

# 大河津分水路山地部の掘削土 の対応(案)について

令和2年12月

国土交通省 北陸地方整備局

信濃川河川事務所

大河津分水路山地部掘削事業地内において、自然由来重金属等を含有する岩石の分布を把握しました。岩石は土壤汚染対策法の対象外のため、自然由来重金属等を含む岩石の利用に特段の規制はございませんが、一層の安全を確認するため、国土交通省が改訂中の「建設工事における自然由来重金属等含有岩石・土壌への対応マニュアル原案」(本資料では「改訂マニュアル(原案)」と表記)を踏まえて対応を検討いたしました。検討内容の詳細は下記の目次の通りです。

大河津分水路山地部の掘削土の対応の概要	1
§ 1 掘削土（岩石）のリスク評価に基づく発生土の区分	5
§ 2 要対策土の利活用方法に応じた対策工法の例	7
§ 3 要対策土の受入先ごとのバックグラウンド調査計画	10
§ 4 要対策土の受入先ごとのモニタリング計画	13

# 大河津分水路山地部の掘削土の対応の概要

■ 岩石は土壤汚染対策法の対象外であるが、自然由来重金属等を含有することから「改訂マニュアル(原案)」に基づき自然由来重金属等溶出土・酸性土への対応を検討

## 対応の目標

- 岩石に含まれる自然由来重金属等への対応
  - 1 人の健康への影響の防止(地下水・表流水経由の摂取、直接摂取)
  - 2 生活環境への影響の低減(水質のpH)

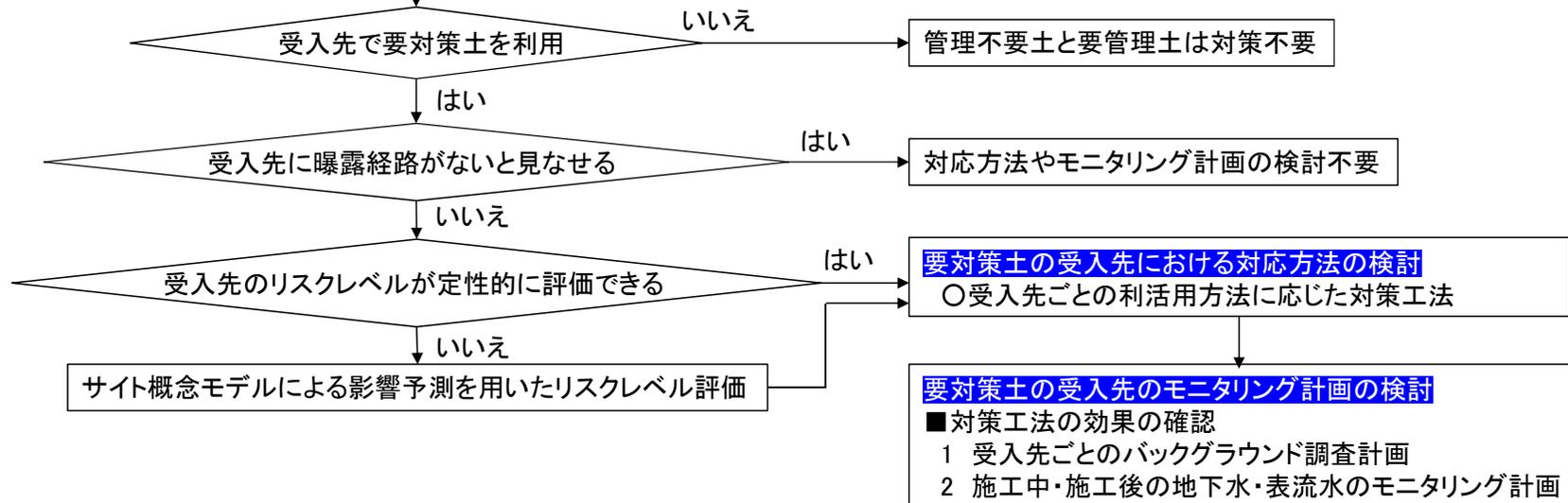
## 発生土の性状把握

### 1 調査・試験<sup>注1</sup>

- (1) 出現する地質(ボーリング調査)
- (2) 地下水及び表流水経由のリスク(短期溶出試験・酸性化可能性試験・長期溶出試験)
- (3) 直接摂取のリスク(全含有量試験)

### 2 掘削土砂(岩石)のリスク評価に基づく発生土の区分

- (1) 短期溶出試験・酸性化可能性試験結果による評価
  - ・管理不要土と要管理土(重金属等溶出土/酸性土)に区分
- (2) 長期溶出試験結果による評価((1)で要管理土に区分した岩石を対象として最終的に要管理土と要対策土に区分するための評価)
  - ① 要管理土(地下水・表流水に関する対策が不要)
  - ② 要対策土(重金属等溶出土・排水基準以下/重金属等溶出土・排水基準以下&酸性土/重金属等溶出土・排水基準超過)
- (3) 全含有量試験結果による評価
  - ・当該地の岩石では土壤汚染対策法の含有量基準を超過する試料がなかったので、直接摂取リスクなしと評価



※受入先のリスクレベルが高い場合は、自然由来重金属等の環境影響を防止するうえで確実性が高い対策工法を選定

注1: 大河津分水路山地部では地層の乱れがなく整然と堆積していることから、ボーリング調査・短期溶出試験・酸性化可能性試験・全含有量試験及び長期溶出試験により掘削範囲すべての問題となる地層の把握を完了

# 大河津分水路山地部掘削土調査位置図

■事業地内にはボーリング調査（46孔、掘削総延長3,080m：次ページ参照）により判明した土壌（砂丘砂、埋土等）と岩石が分布する。  
 ■岩石は土壌汚染対策法の対象外なので、土木研究所の指導に基づき、平成27年度から平成29年度にかけて以下の要領で成分調査（自然由来重金属等）を実施した。

