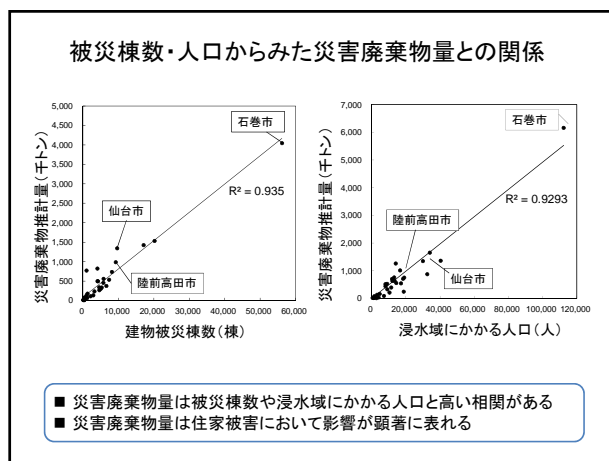
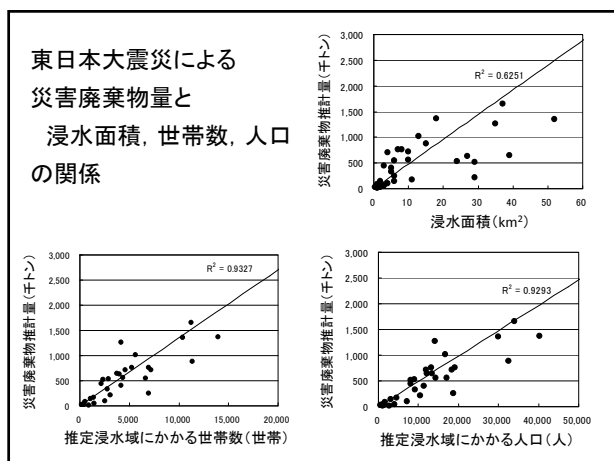
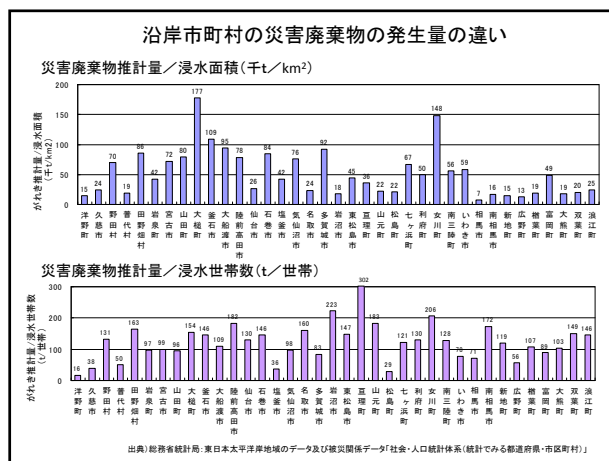
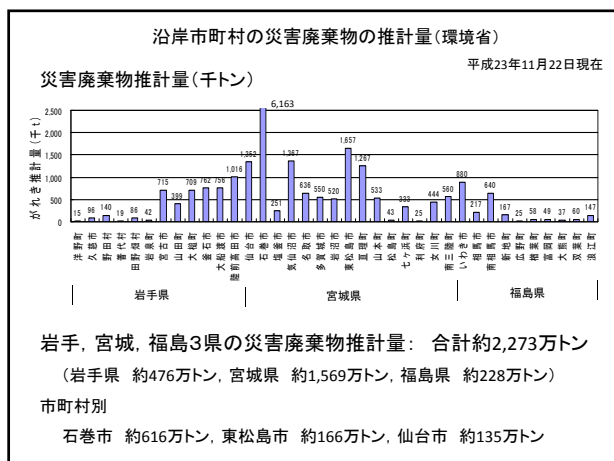


本発表(研究)での津波災害廃棄物発生量推定の流れ

- ①東日本大震災によって生じた津波による公表被害データを基にして、津波災害廃棄物発生原単位を算出し、
- ②GISを用いて算出した浸水域内の浸水深毎の建物棟数と、新たに構築した浸水深と建物破壊率の関係式を用いて、被害ケース毎の被害棟数を算出し、
- ③四国の各都市における津波到達高さに応じた浸水深さと津波災害廃棄物発生量を推定する。

注) 環境省が定める災害廃棄物対策指針による発生量の算出方法とは異なっている



研究目的

- ・南海トラフ巨大地震で膨大な災害廃棄物の発生が予想される四国において、災害廃棄物の発生量を推定することは、災害廃棄物処理計画の策定上、極めて重要である。
- ・東日本大震災によって生じた津波による災害廃棄物量を基にして、津波発生時の災害廃棄物の発生量を推定する

津波災害廃棄物発生量に影響する要因

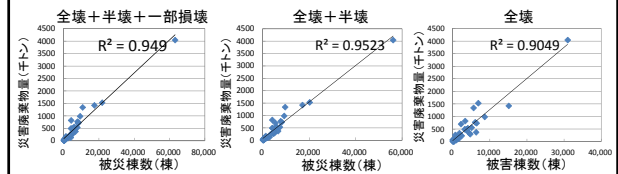
浸水深、浸水面積、被災棟数、被災程度、
浸水域人口、土地利用、地形、……

相互関係を明確化  推定モデルの構築

津波災害廃棄物発生量を算出

津波災害廃棄物発生量推定式(発生原単位)

被災棟数からみた災害廃棄物量との関係



災害廃棄物量：環境省、平成24年8月公表資料
被災棟数：国土交通省、「東日本大震災からの津波被災市街地復興手法検討調査のとりまとめについて」公表集計データ

解析方法：線形モデルをもとに重回帰分析。
津波被害を受けた35市町村を対象

推定式モデル：
$$Y_i = aX_{1i} (+bX_{2i} (+cX_{3i}))$$

Y_i : 災害廃棄物発生量(t)

X_{1i} : 全壊棟数(棟), X_{2i} : 半壊棟数(棟), X_{3i} : 一部損壊棟数(棟)

a, b, c : 全壊、半壊、一部損壊に対応する発生原単位(t/棟)

津波災害廃棄物発生量推定式(発生原単位)

発生原単位推定式の検定

- ◆一部損壊の発生原単位は誤差が大きく、また推定式への影響度が小さい。
- ◆全壊のみに発生原単位を持たせる場合では、推定値は決定係数が0.93と高かったが、推定量の残差のばらつきが大きくなる。

災害廃棄物発生量推定式

$$Y_i = 85.4X_{1i} + 62.1X_{2i}$$

発生原単位

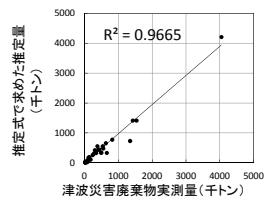
全壊：85.4トン/棟

半壊：62.1トン/棟

Y_i : 災害廃棄物量(トン)

X_{1i} : 全壊棟数(棟),

X_{2i} : 半壊棟数(棟)



災害廃棄物対策指針(環境省、2014年3月)

災害廃棄物の発生量の推計方法

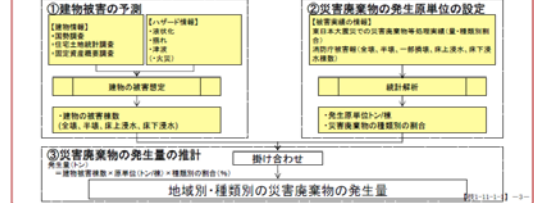
目的

- 東日本大震災の実績等を参考に、新しい原単位を設定した上で、地域毎の災害廃棄物の発生量を推計する。
- 災害廃棄物が地域に与える影響を把握し、処理に必要な対応の方向性を検討するための基礎的な情報とする。

推計方法の特徴

- 東日本大震災の実績を踏まえ、津波による被害を考慮した新しい発生原単位を用いる。
- 一般的に入手可能な情報を用いて種類別の発生量を推計できる方法とする。

検討フロー



災害廃棄物の発生量の推計条件

①建物被害想定＜被害区分＞

- ・内閣府の建物内閣府の建物被害想定で対象とされている**全壊**だけではなく、建物被害想定で被害区分を、**全壊、半壊、床上浸水、床下浸水**の4区分とする。

被害区分	定義
全壊	住家がその居住のための基本的機能を喪失したもの、すなわち、住家全部が倒壊、流失、埋没、焼失したもの、または住家の損壊が甚だしく、補修により元通りに再使用することが困難なもの
半壊	住家が居住のための基本的機能の一部を喪失したもの、すなわち、住家の損壊が甚だしいが、補修すれば元通りに再使用できる程度のもの
床上浸水	津波浸水深が0.5m以上、1.5m未満の被害
床下浸水	津波浸水深が0.5m未満の被害

②建物被害想定＜被害要因＞

- ・液状化、揺れ、津波および火災の4つの要因により建物の受ける被害を、4つの建物被害区分について想定する。
- ・建物は複数の要因により重複して被害を受ける可能性があり、被害要因の重複をさけるために、「液状化→揺れ→津波」の順番で要因を設定する。

