

震災による陸上がれきの発生状況



京都大学 大学院地球環境学堂

乾 徹

本日の発表趣旨

- 陸域におけるがれきの発生状況, 現在実施/計画されている処理, 有効利用の現況を紹介させていただき, 生態系に及ぼす影響の検討に資する情報となれば幸いである。
- 発表内容
 - がれきの発生状況と処理の現状
 - 津波堆積物の発生状況
 - 災害廃棄物の処理状況
 - 今後想定されている有効利用

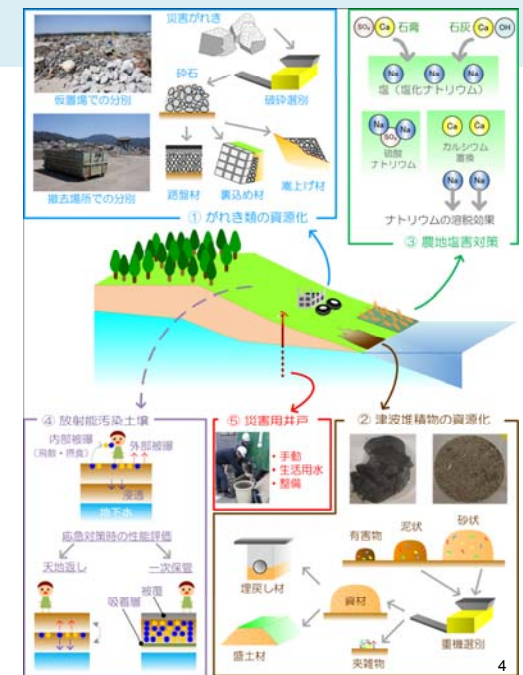
東日本大震災によって生じた地盤環境課題

- ✓ 災害廃棄物と津波堆積物
- ✓ 放射性汚染(土壌、廃棄物)
- ✓ 施設被害による土壌・地下水汚染
- ✓ 地盤沈降と衛生問題
- ✓ 塩害



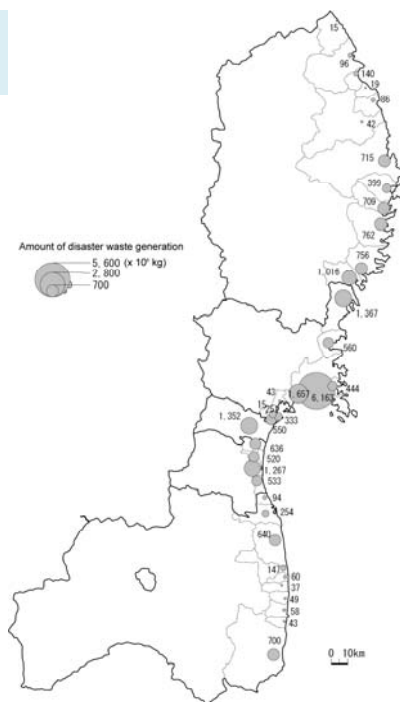
地盤環境課題と対応

- ✓ 地盤工学会(2011): 地震時における地盤災害の課題と対策 2011年東日本大震災の教訓と提言(第一次)
- ✓ 地盤工学会東日本大震災対応調査研究委員会として「地盤環境研究委員会」の活動を2011年10月から開始
 - ✓ 復興への貢献
 - ✓ 中長期的課題への取り組み



