

自然由来重金属等含有土壌・岩石の適正利用方法の検討

○門間聖子¹・峠和男¹・森岡錦也¹・清水守¹・中村和弘¹・
自然由来重金属等含有土壌・岩石の適正な利用に関する検討部会¹
¹土壌環境センター

1. はじめに

土壌汚染対策法（以下、法と記載）の平成31年4月1日施行の改正により、自然由来の重金属等により溶出量基準不適合となった土壌に対して、一定の条件の下では区域間移動や構造物利用といった措置が合理的であるとして設定された。一方で、法の適用を受けない自然由来重金属等含有土壌・岩石、とりわけ建設工事で大量に発生し、社会・環境・経済面に多大な影響を及ぼす掘削土や岩砕に対しては、土木研究所が主体となって取り纏めたマニュアル¹やハンドブック²が公表されているものの、実際はその取扱いの多くの部分は事業主体の判断に委ねられていると思われる。

そこで筆者らは、法の適用を受けない自然由来重金属等含有土壌・岩石（ただし、溶出量は基準値の10倍以内、かつ含有量基準に適合したもの）について、適正な管理の下での利用（以下、適正利用と記載）のあり方についての考え方を検討した。その過程では、自然由来重金属等含有土壌・岩石の対策を行った事例の文献調査ならびに参考となるマニュアル類（副産物等を対象としたものも含む）の収集・整理・分析を行い、それらの結果を参考として自然由来重金属等含有土壌・岩石を利用する場所と利用する際の管理項目を整理した³⁾⁴⁾。また、適正利用の可否や方法を検討するためのフローチャートやチェックリストを作成し⁵⁾、それらを用いて自然由来重金属等含有土壌・岩石の適正利用についてのケーススタディを行った。

本報文では、ケーススタディの内容、及びケーススタディや筆者らの経験を通じて得られた適正利用における留意点を検討した結果について紹介する。

2. 適正利用の考え方

ここで言う「適正利用」とは、法の適用を受けない自然由来重金属等含有土壌・岩石について、適正な管理の下で適正に利用することを示す。以下に、その考え方を示す。

1) 対象となる土壌・岩石

法の適用を受けない自然由来重金属等含有土壌・岩石とは、その性状としては環境省告示第18号試験（岩石の場合は2mm以下に粉砕して実施）で自然由来とされる重金属等について溶出量基準不適合（ただし溶出量は基準値の10倍以内）、環境省告示第19号試験（岩石の場合は2mm以下に粉砕して実施）で含有量基準に適合したものとしている。また、発生状況としては、土壌の場合であれば都市トンネル等の地中掘削（立坑を除く）や法の対象となる面積規模要件未達の掘削工事で生じた土砂等が相当する。一方、岩石を掘削した岩砕については元来法の適用を受けないことから、規模を問わず全ての場合で対象となる。

2) 適正な管理

建設工事等で発生した掘削土や岩砕を搬出先で利用する際の適正な管理とは、1つ目に掘削土のトレーサビリティが確保されていることが挙げられる。法の適用を受けないものの、重金属等の溶出リスクを有する土壌や岩砕であることから、そのリスクを考慮せずに他所に流用されてしまうような状況は避けなければならない。2つ目には盛土等に利用された場合に、豪雨等で破損・流出した際に迅速に修復対応が可能なこと、あるいは迅速な修復ができなくても直ちに人の健康に影響を及ぼさない状況とすることが挙げられる。これらの対応により、重金属等の溶出リスクを有する土壌や岩砕による健康影響を防ぐことが管理として求められる。

3) 適正な利用

適正な利用には、前述した適正な管理ができること以外に次の3つの条件を満たす必要がある。1つ目は、人への健康影響がない状態で利用することである。例えば、沿岸部での防災緑地のための盛土として利用する

Study on proper management and use of soil and rock containing nature origin hazardous substances and their issues

