

災害廃棄物から再生された復興資材を有効活用するための提言ならびにガイドライン制定の取り組み

肴倉宏史^{1,2}・勝見武^{1,3}・野口真一^{1,4}・中村吉男^{1,4,5}

¹地盤工学会・²国立環境研究所・³京都大学・⁴泥土リサイクル協会・⁵株式会社アイコ

1. はじめに

被災地では復興に関わる多くの社会基盤整備事業が進められており、相当量の土砂が必要とされている。そこでこの一部を賄うために、災害廃棄物や津波堆積物の混合物から土砂を土砂以外の材料と分離し、新しい「復興資材」という材料として有効活用が試みられている。このような復興資材の有効活用は、最終処分される廃棄物の量や自然改変を伴い調達される土砂の量を減らせることから、環境負荷低減や社会便益等の観点においても、大震災からの復旧・復興における地盤工学の重要な貢献である。しかしながら、復興資材は新しい土木資材であるため、その一部は、土構造物としての性能確保や環境安全性の懸念などから有効活用が躊躇され、利用用途の確保が課題となった。

そこで公益社団法人地盤工学会では、上記の課題解決にあたるべく、2013年9月に「災害からの復興における災害廃棄物、建設副産物及び産業副産物の有効利用のあり方に関する提言検討委員会」(略称：復興資材提言委員会、委員長：勝見)を設置し、2014年12月まで、計6回の委員会にて検討を重ね、以下の成果物を発表した¹⁾。

- 災害からの復興における社会基盤整備への復興資材等の利用のあり方に関する提言・解説 (2014年3月28日)
- 災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン (2014年10月2日)

本稿では、委員会活動の経緯と上記成果物の概要を紹介する。

2. 復興資材提言委員会

復興資材提言委員会の活動スキームを図-1に示す。国立環境研究所は2013年度、泥土リサイクル協会への委託により、下記の調査を遂行した²⁾。復興資材提言委員会は、これらの調査成果に基づき、復興資材の有効活用推進に資するための提言等を取りまとめることを目的として設置されたものである。

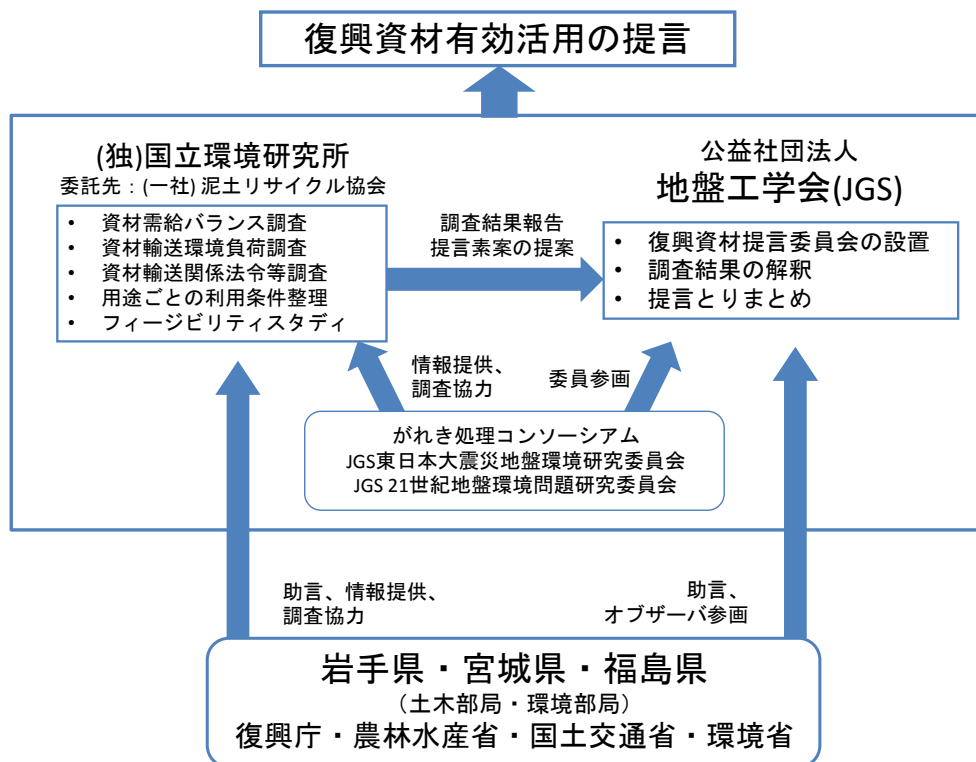


図-1 復興資材提言委員会の活動スキーム

Recommendation and guideline by JGS for beneficial utilization of soils recovered from disaster wastes
Hirofumi Sakanakura^{1,2}, Takeshi Katsumi^{1,3}, Shinichi Noguchi^{1,4}, Yoshio Nakamura^{1,4,5} (¹JGS, ²NIES, ³KU, ⁴MRA, ⁵Aico)