災害廃棄物の発生状況

- ✓ 約2200万トンが発生
- ✓ ただし、推計自体は難しく、発生量や組成に見直しは継続的に実施されている。



5

東日本大震災に伴う災害廃棄物及び津波堆積物の処理状況

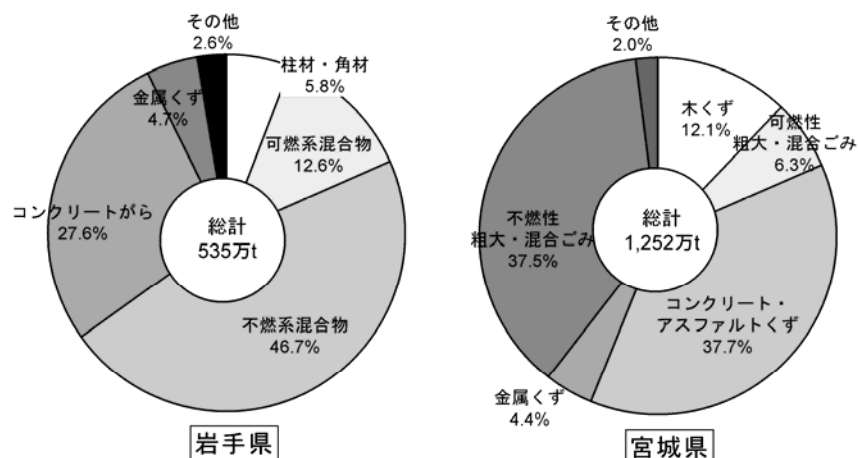
	災害廃棄物		津波堆積物	
	推計量 (万トン)	処理処分割合 (%)	推計量 (万トン)	処理処分割合 (%)
岩手県	395	24	130	0
宮城県	1,200	30	672	13
福島県	207	17	153	1
合計	1,802	27	956	9

仮置き場： 318箇所(2011年9月末)→ 216箇所(2012年8月末)

2012年9月末現在(2012.10.19環境省)

6

東日本大震災に伴う災害廃棄物の組成



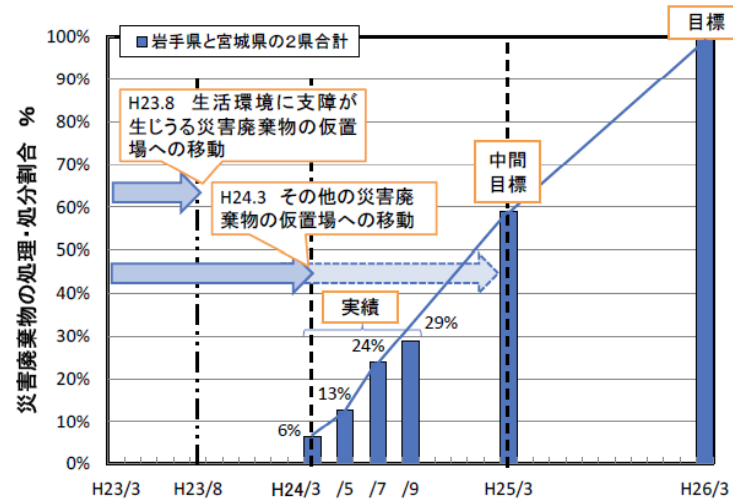
7

災害廃棄物等の典型的な処理フロー



8

災害廃棄物の処理・処分目標と実績



(2012.10.19環境省)

9

災害廃棄物の処理・処分の内訳(2012年9月末)

県	仮置場搬入率	処理処分割合	処理・処分の内訳			
			再生利用量	焼却(燃料利用)量	焼却処理量	埋立処分量
岩手	87%	23.6%	80.1%	0.3%	18.2%	1.4%
宮城	87%	30.4%	87.9%	0.7%	8.2%	3.1%
福島	60%	17.0%	96.0%	0%	0.9%	3.1%

(2012.10.19環境省)

10

津波堆積物の発生状況(環境省・7月末)

県	推計量 (千 t)	仮置場 搬入済量 (千 t)	処理処分 済量 (千 t)	再生 利用量 (千 t)	埋立 処分量 (千 t)
青森	39	39	9	8	2
岩手	1,304	1,077	0		0
宮城	6,722	3,407	406	406	0
福島	1,513	496	13	13	0
茨城	2	2	2	1	2
千葉	11	11	4	4	0
合計	9,591	5,032	434	431	4

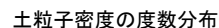
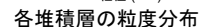
福島県A市 津波堆積物調査

