

土木学会平成28年度全国大会
研究討論会 研-03 資料

災害廃棄物の発生量予測・処理・ 復興資材活用のシステム計画

座長	片谷 教孝	桜美林大学
話題提供者	青山 和史	鹿島建設/日本建設業連合会
	遠藤 守也	仙台市環境局
	勝見 武	京都大学/地盤工学委員会
	森口 祐一	東京大学
	吉岡 敏明	東北大学/廃棄物資源循環学会

日 時	平成28年9月7日(水) 13:00~15:00
場 所	東北大学川内北キャンパス
教 室	A棟A307

環境システム委員会

開催趣旨

東日本大震災においては、膨大な量の災害廃棄物や津波堆積物が発生したが、多くの難題を抱える中、一部の地域を除いて目標年限とされた発災後3年で処理が完了した。この間、現場における処理記録がとりまとめられるとともに、災害廃棄物の発生量の予測、処理計画の策定、選別・処理・復興資材化技術などに関する調査研究が盛んに行われ、今後の大規模災害発生を見据えたより体系的な処理システムの計画に活用しうる幅広い知見が蓄積されてきた。本研究討論会では、災害廃棄物処理の実務の専門家を交え、熊本地震への対処状況も含めて土木分野の幅広い関係者が知見を共有することで、今後の災害への備えの一助とすることを狙いとする。

プログラム

司会 片谷教孝（桜美林大学／環境システム委員会顧問）

- 13:00～13:05 趣旨説明 森口祐一（東京大学／環境システム委員会）
- 13:05～13:25 東日本大震災における仙台市の震災廃棄物処理について…………… 1
遠藤守也（仙台市環境局）
- 13:25～13:45 災害廃棄物処理と復興資材としての利用…………… 4
青山和史（鹿島建設株式会社／日本建設業連合会）
- 13:45～14:05 災害廃棄物処理における3R行動の役割…………… 7
吉岡敏明（東北大学／廃棄物資源循環学会）
- 14:05～14:25 災害廃棄物の処理と復興事業との調和…………… 9
勝見 武（京都大学／地盤工学委員会）
- 14:25～14:45 災害廃棄物問題、被災地の復興と環境システム研究…………… 12
森口祐一（東京大学／環境システム委員会）
- 14:45～15:00 総合討論

東日本大震災における 仙台市の震災廃棄物処理について



仙 台 市 環 境 局
平 成 2 8 年 9 月 7 日

東部沿岸地区の被災状況

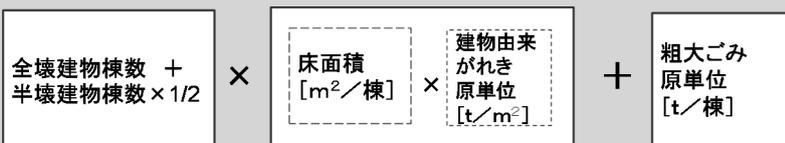


荒浜小学校屋上に避難した小学生・地域住民



震災廃棄物等の排出量推計

○ がれき



「津波による浸水被害区域の状況」・「民間応急危険度判定」(都市計画部署調査)などを基に、棟数・床面積を設定

想定していなかった津波被害を踏まえ、可燃物などの原単位を補正(土砂分2倍)、自動車・流木などの品目を追加

※無損傷の建物(非木造の8割など)も粗大ごみなどが半壊程度発生するとして加算

⇒ 135万トン

○ 津波堆積物

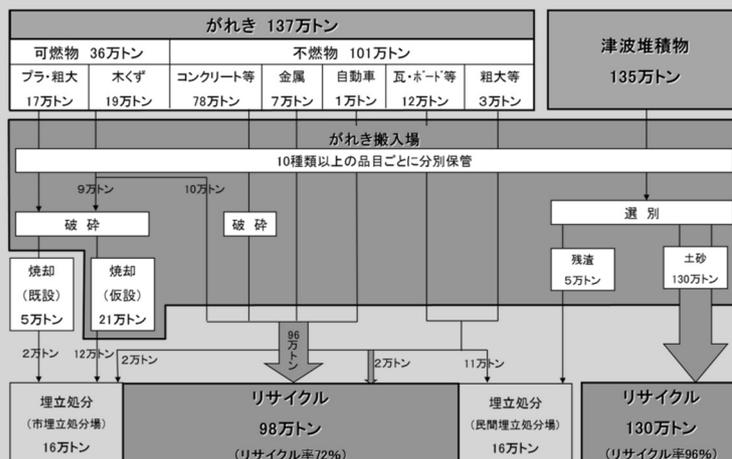
発生量については、津波による浸水区域の面積や、浸水区域における農地面積の割合等を踏まえ算出した。

浸水面積(速報値5,200ha) × 堆積土厚(5cm, 比重1) × 1/2(撤去率)

⇒ 130万トン

3

震災廃棄物等の処理フロー(実績)



4

がれき搬入場の整備

津波により被災した沿岸3箇所に約100ha(国有地・市有地)のがれき搬入場を整備



5

混合廃棄物の処理状況



混合廃棄物
⇒ 津波堆積物を選別処理し、ダイオキシン類対策を講じた仮設焼却炉により処理。
熱量確保のため、解体木くず・廃プラスチック類等を混合

混合廃棄物の選別処理

- ① 長尺 破碎後焼却
- ② ミドル 焼却
- ③ アンダー 二度ふるい後、復興事業の土木資材として有効活用



6

土木学会のご協力

復興施工技術特定テーマ委員会 (H23)