KEY WORDS: Tsunami Deposit, Beneficial Utilization, Guideline, Environmental Safety

- 復興資材等の需給バランス
- 復興資材等の利用に際しての環境負荷
- 復興資材等の利用に際しての関係法令
- 用途ごとの利用条件
- フィージビリティスタディ

委員は、震災がれきと産業副産物のアロケーション最適化コンソーシアム（代表：久田真 東北大学教授）の他、地盤工学会 東日本大震災地盤環境研究委員会（委員長：勝見）、地盤工学会 21 世紀の新しい地盤環境問題とその解決方策に関する研究委員会（委員長：福岡大学 佐藤研一教授）から選出した 11 名の委員で構成した（表-1）。さらに、岩手県、宮城県、福島県、復興庁、農林水産省、国土交通省、環境省ほか関係機関・団体からのオブザーバー参画、情報提供、調査協力、助言等を得た。準備会合を含めて合計 7 回開催された委員会は、毎回 30 名前後の委員ならびにオブザーバーの出席を得て、様々な立場からの意見交換が活発に行われた。また、メールによる意見聴取においても極めて多くの意見が寄せられた。

表-1 復興資材提言委員会の構成

委員（敬称略）	委員所属
○勝見 武（委員長）	京都大学
今西 肇	東北工業大学
大河原正文	岩手大学
大嶺 聖	長崎大学
風間 基樹	東北大学
菊池 喜昭	東京理科大学
○阪本 廣行	(株) フジタ
佐藤 研一	福岡大学
○鈴木 弘明	日本工営（株）
○中島 誠	国際環境ソリューションズ（株）
久田 真	東北大学
○保高 徹生	(独) 産業技術総合研究所
オブザーバー 岩手県県土整備部、岩手県環境生活部、 宮城県土木部、宮城県環境生活部、 福島県土木部、福島県生活環境部、 復興庁、国土交通省、環境省、農林水産省、 リサイクルポータル推進協議会、 ○(独) 国立環境研究所（委託元）	
事務局 (公社) 地盤工学会、○(一社) 泥土リサイクル協会	

○：ガイドライン編集部会メンバー

3. 災害からの復興における社会基盤整備への復興資材等の利用のあり方に関する提言

提言は、①「本提言の前提」、②「社会基盤整備への復興資材等の利用のあり方に関する基本方針」、③「基本方針の実現を目指すために必要な取り組み」の 3 部から構成した。①で建設リサイクルをはじめとする循環型社会構築に向けてこれまでの取り組みを継承することの必要性、分別土砂の特性の観点からみた東日本大震災の災害廃棄物処理の実情、復興における資材確保の必要性といった「前提」を示した上で、②基本方針として、(1) 強靱な社会基盤の整備、(2) 復興資材等の利用の推進、(3) 複数事業の総和としての最適化を目指す取り組み、の 3 点を掲げた。そして③基本方針の実現に向けて、(1) 復興資材等の利用を促進する枠組・制度の整備が必要なこと、(2) 強靱で環境安全な土構造物を構築するためにガイドラインの整備を行うこと、(3) より高次の「資材マネジメント」の実施が必要なこと、(4) 啓発活動と継承のための活動を行うこと、を提示した。

提言の全文を表-2 に示す。提言は文のみとし、この内容を説明するための A4 版 16 ページから成る「解説」を同時に作成したり。解説では、先述の委託調査で行われた復興資材等の利用に際しての環境負荷の計算例（図-2）や複数事業の総和としての資材利用の最適化を図ること（図-3）などの概念がわかりやすく示されている。



図-2 環境負荷計算の条件
(提言解説より抜粋)



図-3 「総和としての最適化」
(提言解説より抜粋)

災害からの復興における社会基盤整備への復興資材等の利用のあり方に関する提言

はじめに

本提言は、(公社)地盤工学会「災害からの復興における災害廃棄物、建設副産物及び産業副産物の有効利用のあり方に関する提言検討委員会(以下、復興資材提言委員会)」において、岩手県、宮城県、福島県、復興庁、農林水産省、国土交通省、環境省ほか関係機関・団体からの情報提供、調査協力、助言等のもと、とりまとめたものである。

