼・海である。

不圧帯水層中の汚染物質は不圧地下水の流れとともに下流側へと移動し、汚染された範囲が拡大する。不圧地下水の流れは、地形、水文地質構造（帯水層の分布、水理基盤の分布）、地下水の涵養条件（河川、湖沼、水田、降水の浸透等）と流出条件（河川、湧水、人為的揚水）等の諸条件によって決まってくる。これらの条件はサイトにより異なるが、一般には、山地等の水理基盤が露出した場所、及び河川等の地表水体が一つの不圧地下水の水文区の境界となることが多い。すなわち、水理基盤内では地下水の流れが無視できる程度に小さいことから、水理基盤は水文区の境界（閉鎖境界）となる。一方、河川等の水面は不圧地下水と連続することが多いことから、水文区内の不圧地下水が河川等を越えて流動することは少ない。

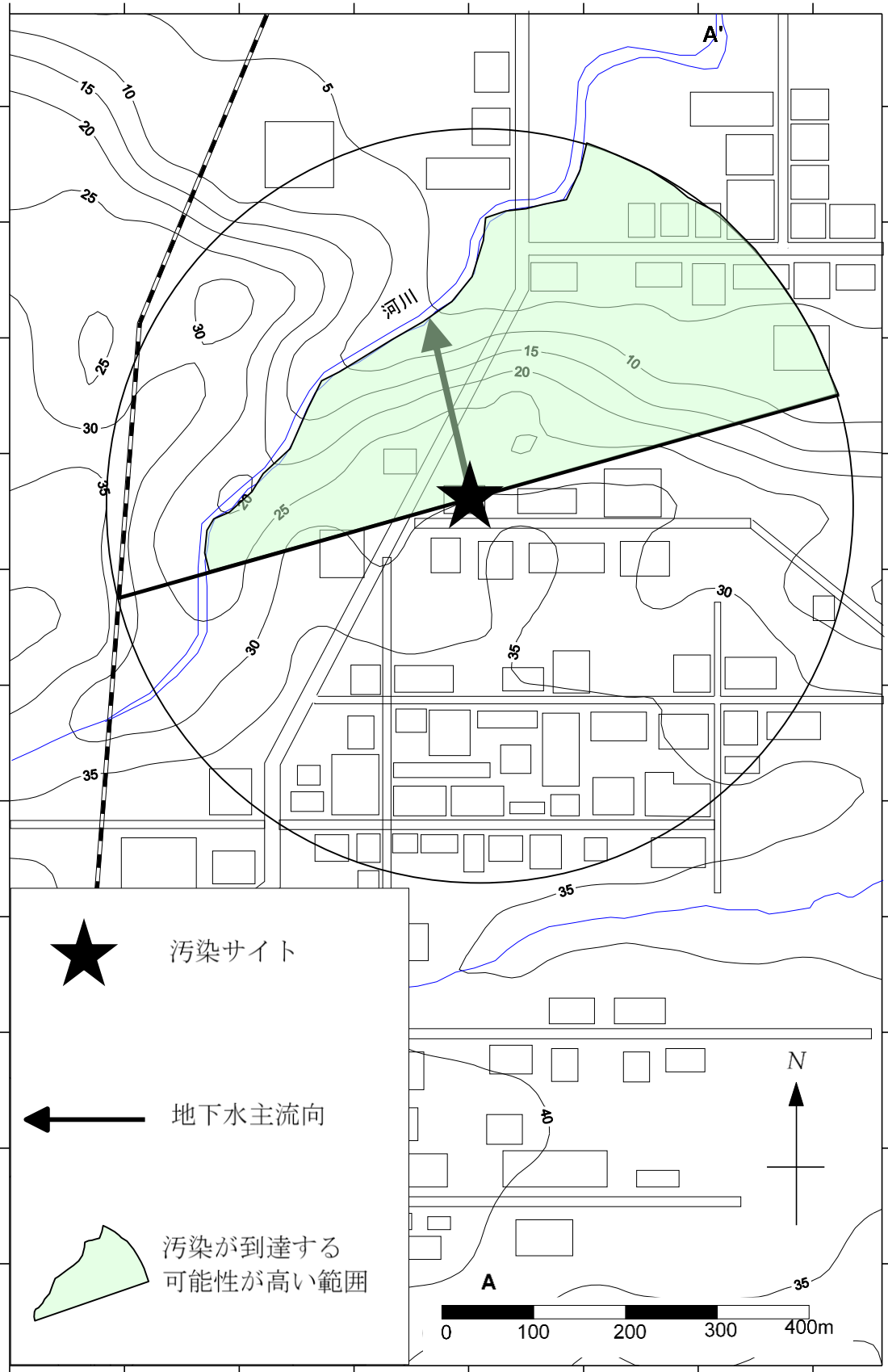


図-16 河川等を考慮した汚染が到達する可能性が高い範囲の設定例