- 調査日時 事前位置出し : 平成23年12月19日
現地調査 : 平成23年12月20日～22日
- 調査地点 東西約7 km × 南北約12 kmの津波浸水範囲で、計158地点を調査
- 参加人数 <現地調査>
12月20日 23名
21日 31名
22日 20名
のべ40名
<試料分析>
民間企業、研究所、大学含め計19機関



12

調査結果の一例 (1)

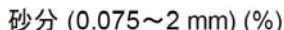


*イオンクロマトグラフにより測定

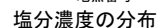
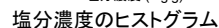
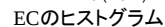
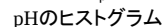


15

調査結果の一例 (2)



調査結果の一例 (3)



15

調査結果の一例 (4) (川辺ら 2012)

QL: 定量下限値未滿 (ヒ素 0.001, 鉛 0.0005)

QL: 定量下限値未滿 (ヒ素 0.001, 鉛 0.0005)

浚渫土の土壤汚染対策法基準超過率(参考)

地方	フッ素		ヒ素		ホウ素		鉛	
北海道	2.9%	1/34	2.9%	1/35	0.0%	0/8	16.7%	6/36
東北	35.4%	28/79	12.7%	10/79	42.9%	15/35	2.5%	2/79
関東	16.2%	76/468	13.3%	62/465	10.1%	17/169	3.4%	16/475
北陸	0.9%	2/216	6.0%	13/216	-	-	9.3%	20/216
中部	7.9%	8/101	2.0%	2/102	0.0%	0/8	9.8%	10/102
近畿	13.7%	27/197	11.9%	26/218	0.0%	0/8	8.9%	19/213
中国	3.9%	6/155	7.1%	11/155	-	-	11.0%	17/155
四国	1.8%	1/55	3.8%	2/53	0.0%	0/16	20.8%	11/53
九州	5.1%	9/175	7.8%	14/180	-	-	5.5%	10/181
沖縄	0.0%	0/1	0.0%	0/1	0.0%	0/1	0.0%	0/1

数値は順に、基準超過率、超過件数/調査件数
国土交通省港湾局(2010)

17

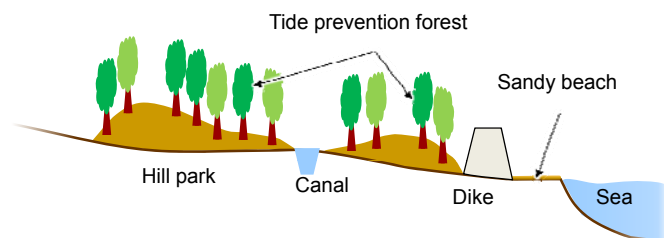
災害廃棄物由来の再生資材の活用方針(環境省)

- ① 災害廃棄物を分別し、又は中間処理したものであること(分別・中間処理物)
- ② 他の再生資材と同様に、有害物質を含まないものであること(有害物質)
- ③ 他の再生資材と同様に、生活環境保全上の支障(飛散流出・水質汚濁・ガスの発生等)を生じることがないこと(生活環境保全)
- ④ 復旧復興のため公共工事において再生資材として確実に活用されること(公共工事)
- ⑤ ④の公共工事を行う者が定める構造・耐力上の安全性等の構造物が求める品質を満たしていること(要求品質)
- ⑥ ④の公共工事を行う者によって、災害廃棄物由来の再生資材の種類・用途活用場所等が記録・保存されること(記録・保存)

18

災害廃棄物の処理と有効利用に関する指針等

- ・ 環境省 (適正処理と有効利用の促進)
 - 東日本大震災に係る災害廃棄物の処理指針
 - 東日本大震災津波堆積物処理指針
 - 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資材の活用について
- ・ 国土交通省 (復興資材への活用のためのガイドライン)
 - 東日本大震災における緑地造成等への災害廃棄物の活用に関する基本的考え方
 - 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



19

津波襲来の様子



(アサヒグラフ2011/3/30号より) 20

東日本大震災からの復興に係る 公園緑地の整備に関する技術的指針(1)