本提言の前提

- 我が国は循環型社会の構築に向け、廃棄物の発生抑制、廃棄物・副産物の有効利用の推進、最終処分の低減に取り組んできた。社会基盤整備の分野においても「建設リサイクル」として、副産物の発生抑制・有効利用促進・処分量低減に取り組んできた。
- 2011年東北地方太平洋沖地震と大津波で大量に発生した災害廃棄物(津波堆積物を含む)の約3分の1(重量比)は、「土砂」である。関連する諸機関の様々な取り組みにより、これらの土砂は廃棄物と適切に分離・選別され、その多くは通常の土砂と同レベルの品質を有する「分別土砂」として再生されている。また、災害廃棄物の約3分の1(重量比)は「コンクリートがら」であり、適切に処理することによって「再生碎石」等の資材とすることができる。
- 災害復興のための社会基盤整備事業では多量の資材を必要とする。その資材として新材を使うことは、土取り場開発による新たな自然改変などの環境影響をもたらすことにつながる。一方、災害廃棄物を処理して得られた分別土砂等の利用にあたっては、新たな取り組みとしての理解が必要である。
- 東日本大震災における災害廃棄物処理と復興資材利用の取り組みは世界的にも初めてのものであり、将来起こる災害においても参考とすべきものであることが求められる。

社会基盤整備への復興資材等の利用のあり方に関する基本方針**(1) 強靱な社会基盤の整備**

東日本大震災からの復興に関して現在多くの社会基盤整備事業が実施されているが、これらの事業では、今後再び来るであろう災害への備えも考慮し、将来世代への負担を減らすためにも、安全で品質の良い強靱な社会基盤を残していく必要がある。

(2) 復興資材等の利用の推進

社会基盤整備事業そのものが環境負荷を生じうることに鑑み、可能な限り環境負荷を少なくする取り組みが求められる。そのために、「分別土砂」や「コンクリート再生碎石」などの災害廃棄物を処理した材料(復興過程から産み出された資材であることも踏まえ、これらを「復興資材」と呼ぶ)や、発生土や産業副産物などの循環資材を積極的に利用することが推奨される。また、資材の運搬等による環境負荷も考慮し、地産地消を進めることが推奨される。

(3) 複数事業の総和としての最適化を目指す取り組み

復興のための社会基盤整備事業は様々な事業主体により行われている。一方、復興資材の製造や発生土・副産物の発生も、異なる事業主体によって行われている。それぞれ個別の事業の最適化を目指すだけでなく、地域で行われている複数の事業の「総和としての最適化」を目指す取り組みが必要である。

基本方針の実現を目指すために必要な取り組み**(1) 復興資材等の利用を促進する枠組・制度の整備**

- 復興事業を個別にみれば、必要な資材の調達が購入士で対応できれば、再生資材や副産物の活用は躊躇されるのは当然である。しかし、復興資材提言委員会が示すように、分別土砂などの再生資材や副産物を復興事業の材料として優先的に有効利用することは、処分場の容量消費の抑制や新材利用による環境負荷増大等の観点から重要である。そのため、例えば国土交通省が経済性には関わらず可能な範囲で積極的に再生資源の利用を促進するために「リサイクル原則化ルール」として直轄工事を対象に定めているように、「復興資材利用原則化ルール」を制定するなどの枠組みが必要である。
- 復興資材の活用にあたっては、経済支援も含めたストックヤードの整備や運搬費用の負担の問題などをクリアする必要があり、関連する諸機関が連携して制度の整備に取り組むことが求められる。

(2) 強靱で環境安全な土構造物の構築

- 災害廃棄物からの「分別土砂」は地域によって、そして処理の方式によって様々あることがわかっている。また、土砂の中には、自然由来の重金属等を含むものも存在することがある。これらのことに鑑み、地盤工学特性と環境安全性の観点に基づく利用用途に応じた合理的な品質基準に依拠して有効利用を推進する。復興資材等の品質管理のための基準や設計施工を行う上でのガイドラインやマニュアルの整備は重要である。

(3) 高次な「資材マネジメント」の実施

- 個々の事業のレベルではなく、地域全体のマテリアルバランスと環境負荷を考慮した資材の割当のためのマネジメントが求められる。これには行政・事業主体間の連携が重要で、ときには管轄・所掌を超えた取り組みも求められよう。必要があればそのための事業主体を立ち上げることも考えられる。
- この資材マネジメントが適切に行われているかを評価するための第三者機関の参画も有効と考えられる。

