

災害廃棄物の発生量の推計方法

災害廃棄物の発生量を推計する目的、特徴及び推計の流れ

目的

- 地域毎の災害廃棄物の発生量を推計するための算出方法及び必要な発生原単位を検討する。
- 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

- 東日本大震災の処理の実績を踏まえ、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。
- 発災後においても容易に入手可能な情報により、種類別の発生量を推計できる方法とする。

検討フロー

①建物被害の予測

【建物情報】

- ・国勢調査
- ・住宅土地統計調査
- ・固定資産概要調査

【ハザード情報】

- ・液状化
- ・揺れ
- ・津波

建物の被害想定

- ・建物の被害棟数
(全壊、半壊、床上浸水、床下浸水)

②災害廃棄物等の発生原単位

【被害実績の情報】

- 東日本大震災での災害廃棄物量(量・質)
- 消防庁被害報(全壊、半壊、一部損壊、床上浸水、床下浸水棟数)

統計解析

- ・発生原単位トン/棟
- ・災害廃棄物の種類別の割合

今回の検討委員会
において
検討する事項
(赤破線枠)

③災害廃棄物の発生量の推計

発生量(トン)

= 建物被害棟数 × 原単位(トン/棟) × 種類別の割合(%)

掛け合わせ

地域別・種類別の災害廃棄物の発生量の試算

災害廃棄物の発生量の推計条件① <ハザード情報（対象とする地震）>

ハザード情報(対象とする地震)

【対象とする地震】 内閣府の「南海トラフ巨大地震」(2012)と「首都直下地震」(2013)

<南海トラフ巨大地震>

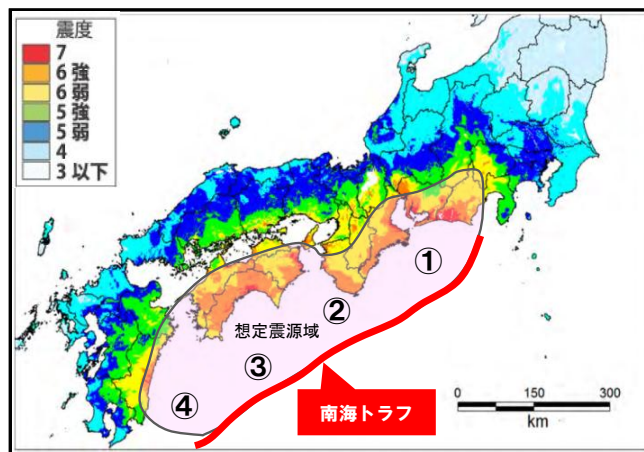
- 内閣府では、地震ケース※¹として「基本ケース」と「陸側ケース」を対象しているが、本検討では被害が大きくなる「陸側ケース」を対象とし、津波ケース※²については、大きく被災する地域がそれぞれ東海地方、近畿地方、四国地方、九州地方となる4ケースを対象とする。

No	地震動	津波エリア	大きく被災する地域
1	陸側ケース	駿河湾～紀伊半島沖	東海地方
2	陸側ケース	紀伊半島沖～四国沖	近畿地方
3	陸側ケース	四国沖	四国地方
4	陸側ケース	四国沖～九州沖	九州地方

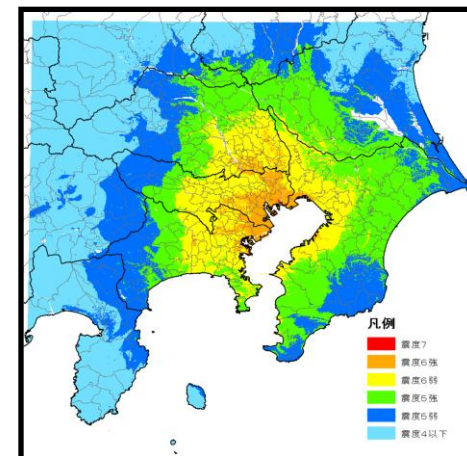
※1: 地震ケース…強い揺れを起こす震源域を、「基本ケース」: 基本的な位置に設定したケース、「陸側ケース」: 基本ケースより陸に近いところに設定したケース
 ※2: 津波ケース…高い津波を起こす波源域を、駿河湾～紀伊半島沖、紀伊半島沖～四国沖、四国沖、四国沖～九州沖に設定したケース

<首都直下地震>

- 首都直下地震のうち、内閣府で対象としている「都心南部直下地震」のケースのみを対象とする。



南海トラフ巨大地震の震度分布図 陸側ケース(内閣府、2012)



首都直下地震の震度分布図 都心南部直下地震(内閣府、2013)