- ✓ 津波災害に強いまちづくりにおける公園緑地の整備
 - ✓ 公園緑地の津波に対する減災効果
 - ✓ 潮風や海水の冠水に耐えうる樹種ならびに樹林地構成
 - ✓ 根の発達を考慮した植栽基盤
- ✓ 公園緑地の整備における災害廃棄物の活用
 - ✓ コンクリートくずと津波堆積物(土砂)を基本とする。公園緑地の特性を活かし、植栽基盤への木くずの有効活用も考慮する。

21

東日本大震災からの復興に係る 公園緑地の整備に関する技術的指針(2)

- ✓ 樹林が車両等の漂流物を捕捉するなどして後背地への被害を軽減した例

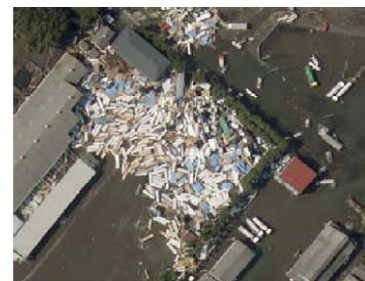


図 I-9 工場の緩衝緑地が漂流物を捕捉 (多賀城市)
出典: 国土地理院 空中写真(平成 23 年 3 月)より作成

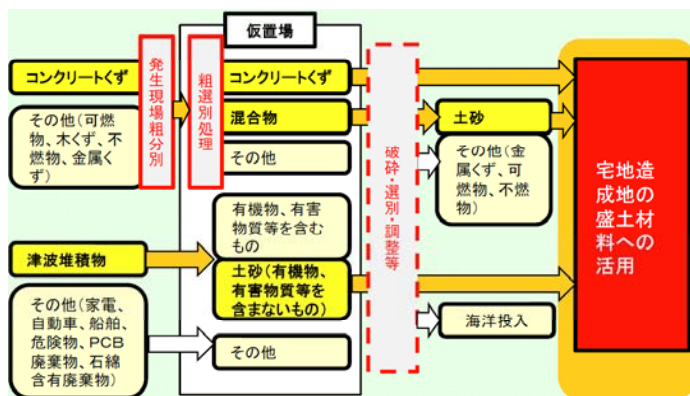


図 I-10 樹林帯が漂流物を捕捉
出典: 日本公園緑地協会 東日本大震災における公園緑地等の利用実態等の調査より

22

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(1)

- ✓ 再生資材の宅地造成盛土への活用について
- ✓ 盛土材料としての品質
- ✓ 宅地造成盛土の設計における留意事項
- ✓ 宅地造成盛土の施工における留意事項



23

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(2)

品質基準

要求項目	要求品質
最大粒径 粒度組成	300mm以下
強度 (コーン指数)	400kN/m ² 以上
塩化物含有量	原則1mg/g以下
電気伝導度	200mS/m以下
水素イオン濃度(pH)	6以上9以下
吸水膨張特性	膨張比3%以下

将来の土地所有者が変わったり、土地利用方法が変わったりすることを考慮して、宅地盛土材としての品質を定めている。

沿岸部の地盤沈降した地域では、この品質基準を緩めてもよいのでは…

土砂から除去できない不純物(特に細かい木くず)の影響は、どのように評価したらよいか…

24

災害廃棄物の処理における基本的な考え方

- ✓ **上位(方針)**: 環境省からの処理指針(マスタープラン)
- ✓ **中位(計画)**: 県からの処理詳細計画等
- ✓ **下位(実施)**: 技術提案書の内容

処理方法			場所や対象物
選別	粗選別 一次仮置場	重機	集積山から大きな物を抜き取る
		選別機	集積山から破砕物と破砕不要物に分ける
		人力	破砕物から破砕困難物や危険物を抜き取る
	本選別 二次仮置場	機械	要求品質(大きさ・重さ・種類)に応じて選別する
		人力	要求品質(機械選別が困難な物)を選別する
破砕	1次破砕	破砕機	可燃物を(選別機に応じた大きさに)破砕する
		重機	不燃物(大きなコンクリート塊)を粗破砕する
	2次破砕	破砕機	可燃物を(要求品質の大きさに)破砕する
		破砕機	不燃物を(要求品質の大きさに)破砕する