災害廃棄物の発生源単位の設定

災害廃棄物対策指針

1)発生源単位の項目

- ・被害の程度として住家の被害区分である、**全壊、半壊、床上浸水、床下浸水**のそれぞれについて設定する。

2)発生源単位の考え方

【全壊・半壊の場合】

- ・東日本大震災における岩手県、宮城県での建物被害棟数と災害廃棄物の処理量(実績値)を重回帰分析し、全壊と半壊の発生源単位を算定。
- ・半壊の発生原単位は、「全壊の20%」と設定。

$$\text{災害廃棄物の発生量} = \sum (\text{発生原単位} \times \text{住家の被害棟数})$$

【床上浸水・床下浸水の場合】

- ・東日本大震災における床上浸水・床下浸水の被害棟数が不明であるため、平山ら(2005)の既往研究を利用。

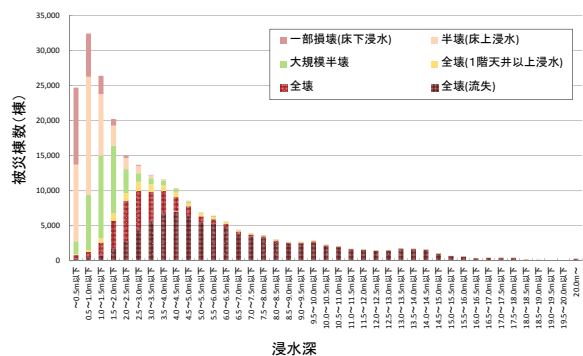
被害	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水
発生原単位	117トン/棟	23トン/棟	4.60トン/世帯	0.62トン/世帯

1棟あたりの発生原単位の比較

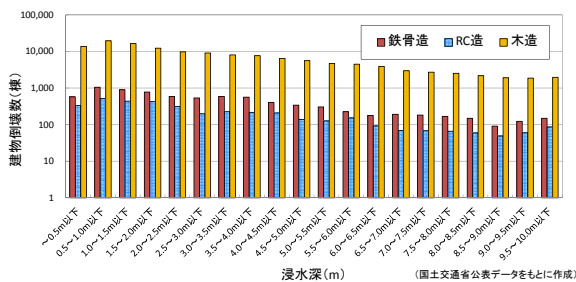
- ①東日本大震災の災害廃棄物の処理量(実績)から:
全壊 117トン/棟, 半壊 23トン/棟
- ②内閣府による南海トラフ巨大地震の被害想定から:
全壊 約105トン/棟
- ③内閣府による首都直下地震の被害想定から:
全壊 約161トン/棟
- ④阪神淡路大震災の災害廃棄物の処理量(実績)から:
全壊 約150トン/棟

- ⑤山中らによる研究成果では:
全壊 85.4トン/棟, 半壊 62.1トン/棟

浸水深毎の被害区分別棟数の変化



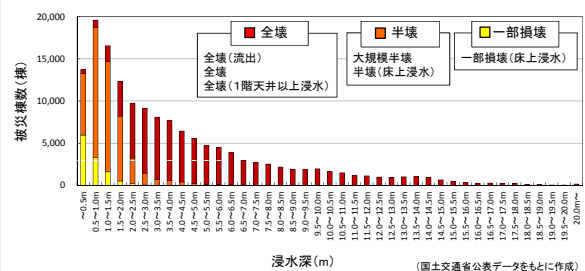
構造別建物被災棟数の変化



➢木造の被災棟数が突出している
➢鉄筋造およびRC造の被災棟数は、木造の1割程度で一定

➡ 構造別被災棟数の差は大きい
が、浸水深と構造別の被災建物の割合はほぼ一定。

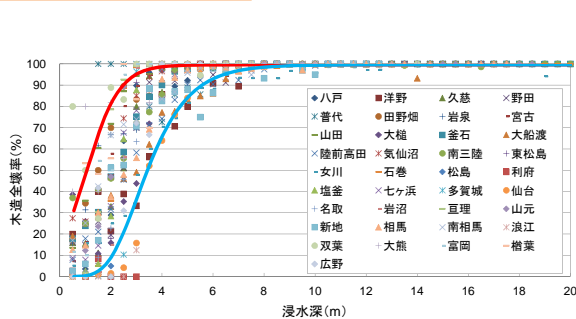
浸水深毎の被害区分別棟数の変化(木造建物のみ)



- ・被災棟数は、浸水深が0.5～1.0m以下でピークがある。
- ・浸水深の浅い2.0mまでは半壊や一部損壊の被災棟数の割合が多い。

浸水深と建物被害区分に関連性が高いと考えられる。

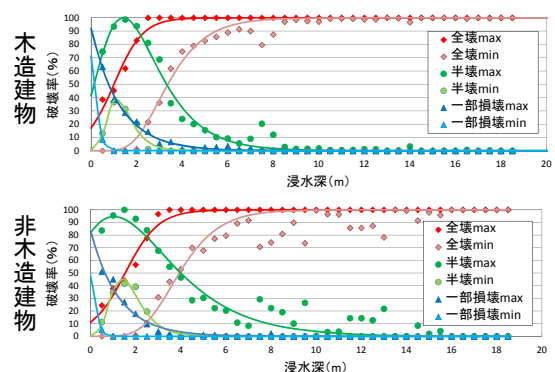
津波被害関数の構築



津波浸水深と木造建物全壊率との関係

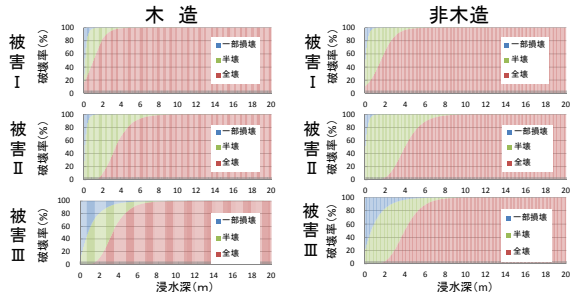
津波被害関数の構築

最大・最小被害となる浸水深と建物破壊率

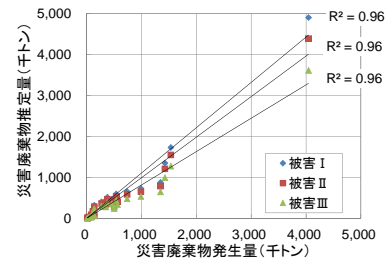


被害の規模で分けた津波被害関数

被害Ⅰ：全壊率が最大、一部損壊率が最小となる場合
 被害Ⅱ：全壊率が最小、半壊率が最大となる場合
 被害Ⅲ：全壊率が最小、一部損壊率が最大となる場合

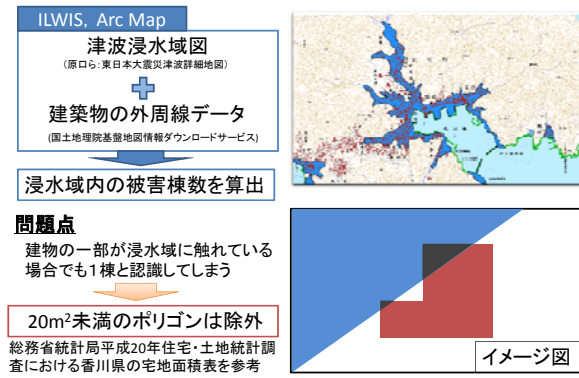


津波被害関数の検討(事例:東日本大震災)

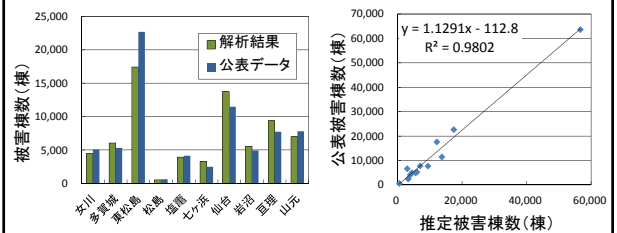


- 被害Ⅰ、被害Ⅱ、被害Ⅲそれぞれの相関係数は0.96。
- 実被害に最も近いのは被害Ⅱの場合であり、被害Ⅰは実被害より多く推定し、被害Ⅲは実被害より少なく推定している。

GISを用いた浸水域内の建物棟数判読



GISによる津波浸水域内の棟数の算出



- 東松島市と仙台市といった被害規模の大きい地域では、推定値と実測値に差が生じている
- 相関係数は $R^2=0.98$ と高い。

津波災害廃棄物発生量の推定フロー

1. 浸水域にかかる被害棟数を算出

津波被災前においては津波浸水予想図、津波被災後においては津波浸水域図を作成または入手し、GISソフト(ILWIS, Arc Map)を用いて浸水深毎(50cm)に浸水域内の棟数を算出する。

2. 全壊・半壊・一部損壊棟数を算出

浸水深毎に分けた建物棟数に関して、構造別津波被害関数を用いて3つの被害ケース(被害Ⅰ、被害Ⅱ、被害Ⅲ)でそれぞれ全壊・半壊・一部損壊棟数を算出する。

3. 津波災害廃棄物発生量

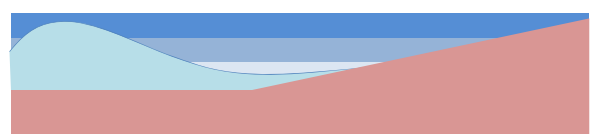
算出した全壊、半壊棟数を災害廃棄物発生量推定式に当てはめ、3つの被害ケースにおける災害廃棄物発生量を推定する。