建物被害想定<被害区分>

- 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、半壊や床上浸水、床下浸水の被害を受けた建物からも災害廃棄物が発生することから、建物被害想定被害区分を、**全壊、半壊、床上浸水、床下浸水の4区分**とする。
- 建物は複数の要因により被害を受ける(例:液状化によって、半壊した建物が、さらに津波で流失し全壊する。)ため、被害による災害廃棄物の発生量を重複して計上しないように、災害廃棄物の発生する量が多い方から「全壊→半壊→床上浸水→床下浸水」の順に被害を想定する。

被害区分	定義
全 壊※1	住家は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※1	住家はその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

※1 災害の被害認定基準について、平成13年6月28日府政防第518号内閣府政策統括官(防災担当)通知より引用

災害廃棄物の発生量の推計条件③ <建物被害想定における被害要因>

建物被害想定<被害要因>

- **液状化、揺れ、津波**の3つの要因により建物の受ける被害を前記の4つの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(例;揺れによって全壊した後に津波で流失)、被害要因の重複を避けるため、「液状化→揺れ→津波」の順番で要因を設定する。

被害要因	想定対象	備考
液状化	○	全壊判定に内閣府(2012)を、半壊判定に静岡県(2012)の手法を用いる。
揺れ	○	内閣府(2012)の手法を用いる。
急傾斜地崩壊 (算定方法は今後 検討予定)	—	内閣府による被害想定 of 検討結果により、災害廃棄物量の発生に大きな影響を与えてないことが確認できているため、本年度の検討では対象外とする。
津波	○	津波浸水深が0.5m未満の場合は床下浸水、0.5m以上1.5m未満の場合は床上浸水として、想定する。1.5m以上については内閣府(2012)の手法を用いる。
火災 (算定方法は今後 検討予定)	—	建物が焼失した場合、災害廃棄物の発生量が減る可能性が高く、また火災による被害の程度は地域特性やその時の風向や風速などの自然条件を考慮する必要があるため、揺れ等による被害のない地域への延焼も含めて、本年度の検討では対象外とする。 ※火災により発生する災害廃棄物の推計については、次年度以降の地域別の災害廃棄物発生量を推計する際に考慮する。建築物の火災による被害状況については、一般的に入手可能な情報を用いて、一定の風向・風速等の自然条件を設定して、建築物の地域特性等を考慮した推計手法を検討し、火災による家屋の被害状況(全焼、半焼など)に応じた原単位を既往の研究や実績値を参照して設定し、そのうえで火災による災害廃棄物の発生量を推計する。

災害廃棄物の発生原単位の設定①

発生原単位の項目

- 災害廃棄物は、地震や津波等による建物の倒壊や建物内の家財の破損・汚損などであり、その発生量は、被災地域の被害の程度による。
- 発生原単位の項目は、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。

発生原単位の推計方法の考え方

【全壊・半壊の発生原単位】

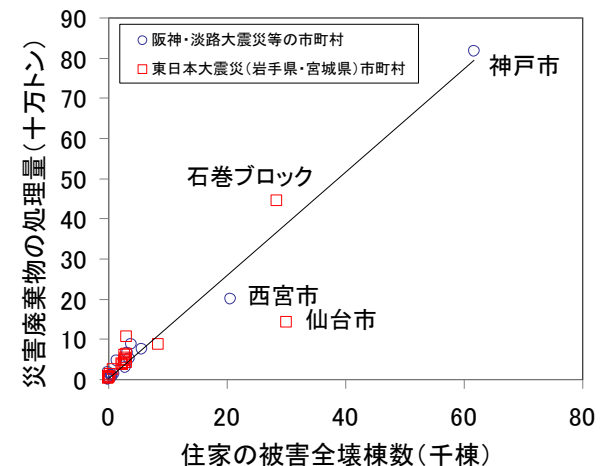
- 市町村別の災害廃棄物の処理量(実績値)は、阪神・淡路大震災、東日本大震災のいずれの地震・津波災害においても住家の被害のうち全壊棟数と大きな相関がみられる。
- 東日本大震災における岩手県、宮城県での建物被害棟数と災害廃棄物の処理量(実績値)を重回帰分析(「災害廃棄物の処理量」を従属変数、「住家の被害棟数」を独立変数として算定)し、全壊と半壊の発生原単位を算定した。その際、**重回帰モデルの統計的有意性、災害の被害認定基準、解体実績等により、半壊の発生原単位は「全壊の20%」**と設定。

「災害廃棄物の発生量」=Σ 発生原単位×住家の被害棟数

- モデルの決定係数は $R^2=0.959$ であり、分散分析結果は、 $F(2, 19)=253.848$ ($p=.000$)であることから、5%水準で有意な結果となった。