Mariko Monma¹, Kazuo Toge¹, Kinya Morioka¹, Mamoru Shimizu¹, Kazuhiro Nakamura¹, and Study group of proper management and use of soil and rock containing naturally derived heavy metals¹ (¹GEPC)

連絡先：〒102-0083 東京都千代田区麹町4-5 KSビル3F 一般社団法人土壌環境センター

TEL 03-5215-5955 FAX 03-5215-5954 E-mail info@gepc.or.jp

場合、周辺の地下水が海水の影響を受け飲用に適さないような状況であれば、仮に重金属等が溶出した場合でも地下水経由の健康影響は生じないものと考えられる。2 つ目は、想定されるリスクに対して合理的に利用することである。仮に若干の重金属等の溶出が生じたとしても健康影響を及ぼさない場合、遮水工封じ込め等の対策を施さず、モニタリングにより地下水濃度の異常な上昇がないことを監視するのみでの利用が許容されると考える。そして最後の点は、社会的受容性（ステークホルダーによる理解・受容）である。仮に、溶出量試験結果が基準値の 10 倍以内と比較的低いレベルであり、健康影響が生ずるおそれのない状況下で利用するとしても、周辺住民や水域を利用する漁業従事者等、ステークホルダーの理解が得られない場合は前述のような利用方法は許容されず、法に定められた措置の中でも遮水工封じ込め等といった比較的手厚い対応が求められる。このため、適正利用を推進するには、こうしたステークホルダーによる受容が不可欠である。

3. ケーススタディを通じた適正利用方法の検討

適正利用方法の検討の一環として、自然由来重金属等含有土壌・岩石を利用する場合のケーススタディについて、土壌を利用するケースと岩石を利用するケースの各 1 例を以下に示す。

3.1 土壌を利用するケース

1) 設定条件

適正利用の対象となる土壌の発生源とそれを利用する場所に関する設定条件、ならびに適正利用方法に関する対応策をそれぞれ表-1 に示す。

表-1 土壌を利用するケースにおける設定条件と対応策

| | | |
|------|--|---|
| 設定条件 | <p><発生源></p> <ul style="list-style-type: none"> ・内陸工業地帯の工場改変工事（民間工事） ・掘削深度：帯水層以浅（地下水位 GL-5.0 m） ・土質：砂質土 ・溶出量：砒素 最大 0.013 mg/L（自然由来） ・発生土量：約 1,500 m³ | <p><利用場所・利用先></p> <ul style="list-style-type: none"> ・改変工場敷地内の埋戻し材に利用（民間工事） ・受入条件（化学）：土壌溶出量基準の 10 倍以内 ・受入条件（物理）：第 1 種～第 3 種建設発生土相当 ・埋戻後：駐車場（アスファルト舗装） ・埋戻深度：地下水面より 2 m 上部 ・地下水の水質：環境基準適合 ・利用土量：750 m³ |
| 対応策 | <ul style="list-style-type: none"> ・工事関係書類（施工記録等）を適切に保管、維持管理する ・地下水位、水質のモニタリングをする（竣工後 2 年間を想定） ・埋立地表層の舗装の維持管理を行う ・地下水のモニタリング結果は定期的に関係者へ報告 | |

2) 適正利用の概要

本ケースは、工業地帯にある民間工場の改築に伴い発生した掘削土を同工場内の敷地内の駐車場整備の埋戻し材として利用することを想定したものである。

土地改変は法の適用を受けない規模であるが、土壌を分析した結果、土壌溶出量基準を超過する砒素（0.013 mg/L）が検出された。工場の操業履歴等から敷地内に分布する自然由来の砒素に起因することが分かった。敷地内の地下水は地下水基準に適合していた。この工業地帯及びその下流域（砒素が拡散し得る範囲内）において現状の地下水利用はない。