## ■土壌の成分調査

土壌については、平成26年度調査（H26No.L1、L2、L3の短期溶出試験）、平成28年度調査（H26No.L1、H27No.L2、H28No.L2の短期溶出試験）で汚染がないことを確認。

## ■岩石の成分調査

ボーリングコアを用いて、事業地に分布する全種類の岩石について地質と対応した試料を詳細に調査した。

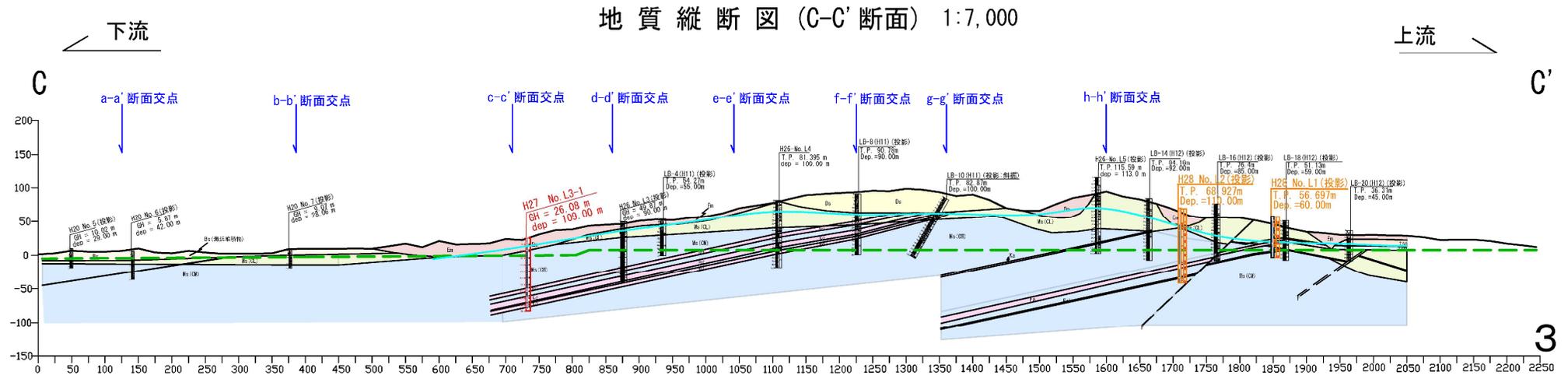
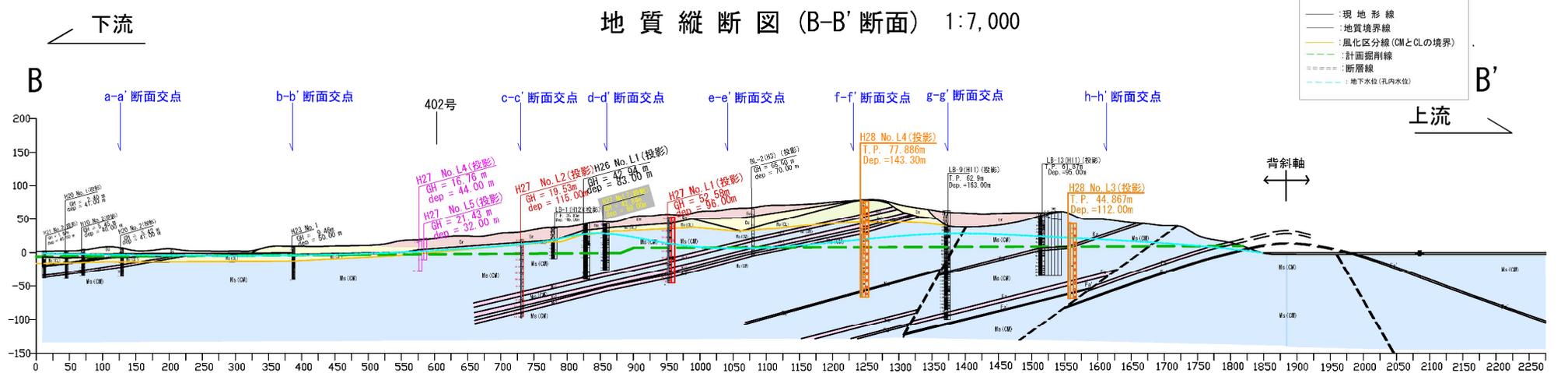
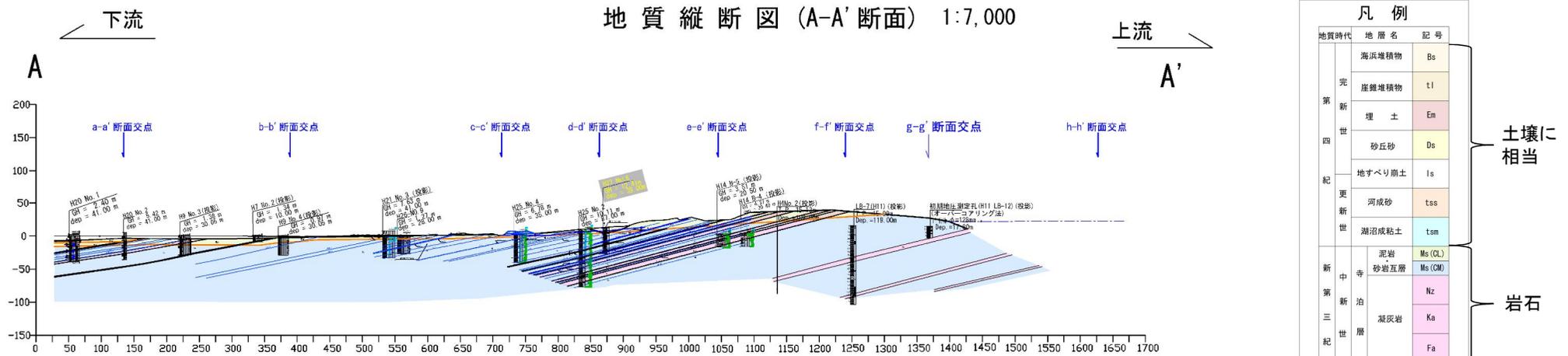
①短期溶出試験・酸性化可能性試験・全含有量試験は、H26、H27及びH28に実施した計9孔のボーリングコアから岩石79試料を選択して実施

