

10 土壌汚染

10-1 掘削土に含まれる自然由来重金属等の調査について

工事における自然由来重金属等の調査は、施工管理を適切に行うことを目的とし、「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（暫定版）（建設工事における自然由来重金属等含有土砂への対応マニュアル検討委員会：平成22年3月）」等を参考として下記の手順で実施する。

- ①試料等調査などの結果に基づき、以後の段階で詳しく調査をすべき地質の絞り込みを行う。その結果、工事实施区域において自然由来重金属等の問題が生じる可能性がある場合には、地質調査の結果等から対策が必要な地質の分布状況、溶出特性等を把握する。
- ②施工中調査の計画（試験方法、調査頻度等）については、問題が生じる可能性のある地質の状況を踏まえ、学識経験者と相談するなどして策定する。なお、調査計画の検討にあたっては、実際の施工管理を考慮して迅速判定試験の活用等も含めて検討するとともに、①の段階で絞り込みの対象としなかった地質における調査内容についても検討する。
- ③施工中は、調査計画に基づき掘削土の調査を実施し、汚染のおそれのある掘削土を選別する。施工前調査までの調査に基づいて予測したものと異なる地質が出現した場合は、必要に応じて、別途、溶出特性等（酸性化可能性試験含む）に関する試験を行い調査計画の修正を行う。なお、過去の事業で行われた掘削土の調査事例を表10-1-1に示す。

また、汚染のおそれのある掘削土が確認された場合においては、現場内および周辺への重金属等の拡散を防止するために、被覆、遮水工等の適切かつ合理的な対策工を立案し、施工管理を行うとともに、「汚染土壌の運搬に関するガイドライン（環境省）」等を踏まえながら、土壌汚染対策法等の関係法令を遵守し、適切に運搬、処理を実施していく。

表 10-1-1 掘削土の調査事例

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(暫定版) 資料編より抜粋					
事例	主な対象	主な試料採取方法	主な試験方法	試験頻度	事業者
1	ひ素	先進ボーリング	溶出量試験 含有量試験	1回/100m	道路(トンネル) 国土交通省
2	セレン ひ素 ふっ素	先進ボーリング	溶出量試験 含有量試験 簡易溶出pH 全岩S・Ca含有量	1回/100m	道路(トンネル) 国土交通省
3	ひ素 鉛 カドミウム セレン 酸性水	(掘削後:掘削ずり)	帯磁率測定 簡易溶出試験 全岩化学組成分析	(掘削後:1回/半日程度)	鉄道(トンネル) 鉄道運輸機構
4	ひ素 カドミウム ふっ素 鉛 セレン	先進ボーリング 鉛直ボーリング (掘削後:一般土)	溶出量試験 含有量試験	ボーリング:層毎に事前判定 (掘削後:1回/5000m ³)	鉄道(トンネル) 仙台市
5	鉛 ひ素 セレン	先進ボーリング (掘削後:任意採取)	pH(H ₂ O ₂)測定 全硫黄含有量試験	ボーリング:1回/5m (掘削後:1回/1日掘削分)	道路(トンネル) 国土交通省 福島県
6	酸性水	現地状況確認	pH(H ₂ O, H ₂ O ₂)測定 全硫黄 硫酸態硫黄	-	調整池造成 不明

10-2 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（暫定版）
（抜粋）

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
（暫定版）

平成 22 年 3 月

建設工事における自然由来重金属等含有土砂への
対応マニュアル検討委員会

第3章 建設工事における自然由来の重金属等への対応

3.1 法的枠組み

本マニュアルの適用にあたっては、「環境基本法」、「土壤汚染対策法」、「農用地の土壤の汚染防止等に関する法律」、「水質汚濁防止法」など、現行の法令を遵守し、関連する条例等との整合も図る。これらの適用にあたっては都道府県等の環境部局と十分に協議する。