25

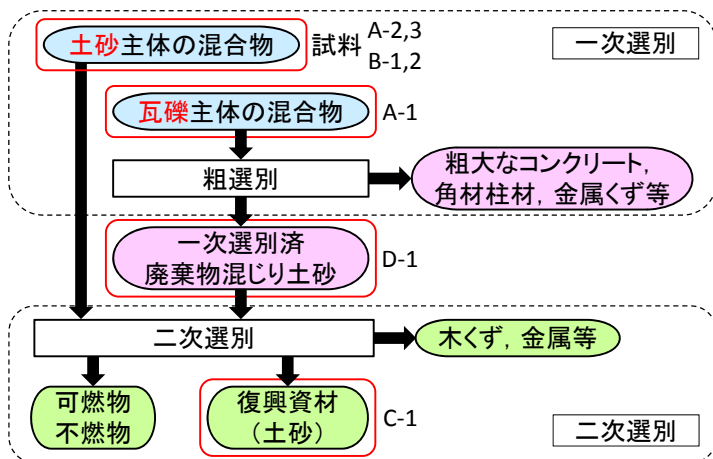
土砂の分別と有効利用可能性の検討の必要性

- 混合状態の廃棄物には**土砂態のもの**が含まれており、その物性評価と再資源化が求められる。
 - どのくらいきれいに(かつ安全に)分別できるのか?
 - どのくらいきれいに分別したら土砂として有効活用できるのか? (あるいは、分別しなくても有効活用できないか?)
- 復興資材の要求品質と有効活用可能量を踏まえた、**処理の方法やレベルを選択・決定**するための基礎データの提示