○ 津波堆積物

(1) 宅地まわり

主体が砂質であり、第1種建設発生土：良質土 砂【S】相当のため、盛土試験を実施し、活用可能を実証

(2) 農地内

水田土砂を含んでおり、曝気等の処理、土木強度補強のためコンクリートがら混入等の措置が必要

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への参加 (H24)

- コンクリートがら、混合廃棄物、津波堆積物等のリサイクル ⇒ 擁壁の等への活用

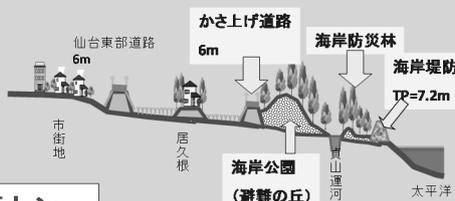
7

津波堆積物の再生利用

◎基本的な考え方

国・市の公共事業の盛土材として、不要物の除去等必要な処理を行い、コンクリートくずと併せて再生利用する。

津波堆積物の再生処理量 130万トン
リサイクル率 96%



◎有効活用先

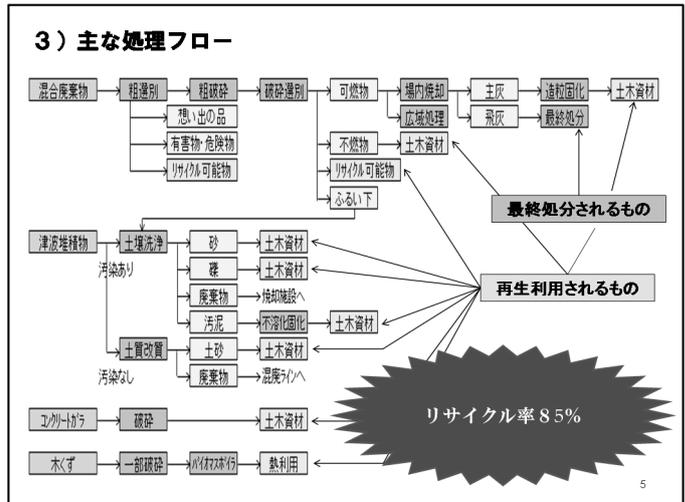
- ・海岸堤防事業 (国土交通省)
- ・海岸防災林事業 (林野庁)
- ・かさ上げ道路事業 (市)
- ・海岸公園事業 (市)



8

災害廃棄物処理と復興資材としての利用

青山 和史（鹿島建設株式会社／日本建設業連合会）



1) 業務概要

【業務名】 災害廃棄物処理業務(石巻ブロック)
 【発注者】 宮城県
 【受託者】 鹿島・清水・西松・佐藤・飛鳥・竹中土木・若築・橋本・遠藤JV
 【工期】 平成23年9月～平成26年9月(処理完了は平成26年3月)
 【処理数量】 303万トン(災害廃棄物232万トン、津波堆積物71万トン)
 【業務範囲】 設計施工業務
 二次仮置き場における中間処理施設の設計施工
 (破砕選別、焼却、津波堆積物処理施設)
 運営管理業務
 ・一次仮置き場からの運搬業務
 ・二次仮置き場の運営業務、処理後物の運搬処分
 ・施設の解体撤去工

【概要】 宮城県石巻市、東松島市、女川町の2市1町から発生した災害廃棄物等のうち、宮城県が事務委託を受けた分を処理。



- 1) - 1 混合廃棄物から選別したふるい下土砂、津波堆積物
 - 2 可燃物の焼却主灰
 - 3 混合廃棄物から選別した不燃物、コンガラ

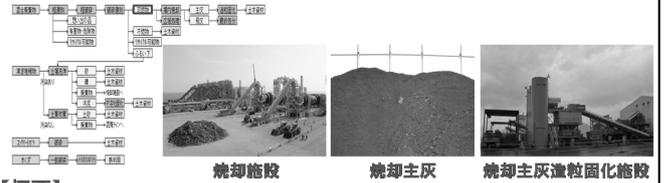


ふるい下土砂 津波堆積物



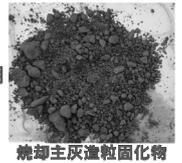
焼却主灰 不燃物 コンガラ

1) - 2 可燃物の焼却主灰



【概要】
 有害物質対策のために、セメントと不溶化剤を添加して固化する『造粒固化』を採用

【復興資材の種類】
 焼却主灰造粒固化物……港湾埋立資材として利用

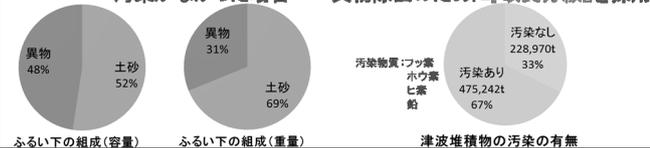


焼却主灰造粒固化物

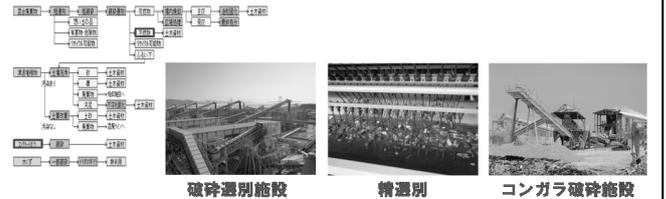
1) - 1 混合廃棄物から選別したふるい下土砂、津波堆積物



【概要】
 ふるい下土砂: 汚染除去、木くずなど異物除去のために『土壌洗浄』を採用
 津波堆積物: 汚染の有無により
 汚染があった場合……汚染除去のために『土壌洗浄』を採用
 汚染がなかった場合……異物除去のために『改質分級』を採用