②長期溶出試験（土研式雨水曝露試験）は、①の79試料のうち短期溶出試験又は酸性化可能性試験で基準超過したものの中から代表性を考慮して選定した40試料を対象に実施

## 全体調査箇所図



# 大河津分水路山地部掘削土調査位置図:縦断図



# 大河津分水路山地部の掘削土の調査概要

■大河津分水路山地部の事業地には土壌及び岩石が分布

■岩石は土壌汚染対策法の対象外であるが、事業地では自然由来重金属等を含有する岩石が分布することから、土壌汚染対策法を参考にし「改訂マニュアル(原案)」に基づき自主的な対応を検討

掘削土の種類	調査概要
土壌	<p>(平成26年度～28年度調査)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>大河津分水路山地部の事業地は土壌汚染対策法に基づく調査命令は発出されなかったが、自主的な<u>土壌溶出量・土壌含有量調査</u>を実施</li> </ul>
岩石 <sup>注)</sup>	<p>(平成27年度～28年度調査)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>すべての岩石について地質の分布と対応した試料を詳細に調査するため、<u>9孔のボーリングコア</u>の同層準で2点以上の試料を選択して(計79試料)、<u>短期溶出試験・酸性化可能性試験・全含有量試験</u>を実施</li> </ul> <p style="text-align: center;">↓</p> <p>(平成27年度～29年度調査)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>短期溶出試験・酸性化可能性試験の結果により「<u>対策が必要な可能性のある掘削土</u>」と判定された岩石の代表試料(40試料)に対し最終的に要対策土に区分するため<u>長期溶出試験(土研式雨水曝露試験)</u>を実施</li> </ul>

注)受入先に対し、「将来、当該岩石がスレーキング等により土壌となっていた場合において、大規模(3,000㎡以上)の土地の改変を行う場合には、土壌汚染対策法の対象となる可能性があることから、関係環境部局へ相談されることが望ましい」ことを説明する方針

## 【用語解説】

### (1) 短期溶出試験

・土壌の溶出量試験と同じ条件(岩石:水=1:10の割合で混合して溶出)で溶液の濃度を分析するものです。ただし、2mm目ふるいを通過するまで岩石を粉砕することから通常の岩石の状態とは異なり、土壌の溶出量基準と直接の比較はできません。(土壌汚染対策法の土壌溶出量試験では、試料を粉砕せず、2mm目ふるいを通過したものだけを試験に用います。)

### (2) 酸性化可能性試験

・重金属等を含有する岩石が空気や水分に曝され続けた場合の酸性化の可能性を把握するものです。この試験は、岩石にはしばしば黄鉄鉱等の硫化鉱物が含まれ、掘削等によって空気・雨水に曝されると硫化鉱物の酸化分解反応によって酸性化が生じ、この鉱物の分解反応によって岩石周辺に酸性水が発生し、重金属等の溶出が促進される可能性があるため行うものです。

### (3) 全含有量試験

・全(岩)含有量試験は、岩石に含まれる元素の量を分析するもので、岩石をほぼ完全に溶かして含有量を測定するものであり、土壌の含有量基準と直接の比較はできません。(全含有量試験は土壌汚染対策法の含有量試験よりも高い分析値が出るので、安全側に評価していると言えます)

### (4) 長期溶出試験

・岩石の実際の現場での利用状況を再現するため、40～10mmに調整した岩石を開口部500cm<sup>2</sup>のワグネルポット内に充填し、浸透した雨水をポリタンクに集水し28日ごとに回収して重金属等の濃度やpHその他を分析します。1年間の試験結果を加重平均し、地下水環境基準(年間平均値で評価)と比較して地下水汚染のおそれがあるかどうかを評価します。

# § 1 掘削土(岩石)のリスク評価 に基づく発生土の区分

# §1 発生土の性状把握：掘削土(岩石)のリスク評価に基づく発生土の区分

■長期溶出試験（土研式雨水曝露試験）において、地下水環境基準（平成9年環境庁告示第10号）に準拠し、長期溶出試験の重金属等の濃度は年間平均値で評価することとした。

■年間平均値＝{(28日ごとに回収した浸透水の重金属等濃度×28日ごとに回収した浸透水の量)の1年間の合計}÷1年間に回収した浸透水量の合計

■長期溶出試験の結果から大河津分水路山地部の岩石は、自然由来重金属等のうち「カドミウム」、「鉛」、「砒素」、「セレン」、「ふっ素」、「ほう素」が地下水環境基準を超過して溶出するおそれがあることから、対策を要する岩石（要対策土）とし、対策が不要な土と区分することとした。

■大河津分水路山地部では整然と堆積していることが確認されている地層に対し、これまで詳細な調査が行われ、すべての岩石について対比が完了し地質ごとに明確な分類が済んでいる。そこで基本的に地質の分布に応じて現地での目視により問題のある地層かどうかの判定を行う方針とする（必要に応じて地質技術者による現地の地質判定を実施する。）。したがって、掘削時に個別の岩石についての分析・試験は実施しない方針である。