26

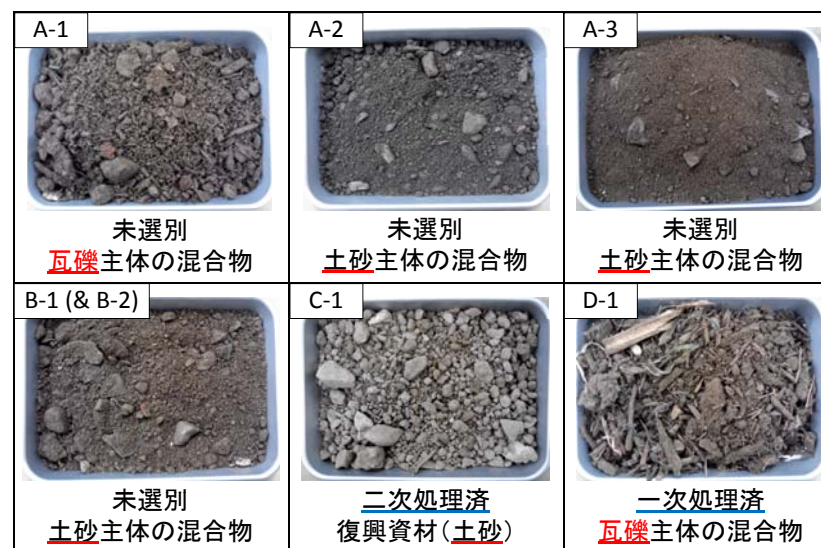
実験に用いた試料



- ✓ 仮置場(A, B, C, D)から処理段階の異なる廃棄物混じり土砂を採取
- ✓ 土砂主体の混合物は、廃棄物を避けて集積された土砂

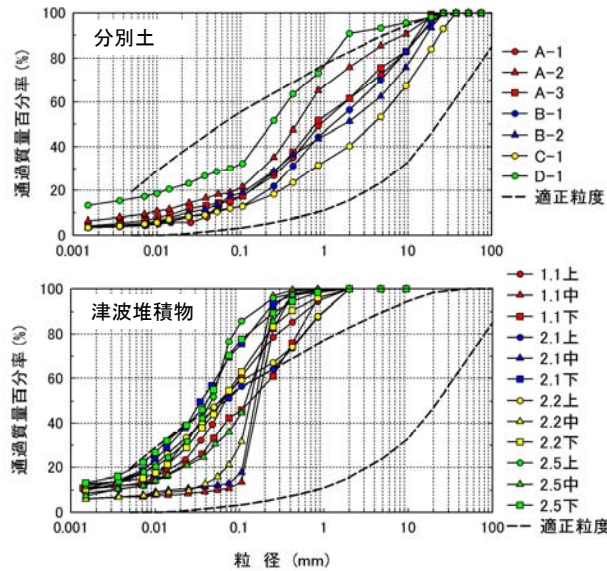
27

試料の概観



28

分別土・津波堆積物の粒度分布



分別土は適正粒度におさまっている。

田圃から採取した津波堆積物は適正粒度におさまっていない。

出典：「河川土エマニアル」国土開発技術研究センター，2009

29

実験方法

試験方法	対象試料
土粒子密度試験 (JIS A 1202)	9.5 mm通過試料を対象、廃棄物は極力取り除く
粒度試験 (JIS A 1204)	全粒径を対象、廃棄物は極力取り除く
強熱減量試験 (JIS A 1226)	2 mm以下試料の有機物含有率を測定
締固め試験 (JIS A 1210)	全粒径を対象
手作業選別による廃棄物含有率試験(下写真)	2 mmを超える廃棄物含有率を測定