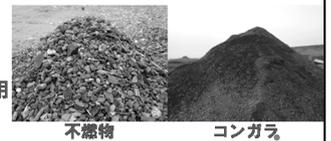


1) - 3 不燃物(混合廃棄物から選別した不燃物、コンガラ)



【概要】
 通常の破砕選別では不燃物の品質が悪い場合、『精選別』を導入
 コンガラは『破砕』を実施

【復興資材の種類】
 不燃物……港湾埋立資材として利用
 コンガラ……市内復興工事等で利用

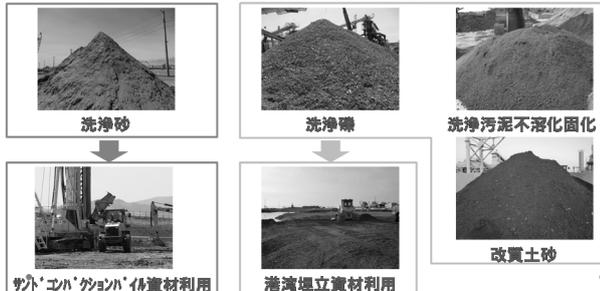


不燃物 コンガラ

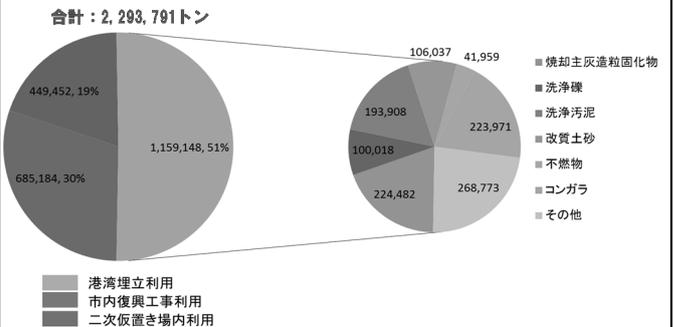
1) - 1 混合廃棄物から選別したふるい下土砂、津波堆積物

【復興資材の種類と利用先】

土壌洗浄: 洗浄砂……サトコンパクションパイル用資材として利用
 洗浄礫……港湾埋立資材として利用
 洗浄汚泥……不溶化・固化処理後、港湾埋立資材として利用
 改質分級: 改質土……市内嵩上げ材、港湾埋立資材として利用



2) 復興資材利用の実績



災害廃棄物処理における 3 R 行動の役割

吉岡敏明（東北大学／廃棄物資源循環学会）

TOHOKU UNIVERSITY

災害廃棄物処理における 3 R 行動の役割

吉岡 敏明
東北大学大学院環境科学研究科

Yoshioka Lab., Graduate School of the Environmental Studies, Tohoku University

東日本大震災からの重点項目の抽出

大分類	実施項目等
① 処理の前提条件	平時の廃棄物処理能力、被害状況、事前準備
② 各種実績	一般廃棄物処理量、がれき処理量、地元経済貢献
③ 災害廃棄物関連業務の体制	基本処理体制、民間事業者との連携、応援、県・市町村間
④ 処理計画の策定、見直し	処理計画、発生量推定、推計方法、見直し方法
⑤ 運用／運行管理	実施行程、処理量モニタリング、運行管理、搬出入管理
⑥ 渉外：住民への広報等	住民への広報、各種相談・申請窓口、視察対応
⑦ 仮置場等施設の設置と解体	名称・定義、仮置選定プロセス、一次／二次集積所ほか
⑧ 発注・契約関連	処理業務の発注、施工管理業務の発注、焼却処理施設
⑨ 財政面の対応	国、自治体内調整・手続など
⑩ 一般廃棄物等（し尿処理他）	生活ごみ・避難所ごみ・し尿の収集運搬、仮設トイレ
⑪ 解体 / 撤去	散乱がれき・被災自動車・家屋等の撤去・解体、公共施設
⑫ 環境配慮・適正保管・管理	衛生管理、環境への配慮、火災、安全管理、分別指導
⑬ 中間処理	破碎・選別処理、焼却処理
⑭ 最終処分	埋立最終処分、再生資材の利用、売却
⑮ 広域処理	交渉、調整プロセス、品質要求
⑯ 製品：津波堆積物	リサイクル方法、要求品質
⑰ 製品：混合廃棄物	混合可燃物、混合不燃物
⑱ 製品：災害時特有廃棄物	水産物、自動車、船舶、石膏ボードなど
⑲ 製品：有害危険物ほか	トランス・コンデンサー、思い出の品など