到達津波高さに応じた津波災害廃棄物発生量の推移

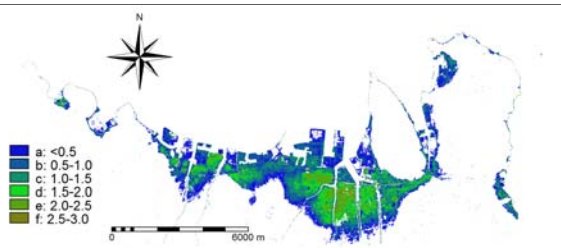
到達津波高さ毎での浸水域を標高図を用いて作成

到達津波高さの違いによる発生量の増加推移を算出

平野では沿岸部で一時的に津波が大きくなる → 津波高さは変わらず内陸部まで浸入する

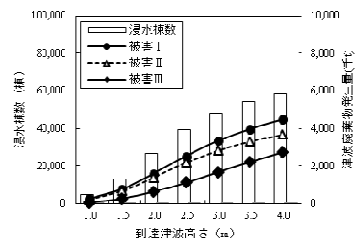


津波到達高さに応じた浸水域の変化



高松市浸水域図(到達津波高さ:T.P.+ 3m)

浸水棟数と廃棄物発生量の関係(高松市域)



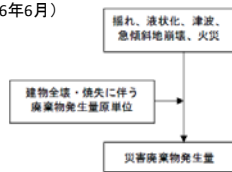
到達津波高さと浸水棟数および
津波廃棄物発生量との関係(高松市域)

到達津波高さが50cm高くなる毎に、浸水棟数は約1万棟増加し、災害廃棄量は被害ケースに応じて50万～100万トン増加する。

香川県地震・津波被害想定調査報告書 (平成26年6月)

災害廃棄物の予測手法

- ・建物の全壊・消失等による躯体系の災害廃棄物の発生量を算出
- ・震災廃棄物処理指針における、がれき発生量の推定式により算出



災害廃棄物の予測フロー

災害廃棄物発生量

= 1棟当たりの平均延床面積 × 廃棄物発生量原単位
× 解体建築物の棟数(全壊棟数)

廃棄物発生量原単位 (t/m²)

項目	木造可燃	木造不燃	鉄筋可燃	鉄筋不燃	鉄骨可燃	鉄骨不燃
原単位	0.194	0.502	0.120	0.987	0.082	0.630

出典：南海トラフ巨大地震の被害想定項目及び手法の概要(中央防災会議：平成25年3月)

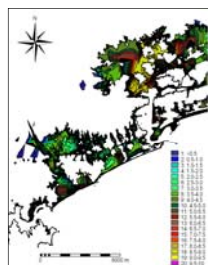
高松市の被害想定(香川県地震・津波被害想定, 2014)

被害想定 (高松市・地震沈降考慮)	最高津波水位 3.8 m	建物被害(全壊棟数)					災害廃棄物 発生量 537,000 t
		揺れ	液状化	津波	急傾斜地崩壊	地震火災	
高松市	3.8 m	4,500	850	380	40	390	6,100

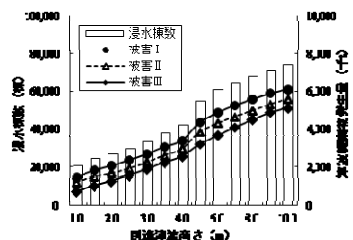
津波浸水区域想定図(高松市域)



浸水棟数と廃棄物発生量の関係(高知市域)

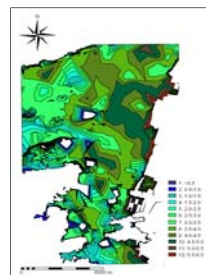


高知市域浸水域図
(到達津波高さ:T.P.+ 9.0m)

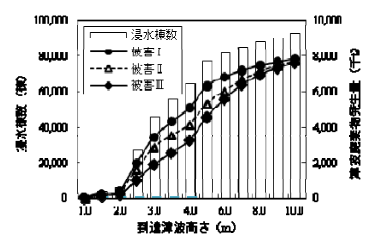


到達津波高さと津波廃棄物発生量の関係
(高知市域)

浸水棟数と廃棄物発生量の関係(徳島市域)

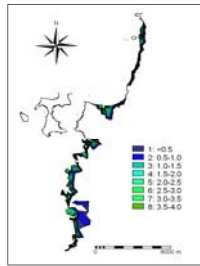


徳島市域浸水域図
(到達津波高さ:T.P.+ 6.0m)

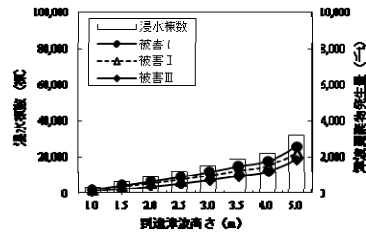


到達津波高さと津波廃棄物発生量の関係
(徳島市域)

浸水棟数と廃棄物発生量の関係(松山市域)



松山市域浸水域図
(到達津波高さ: T.P.+ 3.0m)



到達津波高さと津波廃棄物発生量の関係
(松山市域)

本研究のまとめ

本研究により、以下のことが明らかとなった。

- 1) 東日本大震災を対象として津波災害廃棄物の発生原単位を求めた結果、全壊家屋85.4 t/棟、半壊家屋62.1 t/棟を得た。
- 2) 被害Ⅰ、被害Ⅱ、被害Ⅲの各被害ケースの津波被害関数を用いることによって、到達津波高さによる津波廃棄物発生量を被害程度に応じて推定できた。
- 3) 四国4都市での津波災害廃棄物発生量を提案手法により算出した結果、到達津波高さが5.0m以下においては、徳島市の発生量が最も多く、松山市の発生量が最も少ない結果が得られた。
- 4) 防潮堤の建設等で侵入津波高さを50 cm低下させることで、建物の被害棟数を減少させ、発生する災害廃棄物量を大幅に抑えることができると考えられる。

平成16年8月30日台風第16号に伴う水害廃棄物処理(高松市)

<台風第16号による高潮被災状況>

平成16年8月30日夜半から31日早朝にかけての台風16号により、大潮の満潮時期と台風通過時期が重なったため、高松港最高潮位が過去最高のTP.+2.46mに達し、高松市の沿岸部の広範囲にわたって大規模な海水の浸水による高潮災害によりが発生した。

市内の一部地域では、大型排水ポンプによる連続排水を行ったが、9月1日まで海水が引かず、1昼夜以上冠水状態が続いた。

全壊	— 世帯	— 人
半壊	— 世帯	— 人
一部損壊	— 世帯	— 人
床上浸水	3,538世帯	8,591人
床下浸水	12,023世帯	25,830人

(平成17年4月1日現在、高松市)
市内総世帯数 141,969世帯
市内総人口 338,238人
市域面積 194.34km²

2004年8月の台風第16号による高潮浸水被害



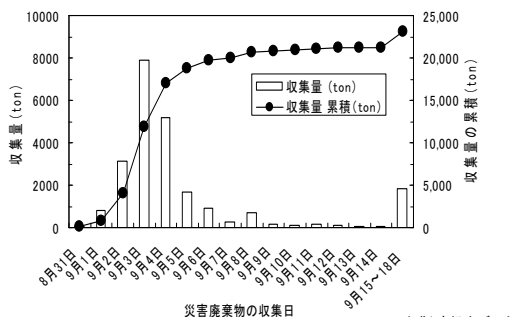
高松市域の高潮浸水域

出典) 香川県HP <http://www.pref.kagawa.jp/bosai/saigaitizu/map.html>

台風第16号による災害廃棄物発生量は約2万3千トン

(平成15年度の高松市のごみ処理量15万トンの約2か月分に相当)

2004年台風第16号に伴う水害廃棄物処理の実績 (高松市)



出典) 高松市データ

災害廃棄物発生量が推定できると

- 1) 災害廃棄物処理計画に資する基礎データを得ることができる。
- 2) 災害廃棄物の処理や仮置き場への搬送に必要な作業量(建設事業)を見積もることができる。
- 3) 仮置き場もしくは最終埋立処分場の必要面積・容量や設置場所を検討することができる。
- 4) 災害廃棄物の搬送に必要な道路・港湾施設の整備のための基礎資料とすることが可能となる。
- 5) 建設資材としてリサイクル可能な木材、コンクリートがら、金属くず等の発生量が推定できることで、復旧・復興における建設リサイクル材料の調達計画やリサイクル事業の運用計画に資することが可能となる。

気仙沼市災害等廃棄物処理事業経過



東日本大震災の概要

- 発生日時 平成23年3月11日 14時46分
- 震央地名 三陸沖
- (北緯38.0度 東経142.9度 牡鹿半島の東約130km)
- 震源の深さ 約8km
- 規模 マグニチュード9.0
- 震度 震度7
- 津波の高さ 最大11.3m
- 人口と世帯数 74,247人 26,601世帯(平成23年2月末日現在)
66,792人 26,232世帯(平成27年11月現在)
- 被害状況(平成27年10月30日現在)

人的被害	死者1,244人	行方不明224人	負傷者	不明
住家の被害	全壊16,457戸	流失9,635戸	半壊1,789戸	

1

平成23年3月11日

- 14時46分 【地震発生 市役所庁舎停電】
- 14時49分 【大津波警報発表】
- 15時14分 【宮城県津波最大10m】
- 15時37分 【気仙沼市役所ワンテン庁舎に津波襲来】