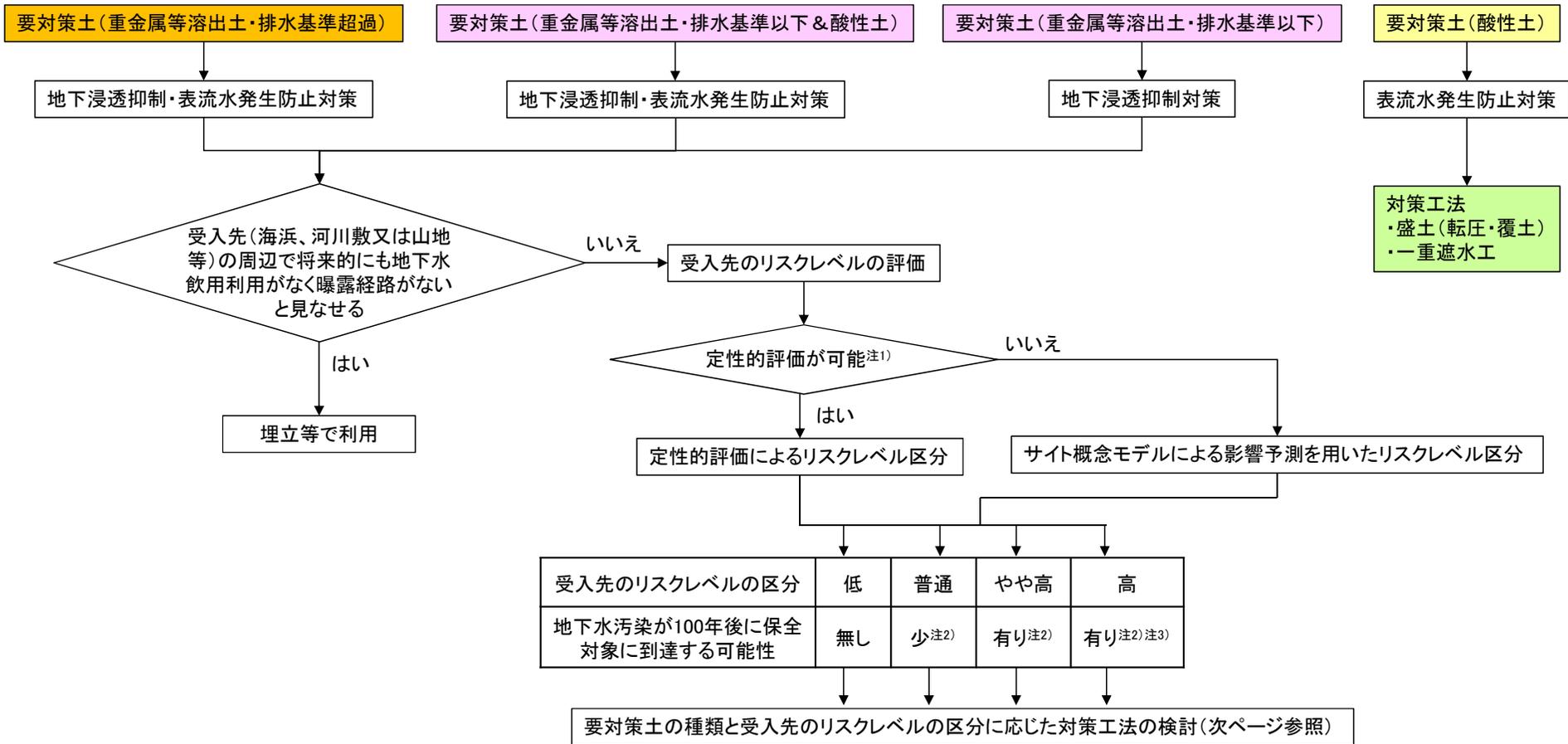
利活用のための掘削土区分

掘削土の種類	対策の要否	懸念されるリスク	掘削土利用上の注意点	試験区分と評価(適合=○、不適合=×)						
				短期溶出	酸性化可能性	全含有量	長期溶出			
				土壌汚染対策法 土壌溶出量基準	酸性化可能性基準 pH3.5	土壌汚染対策法 土壌含有量基準	重金属等溶出		pH 水質汚濁防止法 一律基準 (河川:5.8~8.6) (海域:5.0~9.0)	
							地下水環境基準 (年間平均値)	水質汚濁防止法 排水基準		
土壌	不要	無し	無し	○	○	○	/	/	/	
			土壌となった場合は土壌汚染対策法の対象となる可能性あり	いずれか1つ以上が×			○	○	○	
岩石	必要	地下水・表流水の汚染	自然由来重金属等の地下浸透抑制・表流水が発生しない対策をして利用(要対策土(重金属等溶出土・排水基準超過))	いずれか1つ以上が×			○	×	×	○ or ×
		地下水の汚染・表流水の酸性化	自然由来重金属等の地下浸透抑制・表流水が発生しない対策をして利用(要対策土(重金属等溶出土・排水基準以下&酸性土))	いずれか1つ以上が×			○	×	○	×
		地下水の汚染	自然由来重金属等の地下浸透抑制対策をして利用(要対策土(重金属等溶出土・排水基準以下))	いずれか1つ以上が×			○	×	○	○
		表流水の酸性化	表流水が発生しない対策をしてあらゆる土地で利用(要対策土(酸性土))	いずれか1つ以上が×			○	○	○	×

## **§ 2 要対策土の利活用方法 に応じた対策工法の例**

## § 2 要対策土の利活用方法に応じた対策工法の例

■「改訂マニュアル（原案）」に基づき評価を行った発生土のうち、要対策土の受入先ごとの利活用方法に応じた対策工法の例、工法の概要を示す。なお、対策工法は参考として示すものである。



注1) 目安として、掘削土の利用場所から概ね250m(環境省のガイドラインに示された「砒素、ふっ素及びほう素」による地下水汚染が到達すると考えられる距離)以内の範囲内に保全対象がない場合はリスクレベル「低」と評価。掘削土の利用場所と保全対象が隣接する場合はリスクレベル「高」と評価。「普通」及び「やや高」に区分する場合は、サイト概念モデルを用いたリスクレベル区分を実施したほうが確実である。なお、掘削土の利用場所と補選対象の位置関係を定性的に評価する場合でも、サイト概念モデルの考え方を踏まえることが望ましい。