駐車場の埋め戻し面積は 750 m²、表面はアスファルト舗装にて雨水浸透を抑制し、地下水面より 2 m 程度上位に埋戻し利用する。ただし、埋め戻した土壌から地下水質への影響がないか、また、豊水期であっても地下水面が埋戻し位置より下位に位置することを確認するため、地下水流向下流側の近傍に観測井戸を設け定期的にモニタリングする。

このように、砒素が拡散し得る範囲内における地下水の飲用利用の可能性が極めて低いことから、雨水浸透抑制での対応により健康影響を生ずることなく利用することが可能であるとされた。

図-1 に、本ケースの適正利用のイメージ図を示す。

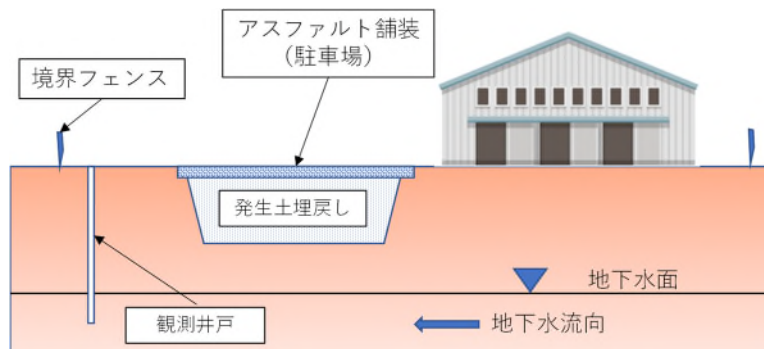


図-1 土壌を利用するケースにおける適正利用のイメージ図

3) 適正利用における配慮事項

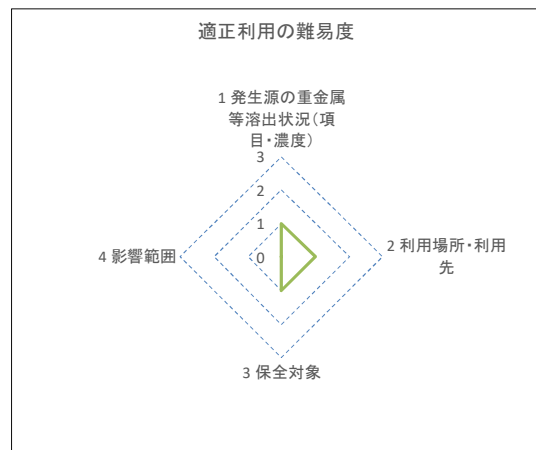
本ケースでの適正利用において特に配慮すべき事項を明らかにするため、各検討項目について、適正利用の難易度（配慮の必要性）をレーダーチャートとして評価した（図-2）。レーダーチャート作成に際しては、以下の項目について評価を行った。

- ① 発生源となる自然由来重金属等含有土壌・岩石の重金属等溶出状況（項目及び濃度）
- ② 利用場所・利用先の状況（受入条件、周辺の地質が発生源の地質と同質であるか、周辺の地下水の流向等の情報が入手できるか、利用先の重金属等のバックグラウンド濃度は基準に適合しているか、各種法令で規制されている土地であるかどうか）
- ③ 保全対象の状況（利用場所下流隣接地の土地利用状況、重金属等の曝露経路（溶出先）は地下水／海水／河川か、利用場所下流地域の保全対象として地下水や河川水がどのように利用されているか）
- ④ 重金属等が溶出した場合の影響範囲

本ケースでは、汚染がない利用先の地質や地下水へ影響を与える点に配慮が必要ということが分かる。具体的には、利用先は工場地帯であり地下水の飲用利用はないが、下流域について現状では地下水利用はないが、将来にわたって利用の可能性がないとは言い切れないため、適正利用を行うにあたっては、下流域（影響範囲）での将来的な飲用利用の可能性について十分な確認を行う必要があることが読み取れる。