2

3月11日当日の行動

- 情報収集
 - 職員の安否確認
 - 道路状況の確認
- 初動対応
 - 道路啓開の準備
 - 道路啓開開始
 - 市内業者への応援要請

3

情報収集

- ◆ 職員の安否確認
 - 土木課職員30名
 - 現場監督員、現業職員の安否確認
- ◆ 道路状況確認
 - 津波被害により市役所前の道路にがれきが散乱



津波襲来時の市役所前道路



津波襲来時市役所前の駐車場



津波後の市役所前の道路



津波後市役所前の道路

4

初動対応

- ◆ 道路啓開の準備
 - 土木課現業牧沢分室へ2ルートに分けて徒歩移動(2人1組)
 - 第1班⇒ 市役所裏のJ R線路から国道45号バイパス経由(緑線)約6km
 - 第2班⇒ 県道気仙沼唐桑線から九条本線経由(赤線)約5km
 - 土木課現業牧沢分室へ庁用車移動(4名)
 - 第3班⇒ 市役所から国道45号バイパス経由
- ◆ 道路啓開開始
 - 排土板付きダンプと人力で、午後7時頃からメガネの相沢付近(魚市場田中前線)から市立病院前(田谷上田中線)を道路啓開開始
 - 午後9時頃から市役所前1車線分の道路啓開
- ◆ 市内業者への応援要請
 - がれき撤去への応援要請及び重機の確保

5

3月12日以降の対応

- ◆ 職員配置
- ◆ 橋梁点検
- ◆ 道路調査
- ◆ 道路啓開
- ◆ 市内業者との連携
- ◆ 警察との連携
- ◆ ボランティアセンターとの連携

6

◆ 職員配置

- 建設部長を筆頭に建設部職員全員を班体制に振り分け
- 道路がれきの連絡調整・指示は全て土木課執務室
- 道路がれき作業の拠点は牧沢分室
- 連絡調整班、がれき撤去班、給油班、運搬班（貴重品）に編成
- 土木課と牧沢分室・現場からの連絡調整は防災無線と個人携帯電話で対応

資料2

◆ 橋梁点検

- 気仙沼大橋、館山大橋、赤坂橋等 → 車両通行支障なしを確認

7

◆ 道路調査

- 市役所から鹿折地区への通行可能道路調査
 - 八日町、魚町ががれきで寸断され、市役所裏線路から徒歩で調査



3月12日八日町



3月12日魚町

8

◆ 道路啓開

- (1) 建物所有者確認・連絡作業
 - ① 道路台帳システム利用（被災前の航空写真確認）
 - ② 建物内の通知等からの所有者割り出し
 - ③ 避難所、知人友人を通しての所有者搜索
- (2) 建物所有者立ち会い
 - ① 貴重品等の取り出し依頼
 - ② 建物取り壊し確認
- (3) 東北電力の対応
 - ① がれき撤去に伴う電線切断
 - ② 電線切断班5班体制を編成。市がれき撤去班と同行
- (4) 撤去作業
 - ① がれき仮置き場が未設置のため道路脇にがれきを寄せて道路啓開
 - ② 大型水中ポンプによるアンダーパスの冠水対策

9

(5) 重機への給油

- ① がれき撤去作業現場で4tローリー車と市職員による給油作業

(6) ご遺体の引き取り依頼

- ① がれき撤去中に発見したご遺体を警察及び自衛隊に遺体安置所へ搬送依頼



平成23年3月13日内の脇



平成23年3月13日気仙沼陸前高田線

10

◆ 市内業者との連携

- 市内業者にがれき撤去への協力依頼
- がれき撤去業者の班体制整備
- ガソリンスタンドと燃料確保交渉（軽油、ガソリン、灯油）

資料3

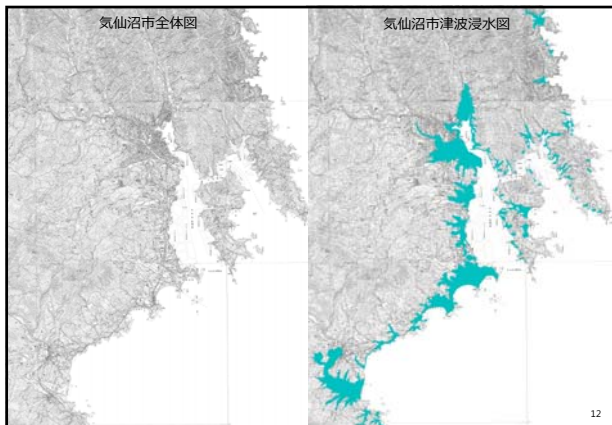
◆ 警察との連携

- ご遺体搜索活動の連携 ⇒ 136名
- がれき撤去参加者リストから暴力団員チェック作業

◆ ボランティアセンター（社会福祉協議会）との連携

- 分別方法と暫定の置場の周知徹底

11



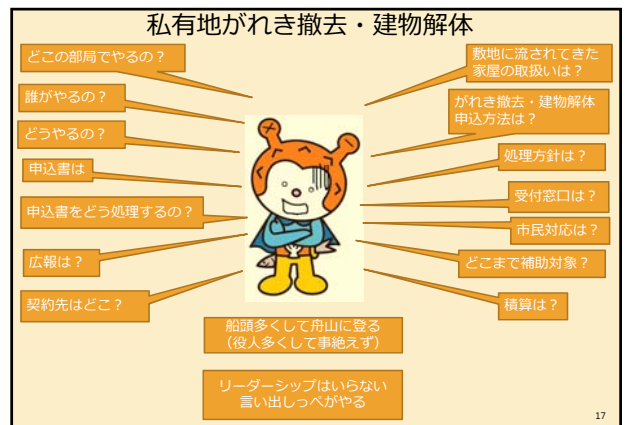
12



15



16



17

私有地がれき撤去・建物解体

- ◆ 体制の確立
- ◆ 市民への広報
- ◆ がれき収集運搬・作業
- ◆ がれき撤去・建物解体仕分け判定
 - がれき撤去フロー
 - 家屋等解体運搬申込手続き事務フロー
 - 家屋解体処理フロー
 - 個人解体・基礎撤去フロー
- ◆ 一次仮置き場

18

私有地がれき撤去・建物解体体制の確立

- ◆ 市民生活部と建設部の役割分担
- ◆ 災害廃棄物処理担当の役割分担
- ◆ 応援職員の協力体制



気仙沼市災害対策本部「がれき班」

19

気仙沼市災害対策本部「がれき班」

担当	主な業務	担当課
庶務担当	国庫補助金	➢ 国庫補助関係事務 ■ 廃棄物対策課
	関係機関調整	➢ 予算関係事務 ■ 土木課
	応務広報	➢ 庁内外関係機関との連絡調整 ■ 土木課 ■ 廃棄物対策課
気仙沼市災害廃棄物処理協議会担当	調整	➢ 避難所・市民への周知 ■ 土木課
	指示・協議	➢ 市民からの問い合わせ窓口 ➢ ボランティア対応 ➢ 週一回施工委員会 ➢ 各地区工程調整管理 ■ 土木課
がれき担当	計画担当	➢ 災害廃棄物処理方針作成 ■ 廃棄物対策課
	がれき担当	➢ がれき推計量の算定 ■ 土木課
	解体担当	➢ 現場責任者との調整 ■ 土木課 ■ 環境課 ■ 応援職員
	用地担当	➢ がれき撤去立会希望者調整 ■ 土木課
仮置場担当	管理担当	➢ 地区日報管理 ■ 土木課
		➢ 申込解体・個人解体管理 ■ 土木課
積算担当		➢ 私有地一次仮置場選定 ■ 土木課
被災自動車担当		➢ 地権者交渉・契約 ■ 土木課
農地・林地担当		➢ 仮置場管理 ■ 土木課
		➢ がれき収集運搬、建物解体積算 ■ 土木課 ■ 応援職員
		➢ 被災自動車撤去事務 ■ 土木課
		➢ 農地・林地のがれき撤去 ■ 土木課

20

応援職員の協力体制

市区町村	期間
尼崎市	環境職 1名 土木職 20名 建築職 12名 平成23年4月25日～平成24年 9月28日
明石市	建築職 6名 平成24年1月10日～平成24年 6月29日
江戸川区	建築職 6名 平成24年4月 1日～平成26年 3月31日
南九州市	事務職 1名 平成25年4月 1日～平成26年 3月31日
霧島市	事務職 1名 平成25年4月 1日～平成26年 3月31日
復興庁	農業土木職 2名 平成25年4月 1日～平成27年12月28日
合計	49名

- 支援内容
 - がれき撤去フロー作成
 - がれき撤去・建物解体仕分け
 - 現場調査関係書類管理（写真管理）
 - 建物解体設計・積算・現場管理

21

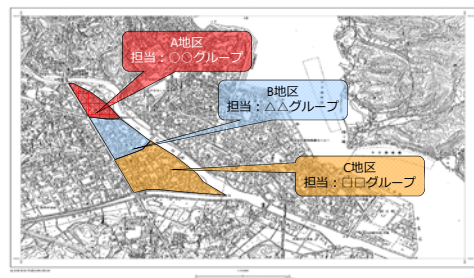
市民への広報

- 避難所への掲示（各避難所・市民の皆様へお知らせ）
 - 平成23年4月17日「がれき撤去について」（お知らせ）
 - 平成23年4月26日「私有地のがれき・損壊家屋の撤去費用について」（方針） [資料 4](#)
 - 平成23年5月9日「私有地のがれき・損壊家屋の撤去について」（実施）
 - 平成23年5月9日「津波により被災した自動車の撤去について」（実施） [資料 5](#)