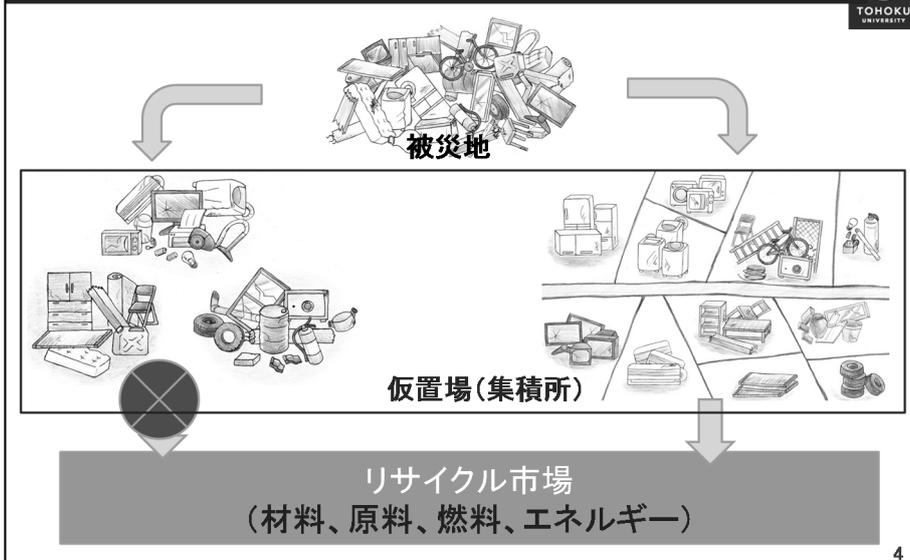
東日本大震災の経験から今後の大規模災害への備えへ

大規模災害への備え	
備え 1	廃棄物処理体制の早期復旧に向けた初動体制の整備
備え 2	都道府県、市町村、民間事業者との連携・協力の強化（人的・技術的支援、資機材・燃料等の確保、廃棄物の受入先の確保等）
備え 3	大規模災害を対象とした技術的な検討の必要性
備え 4	空地の有効活用に向けた事前の備え（仮置場候補地の検討、関係部局との連携、災害時の空地利用に関するルール作成等）
備え 5	仮置場の適正管理（仮設処理施設を設置した場合の環境対策等）
備え 6	最終処分容量の確保、再生利用先の確保
備え 7	処理先に係る手続き等の簡素化（受入先自治体との手続き、民間事業者との契約手続き、処理施設設置手続き等の簡素化）
備え 8	人的ネットワークの構築、人材育成
備え 9	広報、住民・被災者への対応

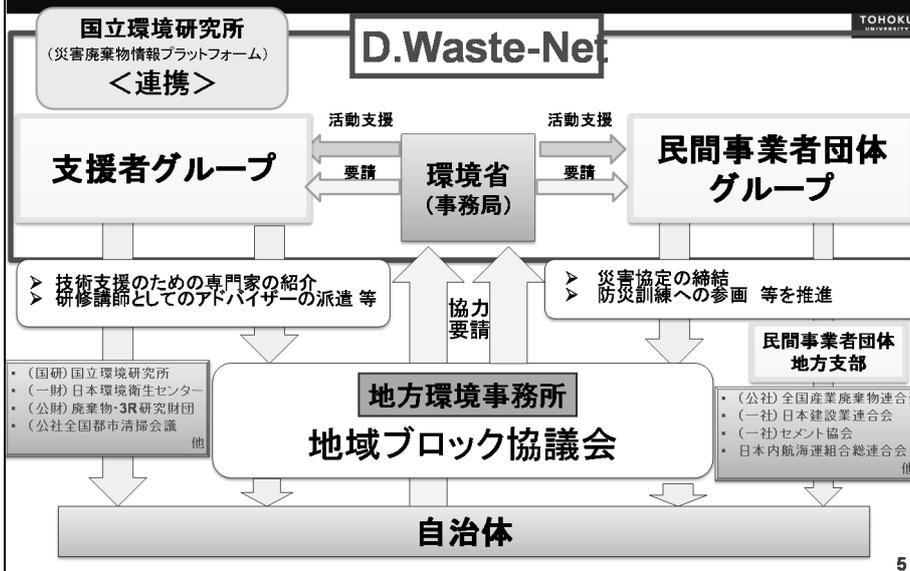
例

: 関係者の役割・責務、連携・協力に関する事項
 : 廃棄物処理に係る手続きの簡素化
 : 技術・システム検討に係る事項

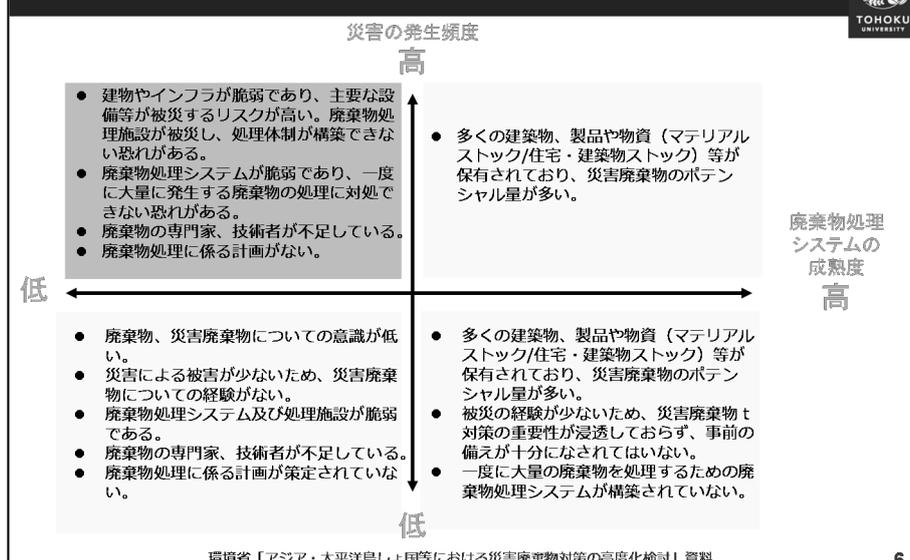
災害廃棄物分別の必要性



D.Waste-Netの支援の仕組み(平成27年9月16日発足)