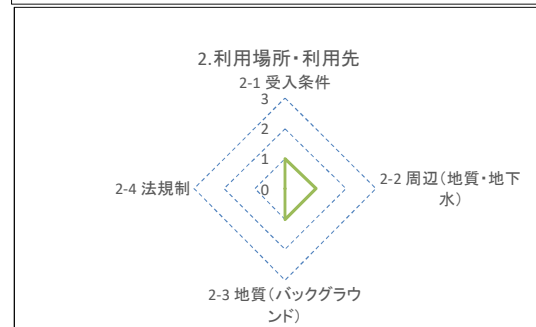
<総合評価（適正利用の難易度）>

| 検討項目 | | 評価 |
|------|---------------------|----|
| 1 | 発生源の重金属等溶出状況（項目・濃度） | 1 |
| 2 | 利用場所・利用先 | 1 |
| 3 | 保全対象 | 1 |
| 4 | 影響範囲 | 0 |



<利用場所・利用先>

| 検討項目 | | 評価 |
|------|--------------|----|
| 2-1 | 受入条件 | 1 |
| 2-2 | 周辺（地質・地下水） | 1 |
| 2-3 | 地質（バックグラウンド） | 1 |
| 2-4 | 法規制 | 0 |



<保全対象>

| 検討項目 | | 評価 |
|------|-------------------------|----|
| 3-1 | 利用場所下流隣接地の土地利用 | 1 |
| 3-2 | 特定有害物質の曝露経路(地下水、海水、河川等) | 1 |
| 3-3 | 利用場所下流地域での保全対象(地下水利用) | 1 |
| 3-4 | 利用場所下流地域での保全対象(河川水利用) | 0 |

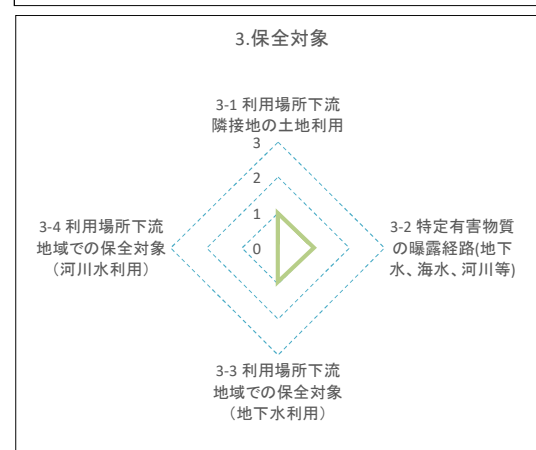


図-2 レーダーチャートによる配慮事項の分析（土壌を利用するケース）

3.2 岩砕を利用するケース

1) 設定条件

適正利用の対象となる岩砕発生源とそれを利用する場所に関する設定条件、ならびに適正利用方法に関する対応策をそれぞれ表-2に示す。

表-2 岩砕を利用するケースにおける設定条件と対応策

| | | |
|------|--|--|
| 設定条件 | <発生源> ・トンネル工事（山岳）（官庁工事） ・地質：砂岩・泥岩互層 ・溶出量：砒素 最大 0.02 mg/L（自然由来） ・スレーキングの可能性：なし ・酸性化の可能性：なし ・発生土量：約 1 万 m ³ | <利用場所・利用先> ・コンクリート護岸工事の裏込め材に利用（官庁工事） ・受入条件（化学）：水底土砂基準適合、酸性化可能性なし ・受入条件（物理）：非スレーキング材、最大粒径 150 mm ・受入地の地質：海底地盤（砂質土層） ・利用土量：約 1 万 m ³ |
| 対応策 | ・吸出し防止材による細粒分の流出防止 ・護岸天端はアスファルト舗装 ・直近の海水の水質モニタリング（竣工後 2 年を想定） | |