22

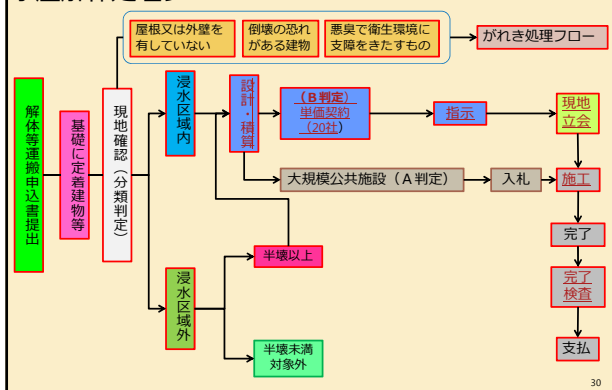
がれき収集運搬・作業イメージ

- 実施地区割の選定
 - 気仙沼市内19地区に分類、各地区ごとの担当業者数、パーティ数を編制
 - 工程(1週間ごと)を計画する。



23

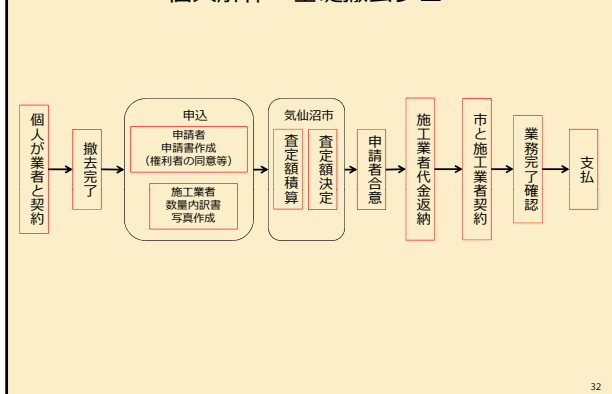
家屋解体処理フロー



収集運搬・解体手続き別の分類



個人解体・基礎撤去フロー



がれき撤去・建物解体現場対応で苦慮したもの①



がれき撤去・建物解体現場対応で苦慮したもの②



がれき撤去・建物解体現場対応で苦慮したもの③



がれき撤去・建物解体現場対応で苦慮したもの④

- 事業系機械
 - 事業所の機械室のがれき
- その他危険物①（PCB廃棄物）
 - 所有者不明のPCB

がれき撤去・建物解体現場対応で苦慮したもの⑤

- その他危険物（アスベスト、ガスボンベ、注射器、ドラム缶等）

その他で苦慮した事項①

- 広域処理
 - 国の当てにならない情報提供
 - 処分業者主体の広域処理＝コスト無視
 - 自治体間協議に時間を要した
 - 放射能濃度測定が義務
- 膨大な予算執行
 - 人手不足により業者への支払い遅延（1ヶ月最大12億円）
 - 災害廃棄物事業費 1,118億円
 - 平成23年度 234億円
 - 平成24年度 303億円
 - 平成25年度 561億円
 - 平成26年度 19億円

震災当初執務室

3年後

その他で苦慮した事項②

- 事務委託
 - 市単独で処理することが極めて困難で宮城県に事務を委託し、効率的に災害廃棄物の処理を行う（地方自治法第252条の14第1項）⇒自治体から県へ委託するために議決が必要
 - 範囲
 - 要廃棄冷凍・冷蔵庫内水産物の処理
 - 米穀の処理
 - 船舶の処理
 - 被災自動車の処理
 - がれきの処理（一次仮置き場から二次仮置き場までの積み込み、運搬及び処分）
 - 津波堆積物

一次仮置き場

- 震災当初
 - 公有地（反松公園、南運動公園、終末処理場、朝日町埠頭、波路上ふれあい漁港）を一次仮置き場に選定 13箇所 15.7 ha
 - 道路脇に寄せたがれきを可燃・不燃に分別せず混合がれきとして搬入
 - 津波による影響でがれきにヘドロ等が付着し公害対策に石灰散布作業を行う
 - 仮置き場内で、できる限り木くず、鉄くずを分類
- 民有地一次仮置き場（震災から一定期間経過後）
 - 公有地のみで大量のがれきを搬入しきれないことから民有地を選定
 - 選定の考え方⇒近くに民家などがいないところを選定
 - 気仙沼市の民有地一次仮置き場27箇所 59.06 ha
 - 民有地利用の条件⇒現状復旧が原則
 - 民有地利用の問題点
 - 所有者または建物の人探しに時間を要した
 - 所有者が震災で亡くなりになり、相続人調査にも時間を要した

公有地一次仮置き場

- 公有地がれき仮置き場
 - ◆ 反松公園（平成23年3月13日～3月31日）
 - ◆ 南運動公園（平成23年4月1日～平成24年9月18日）
 - ◆ 終末処理場隣接地（平成23年4月1日～平成24年9月18日）
 - ◆ 朝日町埠頭（平成23年4月1日から平成24年4月14日）
 - ◆ 波路上ふれあい漁港（平成23年4月14日～平成24年7月31日）
 - ◆ ブロムナードセンター駐車場（平成24年2月24日～平成26年3月31日まで）
 - ◆ 鹿折公園（平成24年6月1日～平成25年3月31日～）
 - ◆ 御崎観光港駐車場（平成23年4月11日～平成23年12月27日）
- 被災車両仮置き場
 - ◆ 鹿折やすらぎ跡地（平成23年5月23日～平成24年6月28日）
 - ◆ 鹿折みなと公園（平成23年7月13日～平成24年8月9日）
 - ◆ 南気仙沼小学校校庭（平成23年5月23日～平成24年8月2日）
 - ◆ 商港岸壁（平成23年5月23日～平成24年8月4日）
 - ◆ 出月バス停付近（平成23年5月30日～平成24年12月5日）

民有地一次仮置き場	
■ 気仙沼地区 1. 川口町 (平成23年7月1日から平成27年3月31日) 2. 内の船 (平成23年7月1日から平成26年3月31日)	■ 鹿島地区 1. 宿濃 (平成23年4月25日から平成24年5月31日) 2. 小幡漁港付近 (平成23年5月9日から平成27年3月31日) 3. 只越 (平成23年5月20日から平成25年3月31日) 4. 熊立 (平成23年10月4日から平成25年3月31日) 5. 舞根1 (漁) (平成23年6月27日から平成26年1月15日) 6. 舞根2 (東舞根) (平成23年7月6日から平成25年12月20日) 7. 大沢 (平成23年5月23日から平成26年3月31日)
■ 鹿折地区 1. やまじゅう産業資材置き場 (平成23年4月11日から平成25年3月31日) 2. ニノ浜 (平成23年7月1日から平成24年3月31日) 3. 大浦 (平成23年6月20日から平成24年1月31日)	■ 本吉地区 1. 旧ハマダ製本商店跡地 (平成23年4月11日から平成27年3月31日) 2. 猪の鼻 (平成23年5月2日から平成26年3月31日) 3. 沖の田 (平成23年5月10日から平成28年3月31日) 4. 二十一浜 (平成23年5月6日から平成27年3月31日)
■ 松岩地区 1. 片沢 (平成23年8月22日から平成27年3月31日) 2. 片浪南船 (平成25年4月1日から平成26年3月31日)	■ 被災車両仮置き場 1. 安城交通厚台営業所跡地 (平成23年5月23日から平成24年6月25日) 2. 小泉レストラン太平跡地 (平成23年6月22日から平成10月4日) 3. 中みなと町 (平成23年8月8日から平成23年11月30日) 4. 南気仙沼駅前側 (平成23年9月20日から平成24年9月7日)
■ 鹿上地区 1. 旧ハマダ製上店跡地 (平成23年7月1日から平成24年8月31日) 2. 野田 (平成23年8月3日から平成28年3月31日)	
■ 大島地区 1. 大島開発総合センター駐車場 (平成23年4月1日から平成24年3月31日) 2. 漁の浜漁港 (平成23年4月1日から平成24年3月31日) 3. 田中沢 (平成23年5月21日から平成27年3月31日)	

42



43



44



45



46



47



仮置場の問題点

- ◆ 困難を極めた用地確保
- ◆ 管理方法が確立していない
- ◆ 火災・ねずみ・粉じんなどの二次被害
- ◆ 運搬ルートにおける騒音・渋滞・粉じん問題

52

災害等廃棄物処理実績

- ◆ 環境省当初推計量 136.7万トン
- ◆ 平成24年度気仙沼市災害廃棄物処理計画
全体処理量(推計量) 171.6万トン

災害廃棄物	144.6万トン
津波堆積物	27.0万トン
- ◆ 平成25年1月気仙沼市災害廃棄物処理計画見直し数量
全体処理量(推計量) 164.1万トン

災害廃棄物	95.5万トン
津波堆積物	68.6万トン
- ◆ 平成26年3月31日気仙沼市災害廃棄物処理実績
全体処理量(推計量) 198.7万トン

災害廃棄物	104.9万トン
津波堆積物	90.2万トン
その他	3.6万トン

(震災前の気仙沼市廃棄物処理量年間25千トン)

内訳	市独自処理量(推計量) 30.2万トン
災害廃棄物	28.2万トン
津波堆積物	1.2万トン
その他	0.8万トン
県委託処理量(推計量)	168.5万トン
災害廃棄物	76.7万トン
津波堆積物	89.0万トン
その他	2.8万トン

53

教訓として

- ◆ 丁寧な対応こそ被災者の心にかなうもの
 - 位牌・写真・貴重品の取扱い
 - ご遺体への配慮
- ◆ 災害廃棄物は一般廃棄物ではない
 - 劇物・毒物の処理責任
 - 本来事業活動に伴って生じる産業廃棄物の処理
 - 県の立ち位置の不分明さ
- ◆ 災害廃棄物は国が主体となり実行すべき
 - 広域処理は、処分業者主体となりコスト無視
 - マスタープランの見直し
 - 補助金のとらえ方の違い