(4) 啓発活動と継承

- 復興資材の利用を促進するための啓発活動に取り組むことが必要である。具体的には、「分別土砂」の特性と有効利用可能性への正しい理解が普及されるよう努める。言葉の定義も重要で、「災害廃棄物」や「コンクリートくず」いう呼び名は、これらの材料のそもそもの成り立ちと特性を考え資材としての有効利用を推し進めるにあたって望ましくなく、災害廃棄物から再生された復興資材の正しい理解のための取り組みを続ける必要がある。
- 将来の災害への備えも踏まえ、ここで提示する取り組みとそれにより産み出される知見を継承するための必要な情報を、国として記録を保存・活用し、未来に伝達する。

4. 災害廃棄物から再生された復興資材の有効活用ガイドライン

4.1 目的と構成

復興に向けた社会基盤整備事業では、環境負荷に配慮しながら安全で品質の良い強靱な社会基盤を残していく必要がある。一方、災害廃棄物等（津波堆積物を含む）から再生した復興資材は、地域によって、そして処理の方式によって様々であり、また、自然由来の重金属を含むものも存在する。このため復興資材提言委員会は「復興資材等の品質管理のための基準や設計施工を行う上でのガイドラインやマニュアルの整備は重要である。」との立場から、復興資材等の利用に関して、地盤工学特性と環境安全性の観点に基づく利用用途に応じた合理的な品質基準に依拠して有効利用を推進することを目的とし、品質管理や設計施工を行うためのガイドラインを整備した。本ガイドラインは、地盤材料として用いられる復興資材のうち、特に分別土砂により力点をおいている。また、用語の定義の重要性や、環境リスクを考慮した有効利用と管理のあり方についても、若干踏み込んだ記述をしている。

図-4にガイドラインの構成を示す。第1章では本ガイドラインの基本的な考え方、用語、関連する法律等の基本事項を示した。第2章では復興資材を様々な用途へ有効活用する際の範囲、記録・保存、品質評価等の共通事項を示した。第3章では用途と活用方法を参考とすべき技術指針とともに示した。第4章と第5章は共通事項から特出しして、循環資材による改良とモニタリングの考え方をそれぞれ示した。以下にガイドラインの内容の一部を紹介する。

4.2 復興資材の位置づけ（1.3節）

ガイドライン 1.3 節では、用語について整理を行った。用語の正しい使用は、多くの関係者と認識を共有するために極めて重要である。図-5 は様々な用語の中での復興資材の位置づけを整理したものである。ガイドラインでは、復興資材はコンクリート再生砕石、災害廃棄物から再生された分別土砂、津波堆積物由来の分別土砂、および、津波堆積土から構成されることとした。

本ガイドラインでは分別土砂を公共工事等の資材として活用することを提案している（2.1 節）が、自然的原因により基準をわずかに超過する分別土砂も含むため、そのような分別土砂の利用にあたっては厳格な管理が必要となる（2.2 節、第5章：後述）。

4.3 用途と活用方法（第3章）

ガイドライン第3章では、復興資材の用途と活用方法を図-4の図中に示す11種類の用途に整理した。各用途における要求品質は、既存のガイドラインやマニュアルを引用してとりまとめており、本ガイドラインは、様々な地盤材料の要求品質に関する情報が一覧できる点においても価値があるものと思われる。例えば、盛土としての利用であっても表面がコンクリート二次製品等で被覆される場合、河川水に常時接する場合、繰り返し荷重を受ける場合などで、用途ごとの要求品質は異なってくる。さらに、農用地や海岸防災林への利用では土木構造物とは異なり塩やpHが重要となる。