2) 適正利用の概要

本ケースは、山岳トンネル工事で発生した砂岩・泥岩の岩砕を、海岸のコンクリート護岸の裏込め材として利用するものである。岩砕には砒素の含有があり、2 mm 以下に粉碎した試料で法に規定する溶出量試験を行った結果、0.02 mg/L と土壤溶出量基準を超過したが、土壤含有量基準には適合した。また、有姿の状態での溶出試験等では土壤溶出量基準を超過することはなかった。本ケースでは護岸の裏込め材として利用するため、岩砕利用時には海側にコンクリート躯体が構築されていることから、施工中の砒素の拡散はないと判断した。また、海洋汚染防止法における水底土砂の砒素基準が 0.1 mg/L 以下であることから、護岸の裏込めに利用した場合に周辺環境に与える実際の影響は許容範囲になるものと評価した。さらに、砒素の拡散が生じていないことをデータでも確認できるよう、護岸直近の海水の水質モニタリングを竣工後 2 年間行うこととした。

このように、海岸での埋戻しのため、砒素が拡散し得る範囲内における地下水の飲用そのものがないことや、護岸の構造上岩砕の拡散のおそれがないと考えられることから、護岸の裏込め材として健康影響を及ぼすことなく利用することが可能であるとした。

図-3 に、本ケースの適正利用のイメージ図を示す。

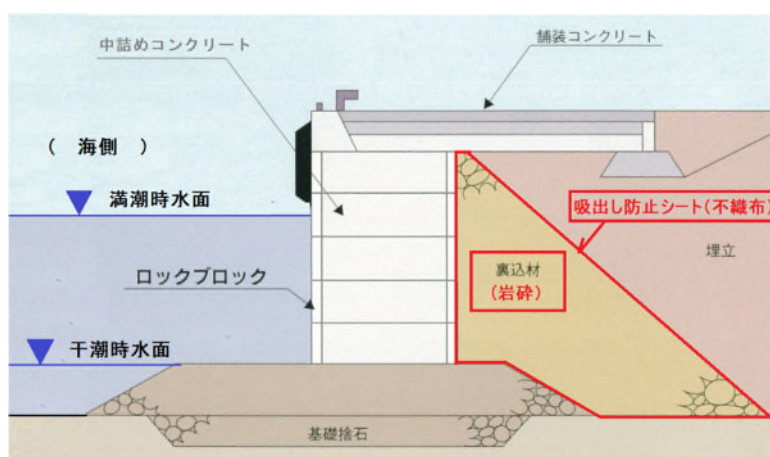


図-3 岩砕を利用するケースにおける適正利用のイメージ図

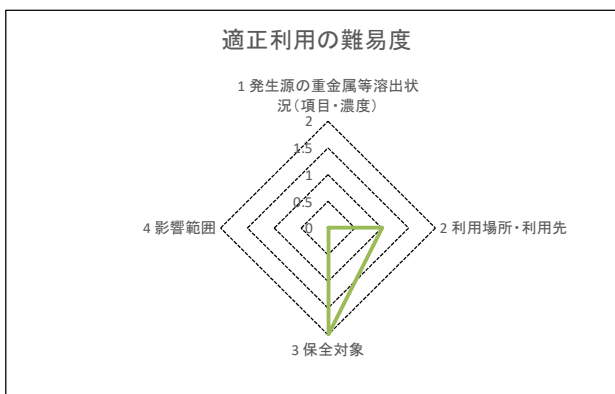
3) 適正利用における配慮事項

図-4 に、本ケースにおける適正利用の難易度をレーダーチャートにしたものを示す。

本ケースでは岩砕からの砒素の溶出先が海水であり、地下水の飲用による健康影響という面では問題はなく、構造上施工中の砒素の拡散もないと考えられる。しかし、特定物質の曝露経路（本ケースでは海水）の項目で難易度が高い（より配慮が必要）という結果となったことから、岩砕の仮置き時に高潮による流失を防止する等、施工中は不慮の事象も想定した上での水質汚濁防止に特に配慮が必要であることが示された。