自然由来の重金属等を含有する岩石・土壤の関連する主な法令等は以下の通りである。

(1) 環境基本法（平成5年法律第91号）

土壤・地下水汚染に関する法体系は、現在および将来の国民の健康で文化的な生活の確保に寄与するとともに人類の福祉に貢献することを目的とした「環境基本法」を根幹としている。その中では、人の活動により環境に加えられる影響であって、環境の保全上の支障の原因となるおそれのあるものを「環境への負荷」、環境の保全上の支障のうち、事業活動その他の人の活動に伴って生ずる相当範囲にわたる大気の汚染、水質の汚濁、土壤の汚染、騒音、振動、地盤の沈下および悪臭によって、人の健康または生活環境に係る被害が生ずることを「公害」と定義している。また、人の健康を保護し、および生活環境を保全する上で維持されることが望ましい基準を「環境基準」と定義している。

土壤の汚染に係る環境基準では揮発性有機化合物等、重金属等、農薬等について定められている。その中でも、自然由来の重金属等として存在の可能性があるカドミウム、鉛、六価クロム、ヒ素、総水銀、セレン、フッ素およびほう素の環境基準については、汚染土壤が地下水面から離れており、かつ、現状において当該地下水中のこれらの物質の濃度が地下水環境基準を超えていない場合には、それぞれ検液1Lにつき0.03mg、0.03mg、0.15mg、0.03mg、0.0015mg、0.03mg、2.4mg および3mg と3倍の値が基準として示されている。なお、自然由来の重金属等を含む岩石・土壤については環境基準を適用しないこととなっている（土壤の汚染に係る環境基準について（平成3年8月23日環境庁告示第46号））。また、揮発性有機化合物等、重金属等、農薬等の26物質について地下水環境基準値が定められている。なお、汚染が専ら自然的原因によることが明らかである場合を除いて、環境基準の達成と維持が求められることに留意が必要である。（地下水の水質汚濁に係る環境基準について（平成9年3月13日環境庁告示第10号））（資料集2-1参照）。

(2) 土壤汚染対策法（平成14年法律第53号）

土壤汚染対策の実施を図り、もって国民の健康を保護することを目的とした「土壤汚染対策法」は、土壤汚染の状況調査、土壤汚染による人の健康被害の防止に関する措置等を規定している。この中では、指定基準として揮発性有機化合物等、重金属等、農薬等の25物質については土壤溶出量基準、さらに重金属等の9物質については土壤含有量基準が示されている。

(3) 農用地の土壤の汚染防止等に関する法律（昭和45年法律第139号）

田畑などの農用地については、人の健康をそこなうおそれがある農畜産物が生産され、または農作物等の生育が阻害されることを防止し、もって国民の健康の保護および生活環境の保全に資することを目的とした「農用地の土壤の汚染防止等に関する法律」が存在する。この中では、カドミウム、銅、ヒ素を特定有害物質に指定し、土壤に含まれる特定有害物質だけでなく、米に含まれる特定有害物質も対象に基準が定められている。なお、これらの基準を超過する自然由来の重金属等を含む岩石・土壤を、農用地の造成等に利用する場合は適切に対応するものとする。

(4) 水質汚濁防止法（昭和45年法律第138号）

地下水については、公共用水域および地下水の水質の汚濁の防止を図り、もって国民の健康を保護するとともに生活環境を保全し、並びに工場および事業場から排出される汚水および廃液に関して人の健康に係る被害が生じた場合における事業者の損害賠償の責任について定めることにより、被害者の保護を図ることを目的とした「水質汚濁防止法」によって保全が図られている。