手作業選別による廃棄物含有率試験



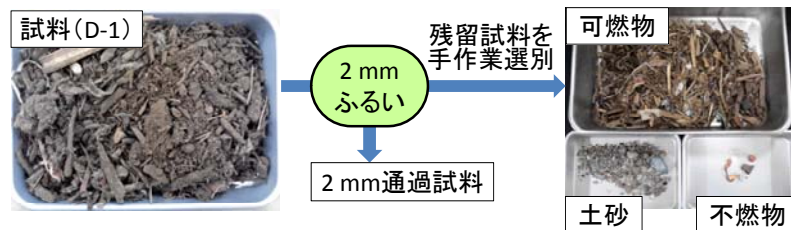
30

夾雑物含有率試験

有機物含有量の指標である強熱減量試験は、2 mmふるい通過試料を対象としており、木くず等の粗大な有機物の含有を評価できない。

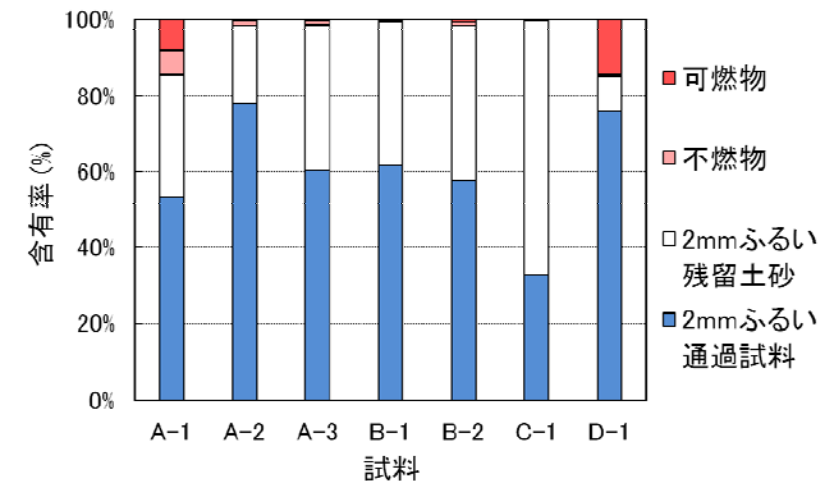


2 mmより大きな夾雑物を手作業で選別し、夾雑物含有率を測定



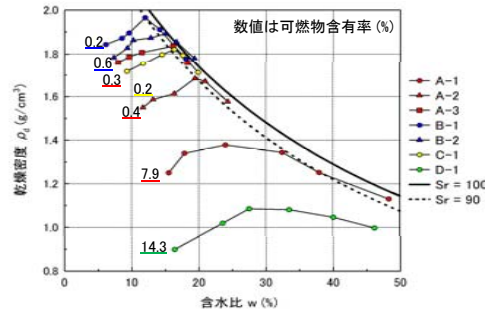
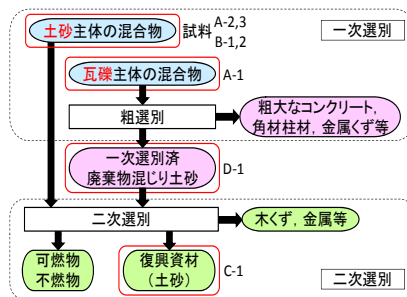
31

夾雑物含有率



32

廃棄物混じり土砂の締固め特性

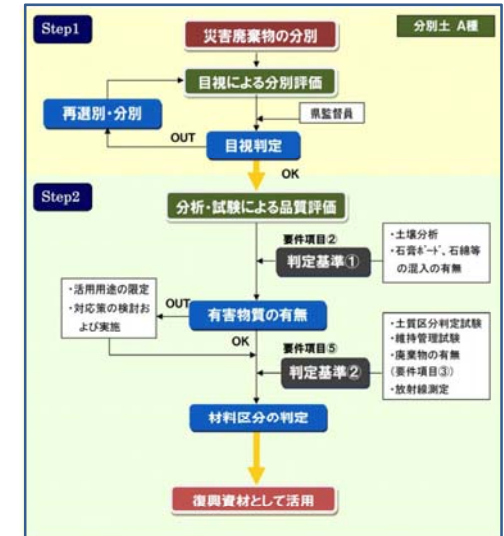


- ✓ 可燃物(木くず等)が多いと十分に締固まらない。
- ✓ 土砂主体の混合物から得られた試料は、可燃物含有量が少なく、十分に締固めができる。
- ✓ 可燃物含有量と、ガス発生、沈下等の関係を定量的に示し、許容量を示す必要がある。

33

岩手県 復興資材活用マニュアル

- 2012年7月発表
- 災害廃棄物から分別された土砂とコンクリートがらの活用について記述している。
- 分別土については、**分別土A種、B種、C種**に分類して、有効活用を促進を目指す。
- 地盤工学会「地盤環境研究委員会」が監修



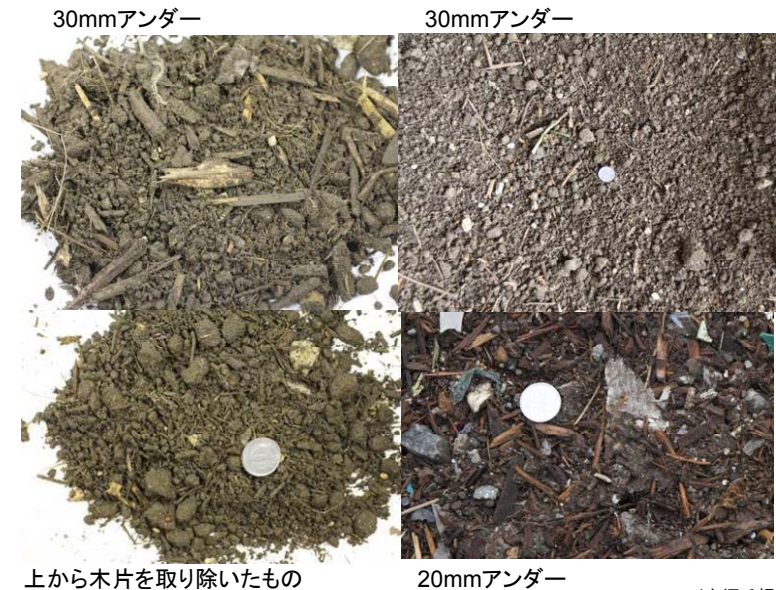
34

岩手県 復興資材活用マニュアル



35

ふるい下残渣の例(復興資材)