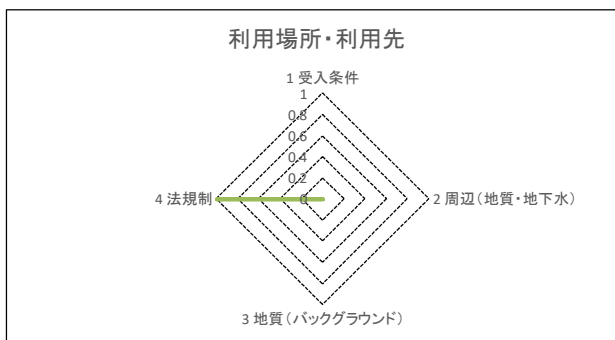
<総合評価（適正利用の難易度）>

| 検討項目 | | 評価 |
|------|---------------------|----|
| 1 | 発生源の重金属等溶出状況（項目・濃度） | 0 |
| 2 | 利用場所・利用先 | 1 |
| 3 | 保全対象 | 2 |
| 4 | 影響範囲 | 0 |



<利用場所・利用先>

| 検討項目 | | 評価 |
|------|--------------|----|
| 2-1 | 受入条件 | 0 |
| 2-2 | 周辺（地質・地下水） | 0 |
| 2-3 | 地質（バックグラウンド） | 0 |
| 2-4 | 法規制 | 1 |



<保全対象>

| 検討項目 | | 評価 |
|------|-------------------------|----|
| 3-1 | 利用場所下流隣接地の土地利用 | 0 |
| 3-2 | 特定有害物質の曝露経路（地下水、海水、河川等） | 2 |
| 3-3 | 利用場所下流域での保全対象（地下水利用） | 0 |
| 3-4 | 利用場所下流域での保全対象（河川水利用） | 0 |

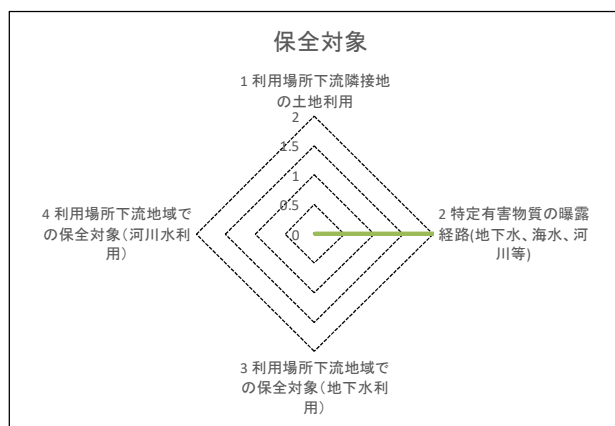


図-4 レーダーチャートによる配慮事項の分析（岩砕を利用するケース）

4. 適正利用における留意点

以下に、ケーススタディの実施ならびに筆者らの実務経験を通じて得られた適正利用における留意点を示す。

1) 発生源及び利用場所・利用先等の情報把握

適正利用の方策を検討するにあたって、発生源、利用場所・利用先、保全対象、ステークホルダーについて、詳細に把握し、設定条件に漏れのないようにすることが検討開始のスタートとなり重要な作業となる。

2) 利用場所・利用先（受入れ先）の複数候補の選定

建設発生土の利用は、一般に使用する汚染の無い発生土であっても利用場所の候補地を見つけることが最大の課題である。例えば、平成30年度建設副産物実態調査によると1.3億 m³の場外搬出があるが、工事間利用率は約56%であり、利用先の決まらない搬出土砂対応のストックヤードや土捨場・残土処分場に持ち込まれるのが約半数とある⁶⁾。

そのような実態の中で利用先を見つけて適正利用を進めることは困難を伴う作業となる。以上から、発生源の工事計画時から適正利用場所の調査を行い、幾つかの候補地を探索しておくことが望ましい。

3) 利用に際しての関係法令調査

利用場所の選定、利用場所・利用先での対応・対策方法を検討する事前準備として、関係法令等の把握ができていないと、法令等の違反を生じる可能性がある。特に、各自治体が制定している土砂条例（または残土条