54

ご清聴ありがとうございました。

55



資料2

各地区初動建設部職員配置

- | | |
|--|------------------------|
| (1) 仲町班
土木課 2 名 牧沢分室 2 名 | (8) 唐桑班
唐桑総合支所対応 |
| (2) 南町班
土木課 2 名 牧沢分室 2 名 三大課 1 名
都市計画課 1 名 | (9) 本吉班
本吉総合支所対応 |
| (3) 内の脇班
土木課 1 名 牧沢分室 2 名 下水道課 1 名 | (10) 牧沢分室
土木課 2 名 |
| (4) 曙橋班
土木課 1 名 自衛隊 | (11) 運搬班
牧沢分室 2 名 |
| (5) 鹿折班
土木課 2 名 牧沢分室 2 名 下水道課 1 名 | (12) 給油班
下水道課 2 名 |
| (6) 松岩班
土木課 1 名 牧沢分室 2 名 | (13) 連絡調整班
土木課執務室職員 |
| (7) 大島班
牧沢分室 1 名 | |

57

資料3 業者作業指示（気仙沼・鹿折）



気仙沼地区



鹿折地区

58

資料3 業者作業指示（松岩・階上地区）



松岩地区

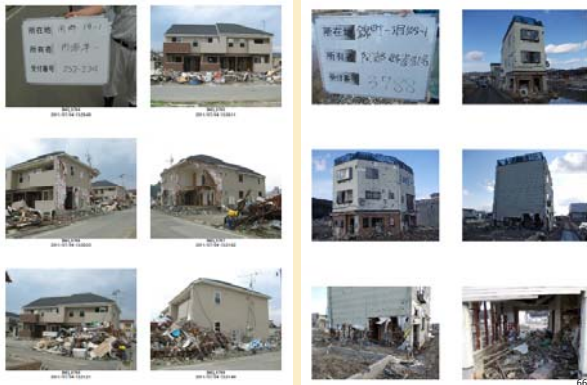


階上地区

59

資料 9

建物解体現地調査写真

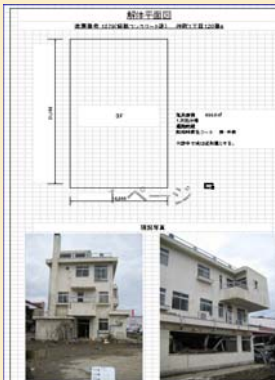


資料10

家屋解体・がれき撤去申請地図



資料11 解体平面図



建物解体費及び運搬費単価

[illegible]

資料12 業務委託契約書様式

[illegible]

倒壊家屋等の解体処理業務に関する特記仕様書

- [illegible]

資料13 解体業務指示書

[illegible]

アスベスト除去指示書

播磨家庭等の解体処理業務指示書
(非放射性アスベスト成形態等除去)

設計事務所 廣 田 洋行
福岡事務所 平成 年 月 日

工業部工務
佐 賀 県
高 島 市

機

取組名称 高 島 市
所在地 高 島 市 新田町南原

所在地より距離約5kmのアスベスト成形態の処理現場を指示します。

申請書番号 取組名称

解体処理開始地 高 島 市 新田町南原 市有地約3.0㎡(幅×奥行)

工 期 平成 年 4 月 日 ～ 平成 年 5 月 日

内 容 高 島 市 新田町南原 市有地約3.0㎡(幅×奥行)のアスベスト成形態の解体処理

取組面積 135.8 m²

取組費 設計費 417,000 円
建設費(仮設) 427,000 円
建設費(本費) 427,000 円

○ 特 記 事 項
解体工事実施にあたっては、第2章「工事実施上の注意」及び、第3章「安全衛生上の注意」を厳格に遵守し、作業要領書及び、作業要領書に添付した「作業要領書」を厳格に遵守して作業を実施するものとします。また、作業要領書に添付した「作業要領書」を厳格に遵守して、作業を実施するものとします。また、作業要領書に添付した「作業要領書」を厳格に遵守して、作業を実施するものとします。

資料14

建物解体所有者立会



資料15

解体施行写真



資料16

建物解体業務完了状況確認



資料17 市独自処理マテリアルフロー

資料17 市独自処理マテリアルフロー		区域外処理	市内処理	特定自治体間処理
①可燃物焼却(熱回収なし)	10,266t	①碎屑物コンクリート	3,987.7	
		②瓦・土木建設	9,862.3	
②木くず(チップ化)	66,580.9t	③資源選別	64,205.1	
		④瓦・土木建設	93,403.7	
③金属くず(再生利用)	46,970.5t	⑤廃プラスチック類(資源化)はらみ処理(資源化)はらず	23.6	
④コンクリート(再生利用)	117,408.8t	⑥資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	2,295.3	
⑤その他再生利用	6,110.7t	⑦資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	1,963.0	
⑥不燃物埋立	7,559.9t	⑧資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	39.9	
⑦不燃物再生利用	2,007t	⑨資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	11,418.8	
⑧焼却炉再生利用	75.7t	⑩資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	41,834.3	
⑨壊壊自動車	7,952t (7,229台)	⑪資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	3,665.5	
⑩津波被害積	11,700t	⑫資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	505.9	
⑪焼却炉再生利用	75.7t	⑬資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	27.4	
⑫焼却炉再生利用	75.7t	⑭資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	219.9	
⑬焼却炉再生利用	75.7t	⑮資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	7,466.6	
⑭焼却炉再生利用	75.7t	⑯資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	1,917.3	
⑮焼却炉再生利用	75.7t	⑰資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	115.8	
⑯焼却炉再生利用	75.7t	⑱資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	1,288.4	
⑰焼却炉再生利用	75.7t	⑲資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	2,340.3	
⑱焼却炉再生利用	75.7t	⑳資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	433.0	
⑲焼却炉再生利用	75.7t	㉑資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	1,476.0	
⑳焼却炉再生利用	75.7t	㉒資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	5.1	
㉑焼却炉再生利用	75.7t	㉓資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	9.0	
㉒焼却炉再生利用	75.7t	㉔資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	8.2	
㉓焼却炉再生利用	75.7t	㉕資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	8.2	
㉔焼却炉再生利用	75.7t	㉖資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	8.2	
㉕焼却炉再生利用	75.7t	㉗資源物①②③④⑤⑥⑦⑧⑨⑩⑪⑫⑬⑭⑮⑯⑰⑱⑲⑳㉑㉒㉓㉔㉕㉖㉗㉘㉙㉚㉛㉜㉝㉞㉟㊱㊲㊳㊴㊵㊶㊷㊸㊹㊺	8.2	

資料18

氦仙沼地区



資料18

气仙沼地区



資料18 中谷内アンダーパス





災害廃棄物の仮置場の 管理・運営

国立研究開発法人国立環境研究所
資源循環・廃棄物研究センター
主任研究員 遠藤和人

残壊物（災害廃棄物）の流れ



市街地以外での災害廃棄物（漂着ごみ）



漂着ごみの量は少ないが対応は必要



平成23年4月～5月の被災地（岩手）



平成23年4月～5月の被災地（岩手）



4月初旬（発災から1ヶ月）の茨城県

混合廃棄物と家電類の分別



コンガラの粗破砕分別



消火器・ガスボンベの分別



鉄くずの回収とリサイクル



2016.01.19

7

環境和人
国立環境研究所

災害廃棄物処理のスタート

- 仮置場の選定
 - 難しい場合が多いので、あらかじめ決めておくことが肝心。その際、仮置場原形復旧のことを考慮して地盤調査をしておくべき。
 - 一次仮置場は数が多いので大変であるが、どの一次仮置場が二次仮置場になるかわからないので、できれば全量実施することが望ましい。
- 動線の確保
 - 先程の写真のような残壊物が散乱した状態から、動線を確保 → 混合廃棄物発生（生存者やご遺体の捜索もあるので、混合廃棄物の発生は不可避）
- 解体作業の開始
 - ある程度の動線確保が出来たら分別収集を行うべき。一次仮置場での粗分別も必須であるが、発生源分別を真剣に考えておいた方がよい。→ どの業者と契約するかも重要。

2016.01.19

8

環境和人
国立環境研究所

一次仮置場選定時のその他事項

- 仮置場の場所をある程度想定しておかないと、鉄道等路線が重なった場所を選定することもあり、手続きが非常に大変。
- 仮設住宅の近くに設定すると、それなりに対応が必要になる。特に騒音、臭気、粉じん対策、強風時の飛散対策が求められる。

最も望ましいのは、将来的な復興計画を踏まえて、仮置場の設置場所を決定すること。復興資材の利用時に、仮置場はストックヤードとなるため。

2016.01.19

9

環境和人
国立環境研究所

仮置場選定時に実施すること

- 地盤強度（ボーリング等）
- 沿岸部の仮置場の場合、軟弱地盤が多いので地盤改良（必要に応じて）
 - 災害廃棄物の仮置場だけならば問題無いが、この場所を二次仮置場とする場合には厳しい。
- できるならアスファルト舗装が望ましい
- 地盤沈下の状況判断（大潮で足場が水没することを防止するため）
- 土壌汚染調査（重金属類のみ）

仮置場の原形
復旧のため

2016.01.19

10

環境和人
国立環境研究所

解体工事における分別

- 分別解体による混合廃棄物の発生量抑制
- 手分別解体 → 機会分別解体 → 仮置場へ



倒壊家屋等の残壊物であっても分別解体することは可能。分別解体をやり過ぎるとコストがかかる。石綿や安定型相当物のみ手分別が適当。解体時に「思い出の品」の捜索に協力する必要性大。そのためのコストは計上できるシステムを。