災害廃棄物に係る課題の類型化



災害廃棄物の処理と復興事業との調和

勝見 武（京都大学／地盤工学委員会）

katsumi.takeshi.6v@kyoto-u.ac.jp

1. 災害廃棄物処理のあり方について

東日本大震災ではおよそ 3100 万トンの災害廃棄物と津波堆積物が発生したが、福島県の一部の地域を除いて 2013 年度内に災害廃棄物処理事業はほぼ終了し、その後は再生資材のさらなる利用や仮置場・処理現場の返還等が進められた。この東日本大震災の災害廃棄物処理の経験を将来の災害時の対応に活かすべく環境省を中心に様々な検討が進められており、特に 2015 年 7 月には災害廃棄物処理に必要な法整備として「廃棄物の処理及び清掃に関する法律及び災害対策基本法の一部を改正する法律」が制定された。また、2013 年度以降「大規模災害発生時における災害廃棄物対策検討会」が設置され、適正かつ円滑・迅速な災害廃棄物処理の方針が示されてきた¹⁴⁾。

発災直後から数ヶ月の間は、被災地の衛生や安全の確保等のため、「迅速」な災害廃棄物処理が求められる。一方、東日本大震災で実施されたような高度選別を中心とした災害廃棄物処理事業が進められる段階になれば、有限の人材と資機材を被災地にて有効に活用すべく、災害廃棄物の処理には「円滑さ」「調和」も求められると筆者は考えている。災害廃棄物処理は 3 年間で完了させるという国の方針に対し、現場によっては諸般の事情により最後の 1 年で過酷な追い込みを余儀なくされたところもあった。人材・資材の確保に苦慮し、仮置場の限られた敷地内で多くの同時並行作業を強いられるなど、課題がみられた。災害廃棄物から再生された分別土の有効利用を考えると、災害廃棄物処理が終了した 2014 年度以降に復興事業はより本格化しており、一般論としては復興事業の進捗をみながら分別土の再生を時間をかけて行う方法もありうる。そのような柔軟な判断を行うには管轄を超えた連携と高精度の進捗管理システムの導入が必要である。膨大かつ複雑な災害廃棄物処理の進捗管理に関する情報を、効率よく「見える化」することの重要性を関係機関が認識することが必要で、東日本大震災の災害廃棄物処理においてもそのことを踏まえた技術・システムが開発・適用された⁵⁾。将来の大災害への対応においては災害廃棄物処理の進捗管理の見える化が様々な観点からさらに重要視されると考えられ、前述の環境省の検討会でもその大枠が示されている⁶⁾。

2. 災害廃棄物等から再生された分別土とその利用について

東日本大震災では災害廃棄物・津波堆積物の重量で約 3 分の 1 が土砂であり、再生された分別土の利用は重要課題の一つであった。復興資材の活用に関する技術指針等は国土交通省の宅地造成や公園緑地に関するもの⁷⁻⁸⁾、海岸林に関する林野庁のもの⁹⁾、ならびに岩手県復興資材活用マニュアル¹⁰⁾など、震災後 1 年経過した 2012 年 3～6 月に集中的に定められたが、復興資材としての分別土の利用が本格化したのは 2012 年度の半ばであろう。特に 2013 年度には分別土の利用の必要性が活発に議論されるようになり、(公社)地盤工学会では(国研)国立環境研究所からの委託研究として(一社)泥土リサイクル協会の協力を得て復興資材提言委員会(正式名称は「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」、委員長は筆者)を設置し、分別土をはじめとする災害廃棄物再生

資材の復興事業への活用を調査・検討した。この委員会の成果は、関連省庁や自治体の参画のもとに作成された「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」¹¹⁾と「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」¹²⁾の2つである。

津波堆積土や分別土にはフッ素などで環境基準を超過するものがみられた。これらは基本的に自然由来と考えられる濃度レベルであり、締固め特性に優れるなど土質材料として優れた性質を示すものも多い。地盤工学会のガイドライン¹²⁾では、基準超過の土についても環境条件を整えば資材として利用すべきことを提案している。地域固有の土砂であることを鑑み、利用用途と利用環境を考慮した適切なリスク評価に基づき、施工性、耐久性、利用環境における環境安全性、経済性などの観点を踏まえて「土の総合的マネジメント」を進めていく必要がある。なお、このような土の有効利用の社会的意義は災害時だけでなく平時にも言えることであり、自然由来の重金属等による基準超過土壌の取扱いについても類似の方向性のもとで有効利用するための道筋の議論が進められつつある¹³⁾。環境リスクに配慮しつつ合理的な対応がなされるための制度整備がのぞまれる。

東日本大震災における災害廃棄物の処理と再生資材の利用をレビューしておくことは、将来の災害への対応を考える上で重要な事項である。筆者らは前述の岩手県のマニュアル¹⁰⁾に基づいて取得された分別土の約400試料の物性データをとりまとめ、分別土が通常の土質材料と同等の特性を有していること、改質目的の添加材が物理化学特性に影響を及ぼすこと、等を整理している¹⁴⁾。中でも、コンクリートがらを混合して改質を行った場合には、セメント水和物の影響によりpHや強熱減量は高くなる傾向にある。強熱減量は有機物量だけでなくセメント水和水や粘土鉱物の結晶水なども対象となりうることから、有機物・木片混入量を判断する指標として直接利用することは適当ではないと考えられる。有機物量の同定手法として例えば330°Cで加熱する方法も検討されている¹⁵⁾。

災害廃棄物処理には処理物の有効利用の受入先の確保が必須であるが、管轄が異なるなど当初は困難があった。災害廃棄物由来であることを考慮した利用用途基準を確立するとともに、有効利用用途に要求される品質から処理レベルを決めるという発想も必要で、復興のランドデザインに廃棄物処理のレベルを組み込むことも有効であろう。