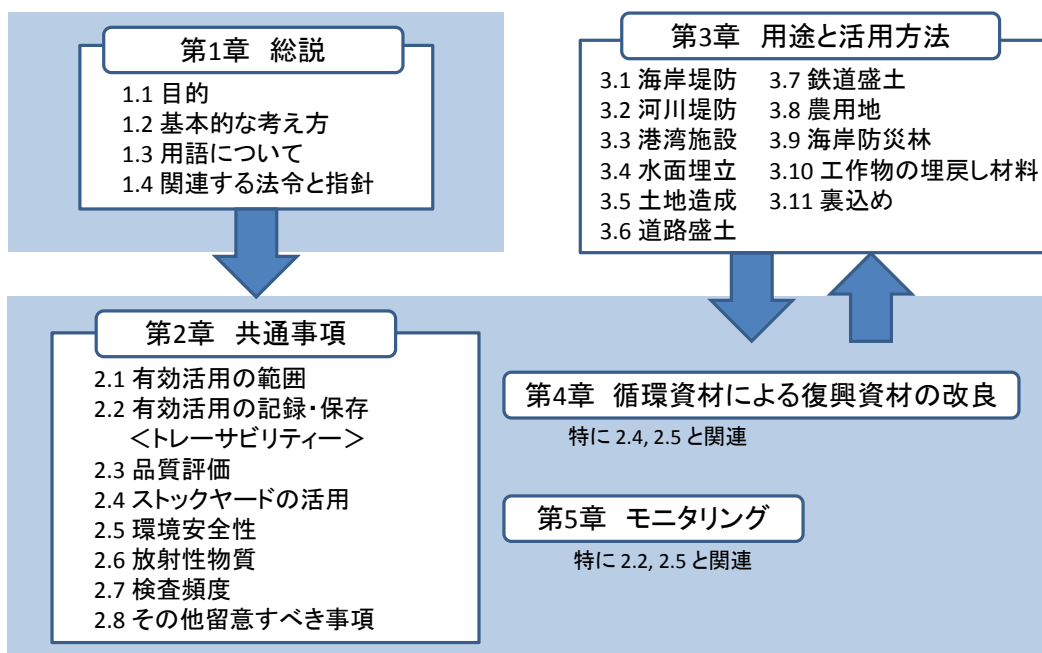


図-4 ガイドラインの構成

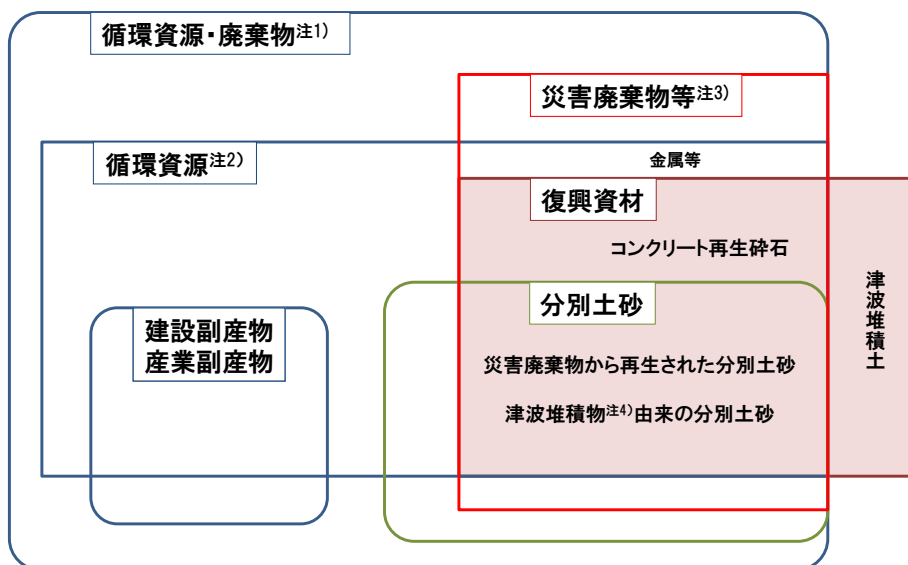


図-5 復興資材の位置づけ

- 注1) 循環型社会形成推進基本法のいう「廃棄物等」と同義である。循環型社会形成推進基本法：http://law.e-gov.go.jp/htmldata/H12/H12HO110.html
 注2) 循環資源のうち、建設資材として利用可能なものを「循環資材」という。「循環資材」は、本ガイドラインで定義している。
 注3) 災害廃棄物および津波堆積物（注4）参照）をいう。
 注4) 津波堆積物処理指針(http://www.env.go.jp/jishin/attach/sisin110713.pdf)の定義による。

なお環境安全性については共通事項として、本ガイドライン2.5節を参照すること、とした。

4.4 環境安全性（2.5節、第5章）

ガイドライン2.5節では環境安全性に関する考え方を整理した。復興資材のうち特に分別土砂は、「土壌の汚染に係る環境基準」（土壌環境基準）と、「土壌汚染対策法」の汚染状態に関する基準が重要となる。

土壌環境基準（表-3）は政府が定める環境保全行政上の目標基準である。カドミウム、鉛、六価クロム、砒（ひ）素、総水銀、セレン、ふっ素およびほう素は、土壌が地下水面から離れており、かつ、原状において当該地下水中のこれら物質の濃度が地下水環境基準の値を超えていない場合には、3倍相当の基準値（3倍値基準）を適用できるものとしている。なお、3倍値基準の適用は「原状において」の制約条件があり、盛土等に適用された事例はない。また、「原状において」は盛土等への利用後の状態を指すことになるため、盛土等への利用のためには、「地下水面から離れており」の状態を担保する必要がある。方法としては、地下水位の上昇を防止する施工方法および構造とすること、あるいは盛土等に利用する範囲が地下水面から離れた状態であることを、施工中ならびに施工後のモニタリングで確認すること等が考えられる。ガイドラインでは3倍値基準を適用した千葉県建設発生土管理基準の事例を紹介した。