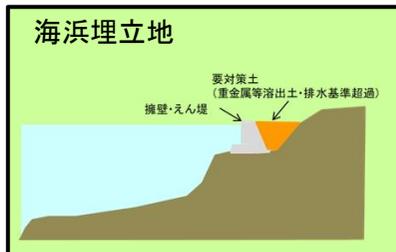
注2) 土対法の「地下水汚染が到達し得る距離の計算ツール」(tool1\_kyori\_v1.xlsx)等を用いたシミュレーションで定量的に算出

注3) 掘削土砂の利用場所から概ね30m以内に保全対象がある。

## § 2 要対策土の利活用方法に応じた対策工法の例

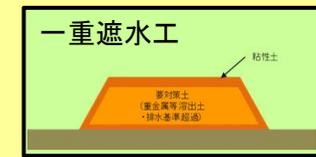
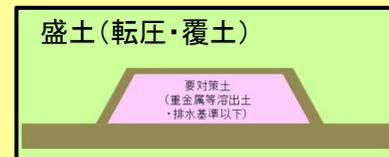
要対策土の種類		①重金属等溶出土・排水基準超過	②金属等溶出土・排水基準以下&酸性土	③重金属等溶出土・排水基準以下
曝露経路があると見なせる場合の対策工法例				
受入先のリスクレベルの区分	低			
	普通			
	やや高			
	高			

曝露経路がないと見なせる場合の例



要対策土(酸性土)

リスクレベルの区分なし

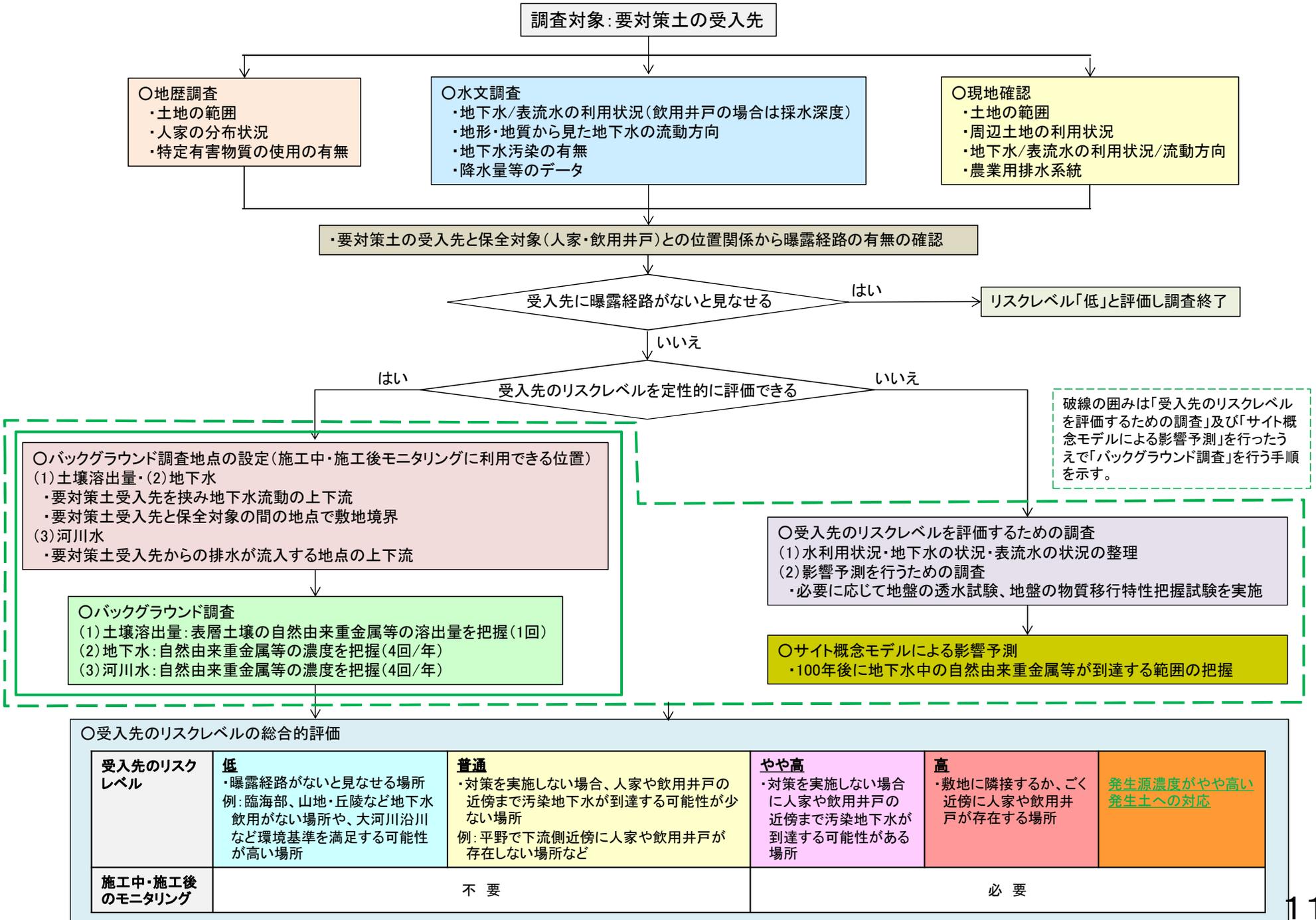


※搬入現場状況に応じて工法を選択

## § 3 要対策土の受入先ごとの バックグラウンド調査計画

# § 3 要対策土の受入先ごとのバックグラウンド調査計画：調査手順

## ■ 受入先のリスクレベル区分のためのバックグラウンド調査手順



### §3 要対策土の受入先ごとのバックグラウンド調査計画：調査項目

■要対策土の受入先のリスクレベルを評価するため、下表の事前調査を実施する方針

■バックグラウンド調査における留意事項

- 1) 地下水流動の下流方向の民家で地下水の飲用利用がある場合は井戸の深度を把握すること。
- 2) 排水が敷地外に出る場合は、最終的に流入する河川の上下流でモニタリングをすること。
- 3) 事前調査項目と判断基準は下表のとおりとした。
- 4) 仮にバックグラウンド調査で受入先の土壌又は地下水の汚染が確認されたとしても、搬入する要対策土により受入先の自然由来重金属等の濃度が上昇しない対策が必要と考える。