2016.01.19

11

環境和人
国立環境研究所

残壊物に対して現場での手選別を入れた事例



2016.01.19

12

環境和人
国立環境研究所

機械解体の一例



2016.01.19

13

清藤和人
国立環境研究所

解体後のミンチごみの収集状況



2016.01.19

14

清藤和人
国立環境研究所

分別解体と石綿対応の必要性

- 分別解体が行われていない地域もあった
 - 木造家屋等は1日1棟の速度で解体
 - 鉄骨造りの石綿吹き付けも解体されており、吹き付けは高圧洗浄で除去
 - もしくは、金属くず業者に吹き付けアリの状態で運搬
 - 石綿入りボイラーや鉄骨造の煙突等も気にせずに解体
- 解体時の体制
 - 重機 1 台、手元 3 名程度が標準的
 - 緊急雇用者もいることから、被災者を健康被害から守る必要アリ
- 大型の商業施設や小中学校等は適正解体が行われた。
- 街中のS造では、被災していると構造的に不安定なため、負圧対策ができないことも多く、湿潤のみに頼って解体せざるをえない場合もある。

2016.01.19

15

清藤和人
国立環境研究所

S造の吹き付け石綿の状況例



参考にならないとは思いますが、研究所で実施したL1に対する石綿含有量を測定した結果、津波被害に遭遇しても吹付が残っている物は含有量が大きく、津波で流されてしまった物ほど含有量が小さくなる傾向がありました。

2016.01.19

16

清藤和人
国立環境研究所

L1石綿対応（推奨）

住民台帳等の情報を元にして、S造建造物をマッピング。
→ 現地に入って吹付の有無を観察してマップに反映。
→ 現場での偏光顕微鏡等の迅速判定方によって石綿有無を判定してマップに反映
→ これを元にして解体工事を発注



2016.01.19

17

清藤和人
国立環境研究所

L2石綿（カボスタック等）についても実施



2016.01.19

18

清藤和人
国立環境研究所

L3建材のパターン分け

- パターン1：
混合廃棄物として山積みされた災害廃棄物中の石綿
- パターン2：
コンガラならびにボード類を分別している仮置き場の石綿
- パターン3：
廃棄物混じり津波堆積物の山の石綿
- パターン4：
廃棄物混じり津波堆積物残置の石綿
- パターン5：
石綿含有建材の破損が明らかな建設物近隣域の石綿
- パターン6：
分別解体される石綿



2016.01.19

19

環境和人
国立環境研究所

水産加工場の被災



最終的にビニールを除去して魚のみを海洋投棄した。あまりに過酷な作業のため、細目ネットにビニールごと入れて一時的に海に入れておく方法を提案したがボツでした。

水産加工場の裏の道路にも、当然ながら魚が混じっており、これらガレキの臭気対策が必要。

2016.01.19

20

環境和人
国立環境研究所

水産加工場だけではなく街中も



駅前商店街の水産物も同様。動線確保のために店側に移動させた災害がれきの中にも生ものが入っているので臭気対策が必要。



もしくは、先に収集するなどの対策も有効。し尿処理施設が機能していれば、そちらに投入するのもあり得る。

埋めた自治体も多いが、土地としての利用が難しくなるので、なるべく避けた方が無難。

2016.01.19

21

環境和人
国立環境研究所

仮置き場搬入までに考慮すべきこと

- 一般的な内容はガイドライン等に従って対応
- 分別解体の促進
 - 災害時協定も含めて考慮した方が良い
 - 時間的制約はあるが混合廃棄物を増やさない
 - 石綿（L1～2）までは事前に対応を
 - 臭気問題が必ず発生するので事前に管理体制を整えておくことが必要
 - 分別解体は可能。そして混廃を減らす。
 - 避難所ごみ等の一般廃棄物への対応も。
 - 漂着ごみへの対応も（津波があった場合）

2016.01.19

22

環境和人
国立環境研究所

一次仮置き場整備までの優先順位

1. 道路啓開
2. 爆発性の危険物の除去と管理
3. 臭気を発生する魚混じりガレキ等の撤去
4. 残壊物の撤去（石綿含有物の早期撤去）
5. 有害物質混入物はその後でも大丈夫

仮設や避難所のし尿処理も忘れずに！

2016.01.19

23

環境和人
国立環境研究所

初動時（4ヶ月目程度まで）に思ったこと

- 国 → 県 → 市町村という情報伝達も難しいが、市町村 → 県 → 国という情報は全く伝わらない。
- そのために被災地巡回や職員の派遣を行ったが、最前線の沿岸部には国の職員はいなかった（いても十分な人数ではなかった）。
- 初動時数ヶ月間は、災害廃棄物処理計画等に即した実行計画を遂行するためにも、指導も兼ねて最前線に分かっている人（判断できる人）を貼り付けるべきでは。
- 津波被害があった場合、沿岸部の自治体職員は家も無く、ご家族が見付かっていなかったり、亡くなられている場合も多い。水道、電気も通っていない可能性が高い。その中で、公務を遂行する難しさも分かって頂きたい。

2016.01.19

24

環境和人
国立環境研究所



一次仮置場での分別

- 仮置場管理者の経験値によって、分別度合いが異なる。
 - 自治体単位（二次処理管轄単位）で分別方法をあらかじめ決めておくことが必要。
 - 仮置場入口に指示を出す職員を配置すること。

2016.01.19 26 滋賀県立環境研究所

粗選別（金属）

金属類はかなり初期の段階から産廃業者が有価で収集してくれた。鉄骨等以外の金属類は圧縮機で成型していた。鉄骨類は大型車待ちなので搬出がゆっくりとしていた。

2016.01.19 27 滋賀県立環境研究所

粗選別・排出源分別（石膏ボード）

石膏含有石膏ボード情報

事業者名	事業所名	事業所住所	事業所電話番号	事業所FAX番号	事業所Eメール
滋賀県立環境研究所	滋賀県立環境研究所	滋賀県彦根市彦根1-1-1	075-833-1111	075-833-1112	info@nies.go.jp

石綿含有石膏ボード情報

事業者名	事業所名	事業所住所	事業所電話番号	事業所FAX番号	事業所Eメール
滋賀県立環境研究所	滋賀県立環境研究所	滋賀県彦根市彦根1-1-1	075-833-1111	075-833-1112	info@nies.go.jp

ボード類はボード類という分別はしない！石膏ボードとスレートと一緒に入れる人たちがいる。これをやると数ヶ月間の手選別が必要となる。石膏ボード、その他ボードで分けるか、その他ボードを石綿含有の有無で分ける。

http://www.nies.go.jp/shinsai/sekkou_no1_110624.pdf

2016.01.19 28 滋賀県立環境研究所

粗破碎（コンガラ）

仮置場の基盤整備にも利用でき、所有者への撤去確認等も必要が無いので、最も利用価値が高い復興資材となる。

ただし、現場には環境系の人間がほぼ居ないため、スレート板等も破碎してしまう。現地では石綿のことを「例の鉱物？」という認識しか無い。なので、初動時に環境系の人間が現場に入ること重要。

2016.01.19 29 滋賀県立環境研究所

車の仮置場（初期1年まで）

盗難防止のためにフェンスを設置して、地元雇用者をガードマンとしたが、本格的な窃盗団が来るので、地元雇用者では危険と判断して中止。

2016.01.19 30 滋賀県立環境研究所

その他（廃プラ、畳等）



廃プラの分別仮置きの様子



畳の分別仮置きの様子



津波堆積物の仮置きの様子



一次仮置き場での機械粗選別

2016.01.19

31

清和環境研究所

その他（タイヤや金庫、危険物）



タイヤの分別仮置きの様子



危険物等の分別仮置きの様子



金庫のみの仮置き場（要フェンス）



所々に燃えた跡が見付かる

2016.01.19

32

清和環境研究所

仮置き場における火災予防（火災例）



2016.01.19

33

清和環境研究所

災害廃棄物の消火活動の一例



2016.01.19

34

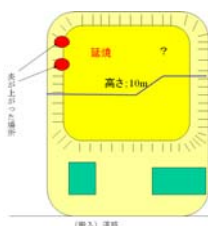
清和環境研究所

平常時の堆積廃棄物火災事例 1



消火活動時間 39時間9分
放水総量 1200キロリットル
延焼（焼損）規模 1300m³
鎮火時間 約10日

- ・ 積替え保管場
 - － 面積1,500平米
 - － 容積5,000立米
- ・ 建設系解体廃棄物



（輸入）遺留

2016.01.19

35

清和環境研究所

平常時の堆積廃棄物火災事例 2



10月21日
チップ堆積現場より出火
堆積深さ約15m
堆積量約35,000立米



22日間にわたる消火活動に従事した消防職員は延べ432名、消防団員は913名。消防ポンプ自動車は延べ128台にのぼり、総放水量は18,000キロリットル。当該市の消防本部を設置した昭和23年以來、最も長い消火活動となった。

2016.01.19

36

清和環境研究所

災害廃棄物の発熱と火災の特長対応

- ◆ 基本的には無炎燃焼（燐焼）である。
- ◆ 地中深さ1～2mからの出火（発煙）が多い。
- ◆ 降雨後に発熱しやすい。
- ◆ 高さによって発熱速度が異なる。
- ◆ ガス抜き管（放熱管）の設置で温度上昇を抑制できる可能性が高い。