土壌汚染対策法は汚染状態に関するいわゆる規制基準として溶出量基準と含有量基準を定めている（さらに、対策の内容に関連するものとして地下水基準と第二溶出量基準を定めている）。溶出量基準は、土壌環境基準と同値となっている。このため、復興資材の利用に際して、土壌環境基準における3倍値基準を含め、土壌溶出量基準以上の値で運用する場合は、将来の形質変更の可能性を考慮し、土壌汚染対策法における取扱いに留意する必要がある。土壌含有量基準は、直接摂取の曝露経路であることから、覆土等の対策をした上で活用をすることも考えられる。

分別土砂は沿岸域等での活用が多く見込まれることから、沿岸域等での活用が明確な場合についても整理した。

まず、海面埋立に利用する場合は、海洋汚染等及び海上災害の防止に関する法律第一条で定められている水底土砂に

表-3 土壌環境基準（重金属等（全シアンを除く。）を抜粋）

基準項目	環境上の条件（環境基準）	
		地下水から離れて、かつ原状において地下水が汚染されていない土壌
カドミウム注1)	0.01 mg/L以下	0.03 mg/L以下
鉛	0.01 mg/L以下	0.03 mg/L以下
六価クロム	0.05 mg/L以下	0.15 mg/L以下
砒（ひ）素	0.01 mg/L以下	0.03 mg/L以下
総水銀	0.0005 mg/L以下	0.0015 mg/L以下
アルキル水銀	検出されないこと	
セレン	0.01 mg/L以下	0.03 mg/L以下
ふっ素	0.8 mg/L以下	2.4 mg/L 以下
ほう素	1 mg/L以下	3 mg/L 以下

注1) カドミウムについては、地下水の水質汚濁に係る環境基準が平成23年10月27日に"0.003 mg/L以下"に見直されており、土壌の環境基準等の見直しについて現在諮問されているところである。

表-4 復興資材を有効利用する場合の、有害物質による環境影響に関するモニタリングの考え方

No.	材料履歴と環境分析結果				利用先制限	施工後 モニタリング ^{注)}
	分別処理前 分析	他の材料との混合	分別土砂の 改質	分別・改質 処理後分析		
1	基準適合	無	無	基準適合	制限なし	不要
2	基準適合	無	無	分析なし	制限なし	不要
3	実施の有無を問わない	有	無	基準適合	制限なし	不要
4	実施の有無を問わない	有	有 不溶化を目的としない改質－石膏や石灰等－に限る	基準適合	制限なし	不要
5	基準超過	実施の有無を問わない	有 不溶化を目的とした改質－キレート処理等－を含む	基準適合	制限なし	「緩やかなリスク管理（レベル1）」の考え方でモニタリングを実施
6	基準超過／基準適合が確認できていないもの	実施の有無を問わない	実施の有無を問わない	基準超過／基準適合が確認できていないもの	制限あり	「厳格なリスク管理（レベル2）」の考え方でモニタリングを実施

注) 有効利用後に環境安全性が継続して確保されていることの確認

係る判定基準に適合するものであることが求められており、水底土砂の埋立ての場所等に係る土壌であって埋立て終了後も同法に基づく護岸、外周仕切施設等により一般環境（周辺の土壌）から区別されているものは土壌環境基準の適用対象とならないこととされている（平成3年8月28日付け環水土第116号環境庁水質保全局長通知）。一方、埋立て後に陸地化され、一般環境と区別されない場合は、土壌環境基準は適用される。沿岸域での利用におけるふっ素・ほう素の取扱いは下記のとおりである。なお、埋立て後の土地改変においては土壌汚染対策法が適用される可能性がある。

土壌環境基準における海水由来と考えられるふっ素とほう素の取扱いについては、平成13年3月28日付け環水土第44号環境省環境管理局水環境部長通知に、「人為的な影響と自然的な影響の寄与度等については個別の事例ごとに異なるものと考えられ、人為的な影響と自然的な影響を区別して評価した上で、個別の事例ごとに判断する必要がある」とされている。「海水の影響を受けていると考えられる土壌については、もっぱら自然的原因によるものとして一律に土壌環境基準の適用外とすることは、適用外とする土壌の範囲の特定を含めて非常に困難」であり、「汚染原因や周辺地下水への影響等を個別の事例ごとに総合的に評価して、土壌環境基準の適用の是非等を判断するものとする」とされている。