#### 受入先のバックグラウンド(リスクレベル評価のための調査含む)調査項目の例

調査の種類	調査頻度	調査項目	調査結果から確認する事項	判断基準
地歴調査	1回	登記簿、地形図、地質図、住宅地図、空中写真、柱状図、土地条件図、土対法の指定区域、水濁法の特定施設等を収集整理	・土地の範囲 ・周辺の人家の分布状況	・人為等由来や自然由来の原因を問わず特定有害物質による汚染のおそれの有無
水文調査	1回	・(地歴調査資料に加え)井戸台帳、自治体の水質調査結果等 ・降水量等	・地下水/表流水の利用状況(飲用井戸の場合は採水深度) ・地形・地質から地下水の流動方向 ・地下水汚染の有無	・受入候補地の地下水/表流水の利用実態、水質、流況等の把握 ・汚染地下水が保全対象(人家、飲用井戸等)方向へ流動する可能性の把握
現地確認	1回	敷地境界、地形、周辺土地の利用状況の確認、地下水の利用状況の聴取、地下水位の確認	・土地の範囲 ・周辺土地の利用状況 ・地下水/表流水の利用状況/流動方向 ・農業用排水系統	・飲用利用井戸の有無の確定 ・資料調査結果の補完
 曝露経路があると見なされる場合は必要に応じて以下の調査を実施				
バックグラウンド調査	土壌溶出量	代表的な試料で1回	カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、砒素、ふっ素、ほう素	・土壌汚染の有無 ・受入先の土壌が土壌汚染対策法の土壌溶出量基準を上回っている場合、同水準の溶出量の掘削土の搬入を検討
	地下水	地下水の流動方向の上下流で4回/年以上	(1)カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、砒素、ふっ素、ほう素	(1)地下水汚染の有無 (1)受入先の地下水が地下水環境基準を上回っている場合、同水準の溶出量の掘削土の搬入を検討
			(2)硫酸イオン、カルシウム、pH、電気伝導率	(2)酸性化の有無 ・酸性化の原因 (2)排水基準の下限値(pH5.8)未満である場合、同水準の酸性水を発生する掘削土の搬入を検討
			(3)水位、水温、溶存酸素濃度(DO)	(3)共通項目 (3)水文調査のデータとして測定(DOは埋土での利用の土地の地下水に限る)
	河川水	河川に流入する地点の上下流で4回/年以上	(1)カドミウム、六価クロム、水銀、セレン、鉛、砒素、ふっ素、ほう素	(1)水質汚染の有無 (1)排水の影響による重金属等濃度の変動を把握するバックグラウンド値を取得
(2)pH、電気伝導率			(2)酸性化の有無 (2)酸性水の影響による水質変動を把握するバックグラウンド値を取得	
リスクレベルを評価するための調査	1回	・バックグラウンド、地歴、水文調査及び現地確認結果の整理 ・必要に応じて地盤の透水試験、地盤の物質移行特性把握試験を実施	・水利用状況・地下水の状況・表流水の状況 ・影響予測を行うための情報	・サイト概念モデル構築及び影響予測に必要な情報の把握 ・受入先のリスクレベルの評価
サイト概念モデルによる影響予測	1回	・土対法の「地下水汚染が到達し得る距離の計算ツール」(tool1_kyori_v1.xlsx)等 <sup>注1</sup> により移流拡散解析	・案件ごとに自然地盤の吸着を考慮して汚染地下水の100年後の影響範囲を評価	・受入先のリスクレベルの評価 ・影響範囲内に飲用井戸がなければ「要対策土」の搬入を検討

注1: ツール(エクセル形式)とマニュアルは環境省のホームページからダウンロードできる。 ツール→[http://www.env.go.jp/water/dojo/law/kaisei2009/tool1\\_kyori\\_v1.xlsx](http://www.env.go.jp/water/dojo/law/kaisei2009/tool1_kyori_v1.xlsx)  
 マニュアル→[http://www.env.go.jp/water/dojo/law/kaisei2009/tool\\_man.pdf](http://www.env.go.jp/water/dojo/law/kaisei2009/tool_man.pdf) なお、影響予測にはGERAS-1(産業技術総合研究所)や1DTRANSU(土木研究所)といった計算ツールを用いることもできる。