(大塚氏提供) 36

焼却灰再生資材利用への対応

焼却主灰再生資材の例



37

焼却灰再生資材利用への対応

- 宮城県: 30万t以上の可燃性残渣焼却主灰の再生利用
- 地盤工学会委員会で物性評価スキームを検討中
 - 用途, 将来的な再掘削の有無, 想定リスクを考慮した基準

表-1 焼却主灰再生資材の環境安全品質基準 (案)

	溶出量		含有量	
	試験方法 (金属等の場合 ^注)	基準値 (対土対法比)	試験方法 (金属等のみ)	基準値 (対土対法比)
土工材料	JIS K0058-1 有姿試験	1 倍	JIS K0058-2 含有量試験	なし
道路材料	JIS K0058-1 有姿試験	1 倍	JIS K0058-2 含有量試験	1 倍
海面埋立材料	JIS K0058-1 有姿試験	3 倍を基本	JIS K0058-2 含有量試験	なし

注: 揮発性有機化合物及び農薬等はスラグ指針報告書に示されていないため、試料の調製及び検液の作成方法は土壤環境基準付表に基づき、基準値は土壤汚染対策法の溶出量基準に基づくこととする。また、ダイオキシン類については、「ダイオキシン類による大気の汚染、水質の汚濁（水底の底質の汚染を含む。）及び土壤の汚染に係る環境基準」の土壤の基準値及び測定方法に基づくこととする。

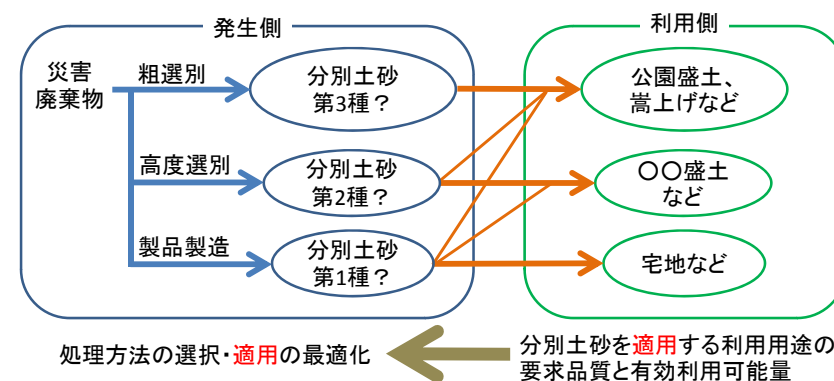
38

検討結果のまとめ

- 土砂主体の混合物の強熱減量は低い。(A-2,3, B-1,2)
- 木くず等の可燃物含有が多い土砂は締固めが不良である。(A-1, D-1)
- 選別処理のされていない土砂においても、ふるい下残渣ではない場合は締固めが良好である。(A-3, B-1, B-2)
- 粗選別や二次処理を施していない廃棄物混じり土砂でも、集積・搬入の段階において夾雑物を避けるといった工夫がなされれば、土木資材として再資源化できる可能性がある
- どれだけの夾雑物含有ならば、土砂として有効利用できるのか定量的に評価する必要がある。
- 有機物の腐食・分解によるガス発生、強度の経時変化、沈下挙動を検討する必要がある。

39

災害廃棄物から分別した土砂の、有効利用の考え方について提案



現在、岩手県、宮城県に試料提供いただき、一斉試験を実施中。
試験機関: 東北大、東北工業大、岐阜大、名古屋大、京大、岡山大、香川大、
香川高専、福岡大、長崎大、国環研、太平洋C、日本工営、新日鉄住金

40