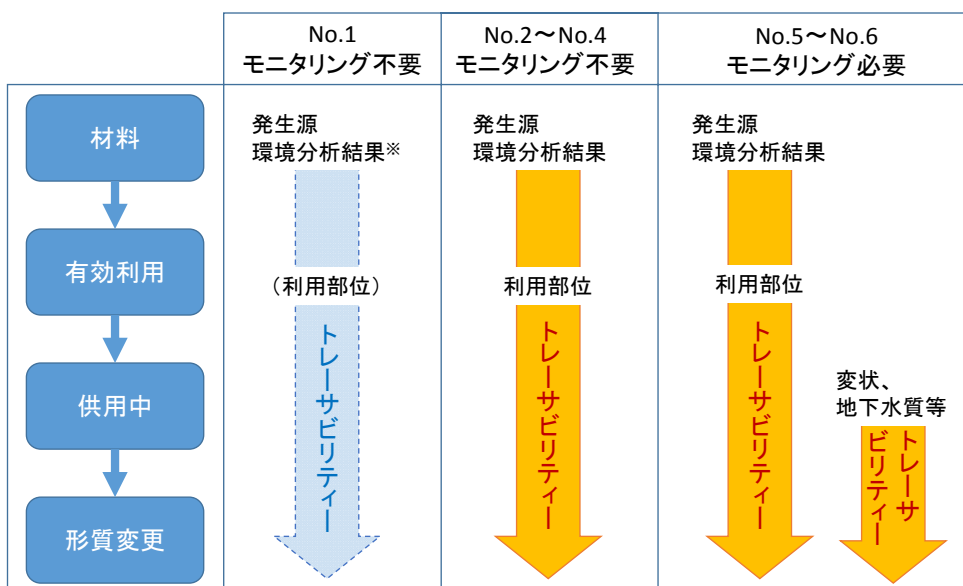
4.5 モニタリングとトレーサビリティ（2.2節、5章）

「復興資材」は新しい材料であるので、十分な安全・安心と信頼確保のためにもモニタリングの実行とトレーサビリティの確保を基本とすることが望ましい。トレーサビリティ確保のためには、「復興資材」の種類に関する情報、利用範囲、品質管理記録、工事記録等を書類として整理し、適切に管理することが必要である。工事発注者は、受領した当該書類を台帳等として整理して必要な期間保存し、台帳等を必要に応じて第三者に公開する。このうち「復興資材」の種類に関する情報としては、復興資材の種類と量、復興資材の中間処理等が行われた場所、中間処理等が行われる前に災害廃棄物として仮置きされていた場所、「廃棄物に該当しないもの」の要件を満たすことを示す根拠、が挙げられる。

「東日本大震災からの復旧復興のための公共工事における災害廃棄物由来の再生材の活用について」³⁾では、「廃棄物に該当しないものの要件を満たすことを示す書類として①分別または中間処理の方法を記載した書類、②測定会社等が発行する検査証明書等（濃度計量証明書、土質試験データシートが該当する）異物混入の有無の記録（目視確認の記録）、③当該物を資材として活用する公共工事の設計図書、④公共工事の名称および施工場所を記載した書類、⑤当該物の品質が要求条件を満たすことが確認できる書類（設計図書）、⑥記録および保存方法を記載した書類、を定めている。

環境安全性に関する基準超過した復興資材の有効活用にあたっては、「公共事業で」、「管理が継続され」、「地下水汚染が生じない状態が確認されている」ことによる、リスク管理が求められる。そこでガイドライン第5章では復興資材の環境安全性に着目して、リスク管理不要、緩やかなリスク管理（レベル1）、厳格なリスク管理（レベル2）の三つのレベルに整理し、それぞれに対するモニタリングとトレーサビリティの考え方を提案した。

モニタリング（表-4）に関しては、土壌分析の有無やタイミングと基準の適否、中間処理における添加材の有無等を指標とし、利用先の制限と施工後のモニタリングのレベルを示している。緩やかなリスク管理（レベル1）では、例えば、土壌汚染対策法における原位置不溶化措置完了の確認の考え方（地下水質の基準適合を2年間確認すること）等が準用できる。なお、汚染物質の移動現象を考慮すればモニタリング期間はより長期であることが望ましいが、そのための予算確保の課題がある。厳格なリスク管理（レベル2）としては、利用場所・環境に応じて求められる環境安全性に対して、地下水質等を継続してモニタリングすることが考えられる。



※No.1については、環境安全性が確保されていることから、必ずしもトレーサビリティを確保する必要はない。なお、この場合においてもトレーサビリティを確保することにより、形質変更時の環境安全性に関する分析は不要となる。