## § 4 要対策土の受入先ごとの モニタリング計画

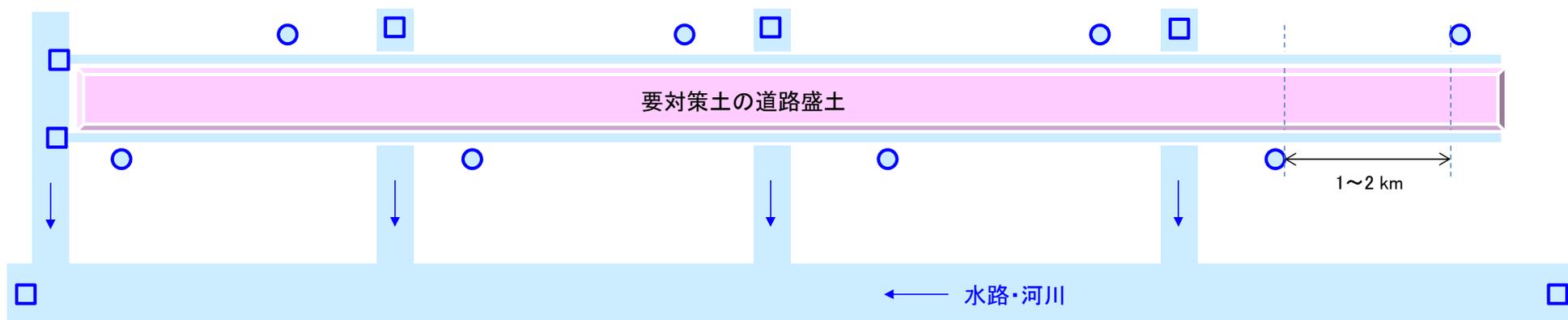
## §4 要対策土の受入先ごとのモニタリング計画

### 1 土壌・地下水のモニタリングの注意事項

- 1) 延長が長い構造物は、保全対象がない箇所でも1~2kmごとに調査地点を配置する。
- 2) 農業用水路でも地下水が浸透しない構造であれば保全対象とはしない。
- 3) 事前調査により地下水流動方向の下流側（100年後に自然由来重金属等が到達し得る範囲内に限る）の民家で地下水の飲用利用があった場合は当該井戸のバックグラウンド値を取得するとともに、当該井戸と同深度に観測井のスクリーンを設置する。
- 4) 海浜部の場合は、付近に保全対象の地下水がある場合に限り自然由来重金属等が陸地側に浸透することがあるかどうかを確認するため、要対策土受入先の上流側に調査地点を配置する。下流側は海にあたるためモニタリング対象としない。

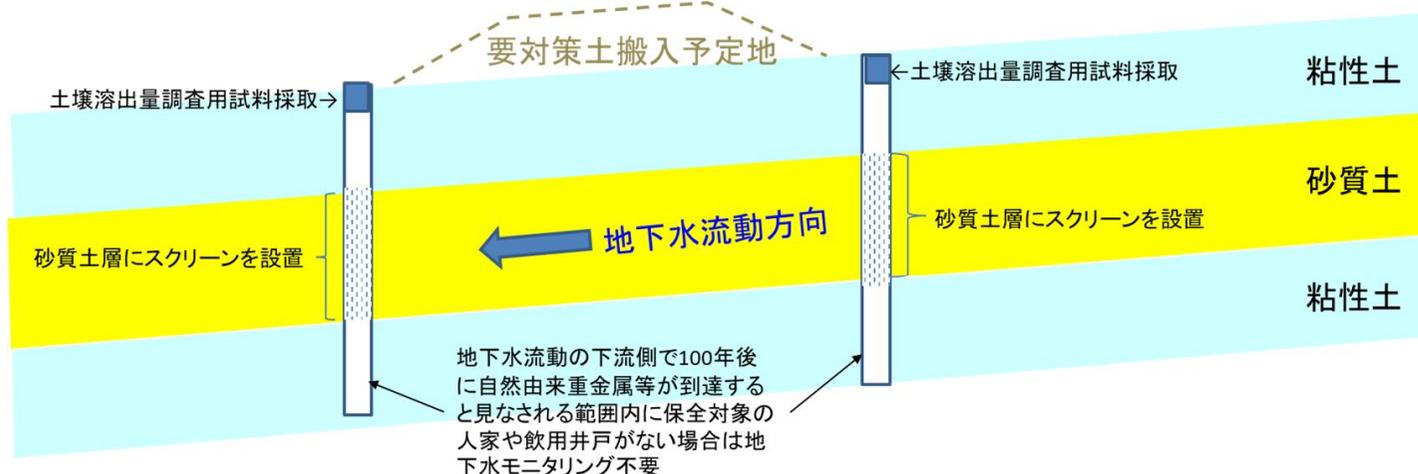
### 2 排水のモニタリングの注意事項

- 1) 道路盛土のように延長が長い場合は、構造物からの排水が最終的に流入すると考えられる水路の上下流でモニタリング地点を配置する。



地下水・排水調査配置図(平面)