3. 災害廃棄物の仮置場・処理現場の返還について

復興資材の問題と同様に特に2013年度から議論されるようになった課題に仮置き場の返還がある。災害廃棄物処理には一定規模の面積の土地が必要で、東日本大震災では埋立地や公園など沿岸の低地が多く利用された。返還にあたっては、災害廃棄物を扱ったことによる土壌汚染の検討が求められるが、仮置き場として利用する前から汚染が存在していた(と考えられる)場合の対応は社会的影響も大きく、単純には進められないと考えられる。沿岸部であれば自然由来の重金属等が存在する可能性もある。環境省の検討会での議論では将来の災害に備えた仮置き場候補地の整備に関して土壌汚染の問題をあげているが、事前調査の合理性については議論が必要であろう。自然由来や公有水面埋立材などで基準超過の土が存在するのは特殊なことではないという科学的な前提を踏まえ、地域固有の土・土地とどのようにつきあうのか考えていく必要がある。

4. 用語の定義の重要性について

東日本大震災の災害廃棄物や再生資材に関しては、人や分野によって同じものを違う言葉で表現していたり、同じ言葉でも定義が異なっていたりということがあった。津波で運ばれた土砂は当初は「津波堆積汚泥」や「津波堆積ヘドロ」などとも呼ばれた。災害廃棄物の分野では「コンクリートがら」ではなく「コンクリートくず」と呼ばれる。環境省の検討会に設けられた技術・システム検討ワーキングでは、もともと技術・システムに関する議論を行ってきた中で用語の整理が重要であることが明らかとなったことから、用語の定義づけを改めて示している¹⁶⁾。例えば、選別の前後で名称を明確に区別する必要性から、選別前のものは「可燃系混合物」「不燃系混合物」「コンクリート系混合物」「津波堆積物」、選別後のものは「可燃物」「不燃物」「コンクリートがら（ただし、最終処分される段階ではコンクリートくず）」「分別土」などである。このような用語の明確化は、災害廃棄物処理の進捗管理を適切に行っていく上での前提ともなる。

廃棄物と呼ばれていたことによって再生物の有効利用が躊躇されることもある。人々の大切な財産や思い出の品であったものが、「がれき」や「災害廃棄物」と呼ばれることへの違和感もある。言葉はその意味以上に概念をつくりうることを踏まえたリテラシーが求められる。

参考文献

- 1) 環境省（2014）：災害廃棄物対指針。
- 2) 環境省（2014）：巨大災害時における災害廃棄物対策のランドデザインについて。
- 3) 環境省（2015）：巨大災害発生時における災害廃棄物に係る対策スキームについて。
- 4) 環境省（2016）：大規模災害発生時を見据えた災害廃棄物対策の今後のあり方について。
- 5) 例えば Otsuka, Y. and Katsumi, T. (2015): Analysis of the integrated data on disaster debris treatment in Yamada town, Iwate prefecture, *JGS Special Publication*, Vol.2, No.2, pp.154-157 (doi: 10.3208/jgssp.ESD-39).
- 6) 環境省（2016）：第6回大規模災害発生時における災害廃棄物対策検討会 資料。
- 7) 国土交通省（2012）：東日本大震災からの復興に係る公園緑地整備に関する技術的指針。
- 8) 国土交通省（2012）：迅速な復旧・復興に資する再生資材の宅地造成盛土への活用に向けた基本的考え方。
- 9) 林野庁（2012）：海岸防災林造成に当たった災害廃棄物由来の再生資材の取り扱いについて。
- 10) 岩手県（2013）：岩手県復興資材活用マニュアル 改訂版。
- 11) 地盤工学会（2014）：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。
- 12) 地盤工学会（2014）：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。
- 13) 環境省（2016）：中央環境審議会土壌農薬部会土壌制度小委員会（第6回）資料。
- 14) 高井敦史・川島光博・勝見 武・乾 徹・岩下信一・大河原正文（2016）：東日本大震災で発生した岩手県の災害廃棄物分別土砂の品質とその変化，*土木学会論文集 C*，Vol.72, No.3, pp.252-264.
- 15) 高井敦史・森田康平・勝見 武・Uddin, M.N.・山根華織・乾 徹（2014）：災害廃棄物分別土の材料特性に及ぼす木片混入量・木片寸法の影響，第11回地盤改良シンポジウム論文集，日本材料学会，pp.67-70.
- 16) 環境省大臣官房廃棄物・リサイクル対策部（2016）：東日本大震災の経験を踏まえた災害廃棄物処理の技術的事項に関する概要報告書—仮置場と混合物処理—。
- 17) 勝見 武（2015）：災害によって生じた地盤環境課題への対応と復興事業との調和，*基礎工*，Vol.43, No.9, pp.3-6.
- 18) 勝見 武・遠藤和人・乾 徹・大河原正文・肴倉宏史・保高徹生（2014）：東日本大震災における地盤環境課題への取り組み，*地盤工学会誌*，Vol.62, No.10, pp.20-23.