図-6 復興資材の有効利用におけるトレーサビリティの考え方

次にトレーサビリティ（図-6）については、ガイドライン 2.2 節で示した利用材料・利用部位等の記録に加えて、供用中の環境モニタリングの結果を反映させることとした。特に、表-4 中の No. 1 は処理前・処理後とも基準適合しているが、試験結果等を記録・保管することで将来の形質変更時における環境分析等が不要となることも踏まえ、材料としての記録を保存することが望ましい、とした。

なお、ここで示した考え方は、自然由来の重金属等によって土壌環境基準をわずかに超過する分別土砂等に適用することを想定しており、現状有姿や利用形態を勘案して適切な評価を行い、利用後の管理・保管・モニタリング方法を含めた有効活用の方法を考えることが重要である。

この他の視点として、分別土砂には木くず等の有機物・可燃物の残存の影響が考えられる。具体的には、材料がおかれた環境や木くずの混入率によっては木くずが分解し、沈下や汚水・ガス発生の可能性があるため、それによる環境影響の防止・監視を目的としてモニタリングを行う必要があることを述べている。モニタリング項目は施工時と施工後に分けて項目立てを行い、施工時は表流水、地下水質および大気・気象について、施工後は地下水とガスについて、モニタリングを行うこと、としている。

4.6 復興資材の循環資材による改良（第4章）

災害廃棄物等から再生された分別土砂の地盤材料特性に関しては、現在の調査・研究が進められている。先述のフィージビリティスタディにおいても、分別土砂で盛土を構築する際に循環資材を混合することにより、地盤材料特性が向上することを確認し、その成果を復興資材提言委員会の基礎資料とした。その詳細はガイドラインの参考資料として掲載したので参照されたい^{2,4,5)}。

循環資材とは、例えば表-5 に示す資材が挙げられ、用語としては、循環型社会形成推進基本法の規定する循環資源（廃棄物等のうち有用なもの）のうち、建設資材として利用可能なものをいう（ガイドライン 1.3 節）。ガイドライン第4章では、このような循環資材による復興資材の改良について述べている。最大の留意点として、循環資材には鉛やふっ素、ほう素等の重金属等を含有しているものがあるので、(1) 循環資材単味での環境安全性と、(2) 復興資材に循環資材を混合した混合物としての環境安全性を確認する必要があることを指摘した。

表-5 復興資材の改良が期待できる循環資材の例

循環資材	期待される改良効果
コンクリート再生砕石	粒度調整等
石炭灰（フライアッシュ）	含水比調整等。ボゾラン反応を示す場合がある。
石炭灰（クリンカーアッシュ）	粒度調整等
高炉スラグ	粒度調整、ボゾラン反応等
製鋼スラグ	粒度調整等
フェロニッケルスラグ	粒度調整等
銅スラグ	粒度調整等
製紙スラッジ焼却灰	含水比調整等
廃石膏ボード	含水比調整、農用地土壌改質等
建設発生土	粒度調整等

5. おわりに

本提言ならびにガイドラインは、東日本大震災からの復旧・復興に貢献するのはもちろんのこと、近未来の発生が避けられないであろう南海トラフ地震など他の災害への対応にも寄与しうる知見を与えるものである。復興資材提言委員会の活動成果による提言とガイドラインが、この重要課題への一助となれば幸いである。

謝辞 提言、提言解説、ならびにガイドラインは復興資材提言委員会ホームページから全文をダウンロードすることが可能です。これらの成果物の作成・とりまとめ、ならびに復興資材提言委員会の運営にご尽力いただいた全ての方々に、深く感謝申し上げます。

参考文献等

- 1) 災害からの復興における災害廃棄物、建設副産物及び産業副産物の有効利用のあり方に関する提言検討委員会（略称：復興資材提言委員会）ホームページ
https://www.jiban.or.jp/index.php?option=com_content&view=article&id=1540&Itemid=148
- 2) 国立環境研究所、泥土リサイクル協会 (2014) 災害からの復興における災害廃棄物、建設副産物及び産業副産物の有効利用のあり方に関する調査業務報告書
- 3) 東日本大震災からの復旧復興のための公共工事における災害廃棄物由来の再生材の活用について（通知）（平成 24 年 5 月 25 日、環境省 環廃対発第 120525001 号、環廃産発第 120525001 号）
- 4) 野口真一、中村吉男、肴倉宏史、勝見武 (2015) 分別土砂と循環資材を原位置混合し生成した復興資材による試験盛土（第 1 報）、第 10 回環境地盤工学シンポジウム講演論文集（投稿中）
- 5) 中村吉男、小島淳一、野口真一、肴倉宏史、勝見武 (2015) 分別土砂と循環資材を原位置混合し生成した復興資材による試験盛土（第 2 報）、第 10 回環境地盤工学シンポジウム講演論文集（投稿中）