表 3.1.1 土壌・地下水汚染に係る基準値（自然由来の重金属等に関するものを抜粋）

特定有害物質の種類	環境基本法		土壌汚染対策法			農用地の土壌の汚染防止等に関する法律
	土壌環境基準 (mg/L)	地下水環境基準 (mg/L)	指定基準		第二溶出量基準 (mg/L)	指定要件
			土壌溶出量 (mg/L)	土壌含有量 (mg/kg)		
カドミウム及びその化合物	0.01 以下 農用地では米 1kg につき 1mg 未満	0.01 以下	0.01 以下	150 以下	0.3 以下	米 1kg につき 1mg 未満
六価クロム化合物	0.05 以下	0.05 以下	0.05 以下	250 以下	1.5 以下	—
水銀及びその化合物	0.0005 以下 アルキル水銀は不検出	0.0005 以下 アルキル水銀は不検出	0.0005 以下 アルキル水銀は不検出	15 以下	0.005 以下 アルキル水銀は不検出	—
セレン及びその化合物	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	150 以下	0.3 以下	—
鉛及びその化合物	0.01 以下	0.01 以下	0.01 以下	150 以下	0.3 以下	—
砒素及びその化合物	0.01 以下 農用地(田に限る)では、土壌 1kg につき 15mg 未満	0.01 以下	0.01 以下	150 以下	0.3 以下	土壌 1kg につき 15mg 未満 (田に限る)
ふっ素及びその化合物	0.8 以下	0.8 以下	0.8 以下	4000 以下	24 以下	—
ほう素及びその化合物	1 以下	1 以下	1 以下	4000 以下	30 以下	—
銅又はその化合物	農用地(田に限る)では、土壌 1kg につき 125mg 未満	—	—	—	—	土壌 1kg につき 125mg 未満 (田に限る)
出典	平成 3 年 8 月 23 日環境庁告示第 46 号	平成 9 年 3 月 13 日環境庁告示第 10 号	平成 14 年 12 月 26 日環境省令第 29 号			昭和 46 年 6 月 24 日政令第 204 号

- 1 土壌溶出量とは土壌に水を加えた場合に溶出する物質の量を、土壌含有量とは土壌に含まれる物質の量をいう。
- 2 土壌溶出量は平成 15 年 3 月 6 日環境省告示第 18 号、土壌含有量は平成 15 年 3 月 6 日環境省告示第 19 号により測定したもの。
- 3 「不検出」とは、その結果が法令に定められた方法の定量下限値を下回ることをいう。

(5) その他の法令、条例等

関連する法令として「大気汚染防止法」、「建設工事に係る資材の再資源化等に関する法律」などがある。また、汚染土壌、建設発生土及び地下水の取り扱いについては条例等によって、より厳しい基準値の採用（上乘せ基準）、対象物質および適用範囲の拡大（横出し基準）が存在する場合があるため、留意が必要である（資料集 2-2 参照）。

3.2 バックグラウンド値

対象地域において地下水、表流水に平均的に含まれる自然由来の重金属等の濃度、岩石・土壌に同様に含まれる自然由来の重金属等の全含有量・溶出量を、バックグラウンド値として設定できる。

①地下水のバックグラウンド値

工事着手前の自然由来の重金属等の地下水濃度とし、主にリスク評価、対策効果の確認に用いる。

②表流水のバックグラウンド値

工事着手前の自然由来の重金属等の表流水濃度とし、主に施工管理、対策効果の確認に用いる。

③岩石・土壌の全含有量バックグラウンド値

人為的な影響を受けていない土地の自然由来の重金属等の全含有量とし、主に自然由来と人為由来の汚染の識別に用いる。

自然由来の重金属等は広範囲に分布するため、その影響が工事着手前に顕在化している場合もある。そこで、自然由来の重金属等の影響が建設工事に起因するものか明確にするために、地下水および表流水の自然由来の重金属等の濃度、周辺に存在する岩石・土壌の自然由来の重金属等の全含有量・溶出量を工事着手前に測定し、リスク評価や施工管理等に活用する。ただし、現場状況によっては、観測井戸等の数が少ないなど信頼性のあるバックグラウンド値の設定が困難な場合もある。その場合、バックグラウンド値の設定は必要ない。

(1) 地下水（以下、地下水のバックグラウンド値）

リスク評価等に活用するために、地下水のバックグラウンド値を把握する。具体的には、周辺に存在する都道府県等が監視する観測井戸等の地下水の水質検査結果に基づいて地下水のバックグラウンド値を決定する。ただし、流速・流向などの地下水状況に関する既存の情報についても収集し、当該井戸等の水質が対策実施予定区域の水質を代表していることを確認するために、詳細な地下水の流況を把握することが望ましい。

また、対策実施予定区域に1カ所以上観測井を設置することによりバックグラウンド値を設定することも可能である。その場合、季節変動を考慮するために、年4回以上、可能であれば2～3年継続的に観測し、観測井毎の年間平均濃度をバックグラウンド値とする。観測深度は、地質および地下水状況を考慮し対象となる自然由来の重金属等の影響を適切に評価できる深度とする。これらの観測井はモニタリング時にも活用することにより、継続的に工事実施前後の影響を比較することが可能であるため、その位置は工事終了後もモニタリングを継続できる地点に設定することが望ましい。具体的な地下水質の測定方法については「第7章 モニタリング」に示す通りである。