災害廃棄物問題、被災地の復興と環境システム研究

森口祐一（東京大学／環境システム委員会）

yuichi@env.t.u-tokyo.ac.jp

1. はじめに

東日本大震災に際し、研究者・技術者は所属機関、所属学会における活動への参画をはじめ、各々の専門性や立場に応じて、さまざまな形で巨大災害に伴う諸問題への対処に関わってきた。震災後約5年半が経過する中で、今後起こりうる大災害に備え、教訓として次世代に伝えるべき知見が整理され、学際的な連携の必要性が認識されるとともに、平時から行ってきた各分野固有の研究手法の強みを活用した災害関連の研究も進みつつある。本講演では、環境システム委員会および演者が参画した学術団体の震災関連の活動を概観するとともに、環境システム分野の研究事例として、災害廃棄物の発生量推計手法を中心に紹介する。

2. 東日本大震災、災害廃棄物問題と環境システム委員会の活動

2.1 委員会行事等における対応

大震災の発生を受けて、環境システム委員会に大震災後の復旧復興対応の小委員会が設けられ、2011年秋の第39回研究論文発表会では、企画セッションにおいて、阪神大震災と比較を交えた復興まちづくりに関する研究¹⁾など、3件の研究発表が行われた。なお、同委員会は、1995年の阪神・淡路大震災に際して、サステイナブルリビルディング研究小委員会を組織し、当時の活動に演者も参画していた。2012年の第40回研究論文発表会では、企画セッション「大震災の経験から環境システム研究を捉えなおすー災害に対するレジリエンスと環境システム研究の展開ー」を、また翌2013年の第41回研究論文発表会では、企画セッション「大震災の経験から環境システム研究を捉えなおすIIー安全安心な持続可能な社会と環境システム研究の展開」が企画され、各々4件、5件の発表が行われた。これに加え、2012年11月には、「震災復興と環境システム～求められる研究と実践～」と題して第33回環境システムシンポジウムが開催され、演者も災害廃棄物問題を含む内容で話題提供した²⁾。

2.2 環境システム研究論文発表会における災害廃棄物関連の発表

廃棄物・資源循環は、例年の環境システム研究論文発表会でも一定数の投稿のある分野である。上記の企画セッションで災害廃棄物問題を扱った研究としては、第40回の梶ら³⁾の建築物の崩壊量の推計、第41回のMaryonoら⁴⁾によるインドネシア・アチェでの津波廃棄物の処理システムと発生量推計、川畑ら⁵⁾による災害廃棄物の性状と選別処理工程との関係性の考察がある。第42回の鶴房ら⁶⁾の論文は後に触れる。2015年の第43回研究論文発表会では、GISを活用して水害による災害廃棄物量を予測した鶴巻ら⁷⁾、災害時の可燃系廃棄物処理の広域連携の効果を分析した伊川ら⁸⁾、首都直下型地震を想定した震災廃棄物の輸送計画モデルを構築した荒井ら⁹⁾、家庭の耐久消費財に由来する災害廃棄物に着目した田畑ら¹⁰⁾、南海トラフ巨大地震の災害廃棄物発生量の推計を行った今井ら¹¹⁾の計5報が発表され、うち4報^{7)~10)}が全文査読部門の論文であった。発生量推計の対象が建築物からそれ以外へ、対象とする災害が水害や将来の震災へ、また、発生量推計だけでなく、広域連携や輸送計画などを扱った研究へと対象が広がっていることが読み取れる。

3. 災害に関する学際連携活動への参画

3.1 災害廃棄物問題と復旧・復興計画との関係性の問題意識

演者は発災当時、国立環境研究所の廃棄物に関する研究部門に所属していたが、発災3週間後の2011年4月に現職の東京大学都市工学専攻に異動したことで、復興に直接関わる分野の専門家との協働の機会が増えた。当時、東京大学建設系の3専攻が中心となってGCOE「都市空間の持続再生学の展開」プロジェクトが実施されており、東日本大震災に関する救援・復興に係るプロジェクトの募集に対し、「災害廃棄物問題への初動対応の検証と中長期的な問題対応力改善への提言」を提案し、現地調査や行政担当者からのヒアリングなどをもとに成果報告書をまとめた¹²⁾。その一節を、「復旧・復興計画との関係からみた廃棄物処理」に割り、仮置場の用地問題および施設周辺への環境影響、復興資材としての瓦礫の再生利用、行政主体・制度面からみた関係（いわゆる「縦割り」の問題）の3課題を挙げた。とくに、災害廃棄物を復興資材として再生利用する際の課題として、処理と復興との時間的・空間的關係に着目し、両者のずれから、資材の在庫を貯蔵する場所や需給調整が必要となることを指摘した。都市計画の専門家らとの共著による復興まちづくりに関する書籍への寄稿¹³⁾では、災害廃棄物処理の観点からは、都市空間に冗長性が求められ、大規模災害時の緩衝空間を計画的に確保すべきことに触れた。

3.2 日本学術会議における活動と防災学術連携体

日本学術会議は東日本大震災の発災後、順次、緊急提言を発出してきた。環境学委員会、土木工学・建築学委員会からの提案を元に2011年4月5日に第4次緊急提言として「震災廃棄物対策と環境影響防止に関する緊急提言」がなされたが、4項目の一つとして、「復旧・復興における資源活用につながるリサイクルを視野に入れること」が既に盛り込まれていた。その後、日本学術会議の分野別委員会の一つである土木工学・建築学委員会が中心となって、30の学協会から構成される「東日本大震災の総合対応に関する学協会連絡会」が設けられ、演者は廃棄物分野の学会から参画してきた¹⁴⁾。その後、この連絡会を発展させる形で、防災・減災に関する学際連携を深めることを意図した防災学術連携体が2016年1月に発足した。2016年4月に発生した熊本地震に対し、緊急報告会や3カ月報告会¹⁵⁾が開催されている。

4. 東京大学都市資源管理研究室における災害廃棄物関連研究

4.1 東日本大震災における災害廃棄物の発生量・処理量の比較分析

上記3.1で紹介したプロジェクトでは、発災後1年半程度の災害廃棄物処理の経過を研究対象としていたが、その後の処理の進展により、災害廃棄物の発生・処理量の定量的把握が進んだことから、その比較分析を行った。主に岩手県、宮城県の沿岸部を対象とし、行政機関による発生量の推計値が変化した要因の考察や、浸水面積、被災戸数などを説明変数とする廃棄物発生量の回帰分析モデルなどについて論文⁶⁾にまとめた。