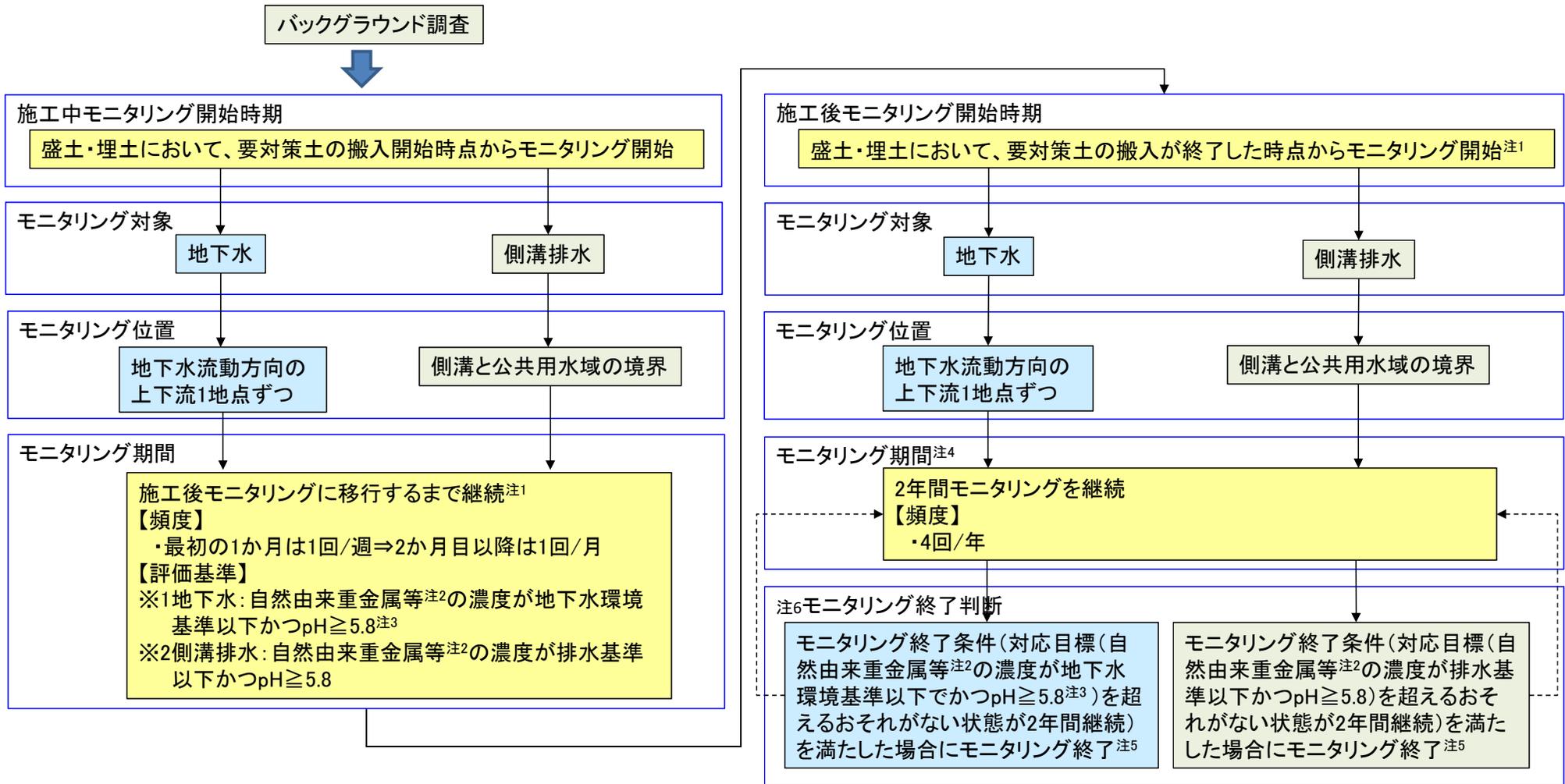
○ 地下水観測井 □ 水質調査地点



地下水調査概念図(断面)

# §4 要対策土の受入先ごとのモニタリング計画：施工中・施工後モニタリング手順

■モニタリング地点はバックグラウンド調査地点を継続利用する。



注1: 事業期間が複数年にわたる場合の考え方

(1) 道路事業等複数の工区に区画できる場合: 工区ごとに施工中モニタリングを実施

(2) 土地の造成など工区の区画ができない場合: 事業中は施工中モニタリングを継続するが、事業2年目からモニタリングの頻度を4回/年で実施

注2: カドミウム、鉛、砒素、セレン、ふっ素、ほう素(搬入した要対策土において短期溶出試験又は長期溶出試験で基準を超過した項目に限る。)

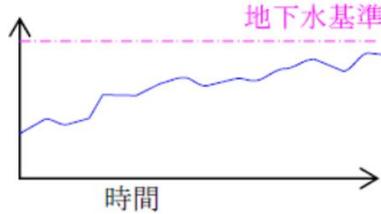
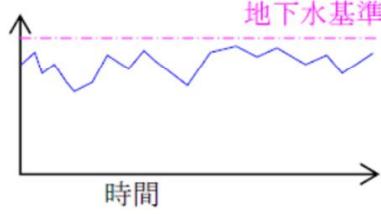
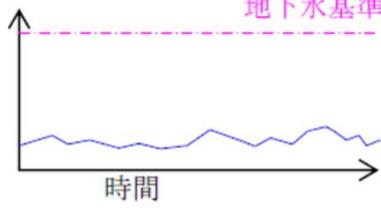
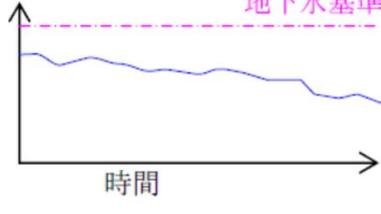
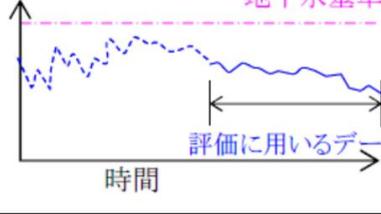
注3: 地下水はpHの基準が存在しないため、排水基準を参考とする。

注4: 土壌汚染対策法に示された実施措置の「原位置封じ込め」又は「遮水工封じ込め」において適用される施工後モニタリング期間に準拠

注5: 環境省(2019)「土壌汚染対策法に基づく調査及び措置に関するガイドライン(改訂第3版)」に示された「モニタリング終了条件の判断の目安」(次ページ)を踏まえて、モニタリング完了の判断を行う(この目安は「改訂マニュアル(原案)」においても参照されている)。

注6: 基準を満足しない状況となった場合には観測頻度を上げ、その状態が一定期間つづく場合は対応を検討する。

表 5.4.3-1 地下水基準に不適合となるおそれがないことの確認方法

No.	5年以上測定を継続し、直近2年間において 4回以上の測定結果における地下水濃度の変化傾向	措置の完了の 可否
①	 <p>地下水濃度</p> <p>時間</p> <p>地下水基準</p>	<p>上昇傾向にあり、地下水基準を 超えないとはいえない</p> <p>できない</p>
②	 <p>地下水濃度</p> <p>時間</p> <p>地下水基準</p>	<p>地下水基準に近い値で変動している (①の上昇傾向及び④の低下傾向を 除く)</p> <p>できない</p>
③	 <p>地下水濃度</p> <p>時間</p> <p>地下水基準</p>	<p>地下水基準を下回った変動が一定の レベルで継続している (①の上昇傾向を除く)</p> <p>できる</p>
④	 <p>地下水濃度</p> <p>時間</p> <p>地下水基準</p>	<p>低下傾向にある</p>
	 <p>地下水濃度</p> <p>時間</p> <p>地下水基準</p> <p>評価に用いるデータ</p>	<p>完了条件の評価に用いるデータが 低下傾向である場合を含む</p> <p>できる</p>

※シアン、PCB、有機りん、アルキル水銀については、濃度傾向とは関係なく検出されないこと