例) と呼ばれる条例は 47 都道府県のうち 20 都道府県、全国 791 市のうち約 200 市において制定されている。土砂条例で規定している事項は自治体によって異なり、土質分析を義務づけている条例や他県からの搬入を禁止している条例がある。この点も適正利用の推進に際して重要なチェック項目である。

4) 周辺環境への配慮

適正利用の検討段階で周辺環境配慮事項の抽出に漏れがあると、ステークホルダーとのリスクコミュニケーションにより指摘がある場合には、利用に対してステークホルダーの信頼の喪失、あるいは後々のトラブルの原因となるので留意する必要がある。また、地下水流向下流側の重金属等の拡散範囲における将来的な地下水飲用利用の可能性については、慎重に検討を行う必要がある。さらに、施工中は自然由来重金属等含有土壌・岩石の仮置きが生ずる等、一時的に重金属等が拡散する状況が生じやすい。このため、施工中の重金属等拡散防止にも十分な配慮が必要である。

5) 管理について

例えば、自然由来重金属等含有土壌・岩石を利用した盛土等が災害等で崩壊した場合は重金属等の拡散のおそれがあり、適正な管理の障害となり得る。また、利用した場所で将来的に土地改変を行う場合、改変対象の掘削残土は重金属等基準不適合土壌であることから、その段階では法に準じて対応する必要がある。これらのことから、利用先は豪雨等による被災のおそれの少ない場所が適切であり、加えて、将来的な土地改変等の可能性の無い場所であればなお良いと考えられる。

しかしながら、将来にわたって災害による被害や土地改変を予測することは難しい。そのため、利用場所・利用先の周辺環境保全対象と利用に際して施した対策等を示した実施設計図や管理上の注意事項を記載した管理要領を作成し、供用管理者に引継ぐ、すなわちトレーサビリティを確保することができて初めて適正利用といえるものとする。

6) リスクコミュニケーションについて

リスクコミュニケーションにおいては、対象者の選定が重要である。関係する行政部署や地域の自治会、農業組合、漁業組合などがあれば対象となるが、場合によっては広く一般市民が対象となる場合もある。基本は情報を関係者が見られるように何らかの形で準備しておくことである。

リスクコミュニケーションの手段として、技術検討委員会等の設置を行う場合もある。有識者等の意見を頂くとともに、ステークホルダー全員の理解と同意が必要である。

5. おわりに

法の適用を受けない自然由来重金属等含有土壌・岩石を適正な管理の下で有効利用する方策について、ケーススタディを通じて検討した。その結果、いくつかの課題や留意点が明らかとなった。これらを踏まえて自然由来重金属等含有土壌・岩石の適正利用を推進することで、大量の掘削土対策により生ずる社会、環境、経済的影響の低減に寄与するような合理的な対応ができれば幸いである。

参考文献

- 1) 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 (2010) : 建設工事における自然由来重金属等含有土壌・土壌への対応マニュアル (暫定版) .
- 2) 独立行政法人土木研究所ほか (2015) : 建設工事で発生する自然由来重金属等含有土対応ハンドブック.
- 3) 有馬孝彦ほか (2016) : 汚染土壌等の適正利用に関する考え方,第 22 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会,S1-11,pp.45-50
- 4) 金澤孝仁ほか (2017) : 自然由来重金属等含有土壌・岩石への対応事例と適正利用に関する考え方,第 23 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会,S1-16,pp.66-71
- 5) 長谷川怜思ほか (2019) : 自然由来重金属等含有土壌・岩石の適正利用支援ツールの検討,第 25 回地下水・土壌汚染とその防止対策に関する研究集会,S4-19,pp.392-397
- 6) 国土交通省 (2020) : 平成 30 年度建設副産物実態調査結果 (確定値) 参考資料, <https://www.mlit.go.jp/report/press/content/001334705.pdf> (参照 2021-1-22)