4.2 物質フロー・ストック分析の災害廃棄物問題への応用

災害廃棄物発生量の推計においては、建築物や家財の量を戸数あたりの原単位をもとに積み上げる方法が一般的に使われるが、工場や事業場に蓄積された財も含め、災害廃棄物の源となる物質の地上の蓄積量の網羅的な把握が必要である。このため、演者らは、物質フロー・ストック分析を災害廃棄物の発生量の推計に応用した。まず、産業関連表とその付帯表である物量表から、建築物としての蓄積量を推計し¹⁶⁾、次いで、物量表ではカバーされていない物質も含

め、過去からの経時的な蓄積量を、部材別、耐久財の種類別、蓄積先部門別に推計する方法を複数時点の産業連関表と固定資本マトリクスをもとに構築した¹⁷⁾。さらにこの全国を対象とした推計結果をもとに、統計資料を利用した配分を行うことで、全国の市区町村別蓄積量を推計する方法の開発を進めた¹⁸⁾。これら一連の方法では、災害廃棄物の総量だけでなく、物質別の内訳を推計でき、処理計画、再生利用という観点からも有用な情報を提供しうる点が強みである。こうしたトップダウン型・システム分析的な手法と、現地調査を含むボトムアップ型の手法の各々の長所を生かし、より実用的な推計手法へと発展させていくことが課題である。

参考文献

- 1)盛岡通、尾崎平：環境面から見た東日本大震災からの復興まちづくりの課題－阪神大震災の復興まちづくりとの比較、第 39 回環境システム研究論文発表会講演集、209-216(2011)
- 2)森口祐一：災害廃棄物、放射性物質汚染と環境システム研究、第 33 回環境システムシンポジウム、桜美林大学、2012.11.29.
- 3)梶友樹、古市徹、翁御棋、石井一英、金相烈：地域特性を考慮した建築物ストック崩壊量の推計モデルの構築と地域計画への応用－東日本大震災を教訓として－、第 40 回環境システム研究論文発表会講演集、65-70(2012)
- 4)Maryono, Hirofumi Nakayama, Takayuki Shimaoka : Disaster Waste Management and Environmental Status in Developing Countries: Case of Indonesian Major Disasters 1990-2012, 第 41 回環境システム研究論文発表会講演集、233-238(2013)
- 5)川畑雄大、中山裕文、島岡隆行：災害廃棄物の性状と選別処理工程との関係性に関する一考察、第 41 回環境システム研究論文発表会講演集、233-238(2013)
- 6)鶴房佑樹、森口祐一、中谷隼：東日本大震災における沿岸市町村の災害廃棄物の発生量・処理量の比較分析、土木学会論文集 G (環境) 70(6)、II_23-II_32(2014)
- 7)鶴巻峰夫、山本祐吾、吉田登：地域の資材ストック量にもとづく災害廃棄物量の予測に関する基礎的検討、土木学会論文集 G (環境)、71 (6)、II_241-II_251(2015)
- 8)伊川純慶、中久保豊彦、東海明宏：レジリエンス特性を踏まえた災害廃棄物(可燃系廃棄物)処理の対策効果分析－近畿圏における広域連携を対象として－、土木学会論文集 G (環境)、71 (6)、p.II_253-II_262(2015)
- 9)荒井康裕、池田有斗、稲員とよの、小泉明、茂木敏、吉田慎太郎、飯野成憲：震災廃棄物の輸送計画に関するモデル分析－1 次仮置場の制約条件に着目した検討－、土木学会論文集 G (環境)、71 (6)、p.II_263-II_271(2015)
- 10)田畑智博、張欧、山中優奈、蔡佩宜：統計・ウェブ情報を用いた耐久消費財由来の災害廃棄物発生原単位の推計とその利用、土木学会論文集 G (環境)、71 (6)、p.II_441-II_449 (2015)
- 11)今井浩二、佐尾博志、前田真佐樹、大西暁生：高知県における南海トラフ巨大地震の災害廃棄物量の発生量の推計、第 43 回環境システム研究論文発表会講演集、171-178 (2015)
- 12)森口祐一編著：災害廃棄物－将来への教訓、東京大学都市持続再生研究センター、SUR-24(2012)
- 13)森口祐一：震災復興と循環型社会の形成、大西・城所・瀬田編著「東日本大震災復興まちづくり最前線」、学芸出版社。(2013)
- 14)森口祐一：「際」の再認識と次世代への継承－大災害からの教訓、廃棄物資源循環学会誌、26(1),1-2 (2015)
- 15)防災学術連携体：熊本地震・三ヶ月報告会資料
http://janet-dr.com/11_saigaiji/160716kyushu_houkokukai/kyushu_160716.html
- 16)中西翔太郎、中谷隼、森口祐一：物質フロー・ストック分析を用いた災害廃棄物発生量の推計、第 8 回日本 LCA 学会研究発表会、草津(2013)
- 17)中西翔太郎、中谷隼、森口祐一：固定資本・耐久消費財の適正管理に向けた時系列的物質フロー・ストック分析、第 10 回日本 LCA 学会研究発表会、神戸(2015)
- 18)鶴房佑樹、中谷隼、森口祐一：災害廃棄物の発生量推計のための地域別物質ストック分析、第 11 回日本 LCA 学会研究発表会、柏(2016)