(2) 表流水（以下、表流水のバックグラウンド値）

施工管理等に活用するために、表流水のバックグラウンド値を把握する。現地の表流水の化学組成・流動状況の情報を考慮して、既存の河川水等の水質検査結果に基づいて表流水のバックグラウンド値を決定する。

また、対策実施予定区域もしくはその近傍の河川水や沢水、湧水などの水質を対象毎に1カ所以上測定することによりバックグラウンド値を設定することも可能である。その場合、季節変動を考慮するために、年4回以上、可能であれば2～3年継続的に観測し、対象毎の年間平均濃度をバックグラウンド値とする。これらの観測点はモニタリング時にも活用することにより、継続的に工事実施前後の影響を比較することが可能であるため、その位置は工事終了後もモニタリングを継続できる地点に設定することが望ましい。具体的な水質の測定方法については「第7章 モニタリング」に示す通りである。

(3) 岩石・土壌の全含有量（以下、岩石・土壌の全含有量バックグラウンド値）

自然由来の重金属等と人為由来汚染の識別等に活用するために、岩石・土壌の全含有量バックグラウンド値を把握する。具体的には、自然由来の重金属等を含む岩石・土壌について、周辺に存在する同様の起源を持つ岩石・土壌の全含有量を測定し、その平均値をバックグラウンド値とする。当該地内および周辺の人為的な影響を受けていない岩石・土壌を対象とすることが重要である。具体的な調査・試験・評価方法については「4.8 スクリーニング試験および岩石・土壌の全含有量バックグラウンド値試験」に示す。

また、記載データの採取方法や試験方法を把握した上で、「地圏環境インフォマティクス GENIUS」（東北大学大学院環境科学研究科）、「表層土壌評価基本図」（産業技術総合研究所）、「土壌・地質汚染評価基本図」（産業技術総合研究所）など既存資料を有効活用することも検討する。

その他、現場によっては重金属等の溶出量をバックグラウンド値として用いることも可能であることから、必要に応じて測定の実施を検討する。試料の採取、試験の実施に当たっては、岩石・土壌の全含有量バックグラウンド値の把握に必要な事項に加えて、試料の状態（風化や酸化還元雰囲気等）が溶出量に与える影響が大きい点に留意が必要である。

3.3 対応の流れ

建設工事において自然由来の重金属等を含む岩石・土壌に起因する人の健康への影響のおそれがある場合、現場条件を勘案し、工事の段階に応じて適切な調査、試験、評価、対策およびモニタリングを実施し、以下の目標を達成する。

- I 地下水等の摂取による影響の回避・軽減
- II 直接摂取による影響の回避・軽減

なお、対応が必要な岩石・土壌を工事実施区域外へ搬出して仮置きする場合には、搬出土量を把握し、対策終了の時点まで適切に管理する。

(1) 対応の目標

本マニュアルでは、建設工事の実施によって自然由来の重金属等を含む岩石・土壌による人の健康への影響のおそれが新たに発生する場合に、以下の目標を達成するための対応を実施する。なお、土壌汚染対策法に準じた対応を実施する場合は、この限りではない。

I 地下水等の摂取に関する目標

敷地境界もしくは保全対象近傍において地下水環境基準もしくは地下水のバックグラウンド値のうち高い方を超過しないこと

II 直接摂取に関する目標

直接経口摂取の経路を遮断すること

(2) 対応の流れ

上記の目標を達成するため、自然由来の重金属等を含む岩石・土壌を掘削、盛立、埋立等行う場合の対応は、原則として以下のとおり実施する（図 3.3.1）。また、これらの岩石・土壌を搬出し、現場外において管理する場合についても、本マニュアルの技術的事項を参考に適切に対応することが可能である。なお、事業者以外が所有する土地に処分を行う場合においては、地権者の同意を得ると共に将来の適切な管理に関する取り決めを行う必要がある。