畳をフレコンに詰めて5段積みした実験
→ 1週間で60℃に上昇し、直ぐに解体



草木が生えてきている山は発火の危険性極小



発熱部位を掘削して冷ましてから埋め戻し

2016.01.19

37

国立環境研究所

震災対応ネットワーク

仮置場の可燃性廃棄物の火災予防（第二報）

国立環境研究所取り組み

- 仮置場に積み上げられる可燃性廃棄物は、**高さ5メートル以下**、一山あたりの**設置面積を200平方メートル以下**にする。また、積み上げられる山と山との**離間距離は2メートル以上**とすること。
 - 5メートルを超えると、内部の発熱速度 > 表面からの放熱速度となり、蓄熱が促進される危険性があるため。
 - 増積高さ、設置面積、離間距離を適切に管理することで、火災発生時の消火活動が容易になるため。
- 積み上げられた山の上で作業する**重機の活動範囲を日単位で変更**すること（毎日同じ場所に乗らない）。
- 数週間に1度は**仮置場の堆積物の切り返し**を行い、積み上げたままの状態を長期放置しないようにすること。
- ガスボンベ、ライター、灯油缶、バイク等の燃料を含む危険物や、電化製品、バッテリー、電池等の**火花を散らす廃棄物の混在を避ける**。また、これらを含む可能性のある家電・電子機器等の保管場所と**可燃性廃棄物を近接させない**。

2016.01.19

38

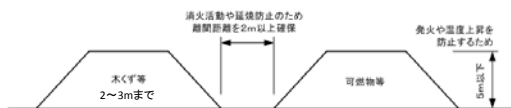
<http://www.nies.go.jp/shinsai/survey.html>

国立環境研究所

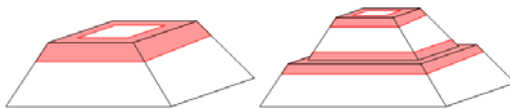
震災対応ネットワーク

国立環境研究所取り組み

理想的な仮置場の状況



発火の危険性が高い領域



2016.01.19

39

<http://www.nies.go.jp/shinsai/survey.html>

国立環境研究所

震災対応ネットワーク

仮置場の可燃性廃棄物の火災予防（第二報）

国立環境研究所取り組み

- 降雨が繰り返されることによって、廃棄物層内の温度が上昇することが懸念されるため、**降雨が多い時期には特に注意が必要**。
- 積み上げられた堆積廃棄物の深層温度は、気温よりも1～2か月遅れて上昇することから、**8月を過ぎても少なくとも10月下旬程度までは注意が必要**である。
- 火災予防のモニタリング
 - 最低でも1週間に1度程度は仮置場の山を巡回視察すること。
 - 表層から1メートル程度の深さの温度が**摂氏75度を超過していたら危険信号**
 - 表層から1メートル程度の深さの**一酸化炭素濃度が50 ppmvを超過していたら危険信号**
 - 堆積物から出てくる水蒸気が**芳香系の揮発質がある場合は危険信号**
 - モニタリングは**法南部、小段部分**を重点的に調査すること。
- 散水による火災防止効果を過度に期待せず、蓄熱しない環境（高さ制限等）や危険物の混入を避ける対策を実施すること。

2016.01.19

40

<http://www.nies.go.jp/shinsai/survey.html>

国立環境研究所

一酸化炭素・メタンガス濃度の測定（留意点）

機種	対象ガス	測定原理
A社	メタン	赤外線吸収式
B社	一酸化炭素	赤外線吸収式
C社	一酸化炭素	赤外線吸収式
D社	一酸化炭素	赤外線吸収式
E社	一酸化炭素	赤外線吸収式
F社	一酸化炭素	赤外線吸収式
G社	一酸化炭素	赤外線吸収式
H社	一酸化炭素	赤外線吸収式
I社	一酸化炭素	赤外線吸収式
J社	一酸化炭素	赤外線吸収式
K社	一酸化炭素	赤外線吸収式
L社	一酸化炭素	赤外線吸収式
M社	一酸化炭素	赤外線吸収式
N社	一酸化炭素	赤外線吸収式
O社	一酸化炭素	赤外線吸収式
P社	一酸化炭素	赤外線吸収式
Q社	一酸化炭素	赤外線吸収式
R社	一酸化炭素	赤外線吸収式
S社	一酸化炭素	赤外線吸収式
T社	一酸化炭素	赤外線吸収式
U社	一酸化炭素	赤外線吸収式
V社	一酸化炭素	赤外線吸収式
W社	一酸化炭素	赤外線吸収式
X社	一酸化炭素	赤外線吸収式
Y社	一酸化炭素	赤外線吸収式
Z社	一酸化炭素	赤外線吸収式

2016.01.19

41

遠藤和人・山田正人（2014）：ポータブルガスモニターによる処分場ガス測定時の留意点、第25回廃棄物資源循環学会

国立環境研究所

一次仮置場で混乱するもう一つの要因：入口管理



2016.01.19

42

<http://www.nies.go.jp/shinsai/survey.html>

国立環境研究所

一次仮置場で混乱するもう一つの要因：処理量予測

容積(m ³)	区分	重量(kg)	構成比	区分	重量(kg)	構成比
38	可燃	2943.9	37.6%	木くず	1318	16.8%
				紙類	522	6.7%
				プラ	618.3	7.9%
	不燃	3994.3	51.1%	布類	403	5.2%
				皮・ゴム	31	0.4%
				その他可燃	54.6	0.7%
	その他	885.7	11.3%	鉄	157	2.0%
				非鉄	43.4	0.6%
				ガラス・陶磁器	137.1	1.8%
				コンクリートがら	93.7	1.2%
				その他不燃	333.7	4.3%
				臨下残さ	3083	39.4%
				家庭ごみ	47	0.6%
				大型・長物	777.3	9.9%
				有害・危険物	55.9	0.7%
				思い出の品	5.5	0.1%
					7823.9	100.0%

0.217 t/m³
この高密度がないと、処理量が無いので計画が立てられない。



我々はこの数字を出すのに準備2日、作業に3日を要した。表層から組成を調べたのでは、ふるい下残さの発生量は予測できないので、処理を想定した組成把握が大事。

2016.01.19

43

通産和人 国立環境研究所

残壊物（災害廃棄物）の流れ



2016.01.19

44

通産和人 国立環境研究所

二次仮置場（中間処理）

- 中間処理が始まると、企画競争であることもあり、方法自体を変更することは、それ程多くはなかった。
- 搬入管理やその他廃棄物、危険物、家電類、FRP船等の雑多な災害廃棄物への対応が多くなった。
- 社会的な要請も多かったことから、一次仮置場の数を減らすための努力、といった印象が強かった。
- 二次処理を円滑に進めるためにも、二次処理にすべての排出源分別となる一次仮置場の適切な管理が必要と考えられる。
- 中間処理の問題は、出口戦略が無かった事。
- 二次処理では、ストックヤードに屋根と乾燥工程が必要では（要検討）。

2016.01.19

45

通産和人 国立環境研究所

津波堆積物の性状による篩下への影響

上段（粘性土）・下段（砂質系）



ふるい下への木くず混入



海水由来の固着性による団粒化



10~20mmふるい通過試料



10mmふるい通過試料

2016.01.19

46

通産和人 国立環境研究所

可燃物と焼却灰処理



可燃物の圧縮梱包（運搬・保管のため）



焼却炉へ搬出待ちの可燃物



焼却灰の固化処理による資材化



資材化された焼却灰のストックヤード

2016.01.19

47

通産和人 国立環境研究所

L3石綿含有建材への対応



搬入時展開検査による抜き取り



手選別による抜き取り



板状建材を全て抜き取るしか方法が無い



これらは最終処分へ

2016.01.19

48

通産和人 国立環境研究所



有効利用が進まない資材への対応

- 金属、コンガラ、津波堆積物（夾雑物を除去した物を含む）、プラは、有効利用が進んでいる。
- なぜなら、ふるい上資材であるため。
- ふるい下である分別土（分別土砂）については、有効利用が進んでいない。
 - 有効利用量1065万トン（コンガラと津波堆積物）
 - 処理して利用されていない物は数百万トン

100% 土粒子

木くず 100%

何処までなら資材利用できるのか明らかにしなかった（できなかった）

2016.01.19 50 清和環境研究所

分別土の実証試験

分別土A種（津波堆積物由来）

分別土B種（混合廃棄物由来）

2014年10月よりモニタリングを開始。現在もモニタリングを継続中。

- 盛土自体の沈下
- 発生ガス
- 温度
- 浸透水の水質

ガス発生や発熱は無いが、COD等の汚濁成分がやや高い。

2016.01.19 51 清和環境研究所

復興資材をストックさせないためには

復興資材とのマッチング

誰がマッチングさせるの？
どこに使えるの？
土量収支は合うの？
危険性は無いの？

マッチング（土量収支）は、県等の職員が実施するしかない。
発生源→市町村十数カ所
利用先→県土、国交省十数カ所
品目は3種（ガラ、分別土、津波堆積物）
品質管理方法を県が提示。
再生製品の多量利用と同じ感覚。

2016.01.19 52 清和環境研究所

さいごに

- 廃棄物処理計画策定となると、マクロな計画を作ることになり、基本方針程度と考えられる。
- 実際、自治体が担う役割は多岐にわたる。
- 大きな災害を考えがちだが、比較的小規模（数万トンレベル）でも混乱する。
- 災害廃棄物は一般廃棄物だが、品目の殆どは産業廃棄物に準じることに留意。
- 復興計画に応じた廃棄物処理計画を推奨（仮置場や二次仮置場の設置場所を設定しておく）もちろん、余震等への対応も考慮。

2016.01.19 53 清和環境研究所