また、受け入れ先およびストックヤード等が求める基準に従い品質を確認した岩石・土壌は、現場外に搬出し、利用することができる。



図 3.3.1 対応の流れ

① 施工前概略調査

施工前概略調査では、自然由来の重金属等の概況を把握し、対応方針立案の基礎となる情報を収集する。資料等調査、地質調査、試料採取、全含有量によるスクリーニング試験や溶出試験を実施し、対応が必要な地質と重金属等、およびそれらの分布の概略を把握する。また、建設工事に伴う現場周辺環境への影響予測を行うリスク評価の基礎資料を得るため、水文調査（4.5 参照）を行う。

② 対応方針の立案

施工前概略調査においてスクリーニング試験と溶出試験の結果が本マニュアルに示す基準（表 4.8.6、4.8.7 及び表 3.1.1）を満たさない場合は、今後の対応方針を立案する。その後、施工前概略調査の結果をもとに曝露経路、周辺状況などについて検討し初期サイト概念モデルを構築する。なお、土壤汚染対策法や条例等の対象となる場合は、同法や条例等に基づいた対応を図ることとなるが、同法や条例等の対象外であっても都道府県等の環境部局との協議の結果、土壤汚染対策法に準じた対応を実施する場合もある。

③ 施工前詳細調査

施工前詳細調査では、リスクの評価、対策の設計、モニタリング計画の立案を行うために必要となる情報を収集する。構築した初期サイト概念モデルを参考に、対応が必要な地質と重金属等に重点を置いた詳細な地質調査、試料採取、試験（スクリーニング試験および溶出試験等）を実施する。その結果を建設工事や対策の設計・施工計画に反映する。また、施工前概略調査に引き続いて水文調査を行うとともに、リスク評価に必要な地盤特性を把握する試験および施工中の迅速判定方法の検討を実施する。

④ リスク評価の実施

施工前詳細調査の結果をもとに、より精度の高いサイト概念モデルを構築し、対策の選定・設計に必要なリスク評価を実施する。リスク評価では、地下水等の摂取および直接摂取の二つの曝露経路について、それらの影響を検討する。

⑤ 対策の設計

リスク評価の結果に基づき、必要に応じて適切な対策を実施する。現地の状況に応じて地下水等の摂取および直接摂取によるリスクを回避ないしは低減する対策を選択し、設計するとともに、モニタリング計画を立案する。

⑥ 施工中調査

地質調査、試料採取、迅速判定試験により対策が必要な岩石・土壌を判定する。

⑦ 対策の施工

対策が必要な岩石・土壌を対象に対策の設計に基づき適切に施工を行う。対策を施工するにあたり、現場内および周辺への重金属等の拡散を防止するため、適切かつ合理的な施工計画を立案し、実施する。さらに、施工に伴う労働環境にも適切に対応するものとする。

⑧ モニタリングの実施

モニタリングは、バックグラウンド値の把握、施工による周辺環境への影響、施工後の対策効果の確認等を目的として、現地の状況に応じて計画を立案し、実施する。

(3) 搬出・仮置き時の留意点

対応が必要な自然由来の重金属等を含有する岩石・土壌を現場外に運搬し、仮置きする場合は、荷台を遮水シートで覆うなど運搬時の重金属等の拡散防止策を実施する。また、仮置き場においては他の建設発生土との混合を避けるとともに、重金属等の拡散がないように地下水への浸透防止のためシートを敷き、また飛散防止のためシートでの覆いを設けるなど適切な対策を実施する。また、自然由来の重金属等を含有する岩石・土壌の情報について管理できるように管理票を作成し、保存する。

(4) 周辺住民とのリスクコミュニケーション

施工前調査や施工中調査の結果、対応が必要な自然由来の重金属等を含有する岩石・土壌の存在が確認された場合は、適切な段階で周辺住民や自治体を含む関係機関に必要なに応じて報告を行う。また、今後の対応に関して適切な情報の開示や協議を行うなど、周辺住民等に対して十分な配慮が必要である。情報提供の手段としては、住民説明会等を含む説明文書等の配布・回覧、有識者による検討会の設置等がある。

（参考：「土壤汚染に関するリスクコミュニケーションガイドライン」環境省水・大気環境局，2008）

(5) 情報の管理

対策の実施後、対策実施区域、対策内容等の自然由来の重金属等を含有する岩石・土壌の情報について管理台帳

等を整備し記録として保存し、管理に活用する。