【床上浸水・床下浸水の発生原単位】

- 平成23年東北地方太平洋沖地震に係る住家被害認定の調査方法(内閣府、平成23年4月12日)において、津波による床上浸水、床下浸水を半壊、一部損壊と判定している。
- 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ことから、発生原単位は、『**水害時における行政の初動対応からみた災害廃棄物発生量の推定手法に関する研究,平山・河田,2005^{※1}**』によるものとした。
※1) 2004年に水害が発生した48市町村からのデータによる重回帰分析結果で、モデルの決定係数は $R^2=0.951$ 、分散分析結果は、 $F(6, 43)=138.354$ ($p=.000$)であることから、5%水準であり、水害廃棄物量が1,000t以上になると高い精度で発生量を推定できると言われている。

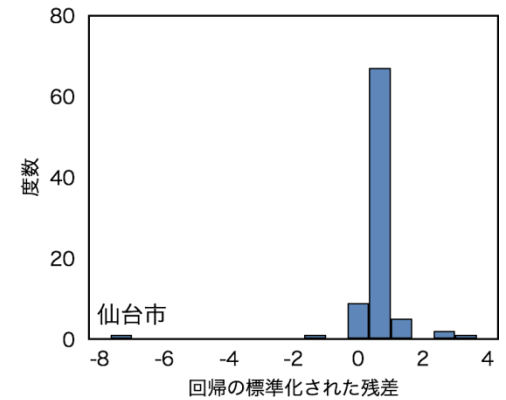


市町村別の災害廃棄物の処理量と建物被害の全壊棟数との相関関係

災害廃棄物の発生原単位の設定②

発生原単位の特徴

- 発生原単位は、住宅に加えて公共建物、その他の被害を含む東日本大震災の処理量から算出していることから、発生原単位は被害全体を含んでいる。
- 発生量は被害規模に比例するという仮定のもと、パラメータとして建物被害棟数を用いているものであり、単位は「トン/棟」になるが、**単純に建物1棟の解体に伴う発生量ではなく、推計対象地域における公共建物を含んだ全体の発生量を算出**する原単位という特徴がある。
- 今回設定した発生原単位に対して、建物規模等(平均延床面積など)の地域特性を反映させていく方法については、次年度以降、各ブロックにおけるより詳細な被害想定を行う際の検討課題である。



災害廃棄物の処理量と全壊棟数との回帰の標準化された残差のヒストグラム

【東日本大震災の処理の実績値について】

- 災害廃棄物の処理量と全壊棟数(消防庁被害報)の回帰モデルにおける回帰の標準化された残差のヒストグラムから、仙台市の事例が-7.3と大きくかけ離れている。仙台市では、丘陵地を造成した住宅地での地滑り等の要因も含んでおり、消防庁被害報の全壊棟数に比較して、災害廃棄物の発生量が少なかったと推察されることから、今回の解析には含めない。

発生原単位の算定結果

算定した発生原単位

	発生原単位	算出に用いたデータ
全壊	116.9トン/棟	<ul style="list-style-type: none"> ・ 東日本大震災における岩手県及び宮城県の建物被害棟数：消防庁被害報 ・ 東日本大震災における岩手県及び宮城県の災害廃棄物処理量 岩手県：「災害廃棄物処理詳細計画（第二次改訂版）」（岩手県, 2013. 5） 宮城県：「災害廃棄物処理実行計画（最終版）」（宮城県, 2013. 4）
半壊	23.4トン/棟	・ 同上（半壊の発生原単位は「全壊の20%」に設定）
床上浸水	4.60トン/世帯	<ul style="list-style-type: none"> ・ 既往研究成果をもとに設定 「水害時における行政の初動対応からみた災害廃棄物発生量の推定手法に関する研究」(平山・河田, 2005)
床下浸水	0.62トン/世帯	・ 同上

災害廃棄物の発生原単位と既往の発生原単位との比較

既往の発生原単位

【家屋解体に伴う発生原単位、公共建物・その他含まず】

- 阪神・淡路大震災における倒壊家屋の解体に伴い発生する解体廃棄物の発生原単位：**0.40～0.61トン/平方メートル**（高月ら、廃棄物学会誌、1995）
- 阪神・淡路大震災（大阪市）での解体実績により算出された廃棄物発生量：**96立方メートル/戸**（公共建物・その他含まず）（渡辺、災害廃棄物フォーラム講演論文集、1996）
- 住宅産業解体処理業者連絡協議会における経験値：**39.7～44.7トン/戸**（公共建物・その他含まず）（住宅産業処理業者連絡協議会、1991）
- 2004年新潟県中越地震での解体廃棄物発生量原単位：**57～85トン/棟**（公共建物・その他含まず）（環境省関東地方環境事務所、大規模災害時の建設廃棄物等の有効利用及び適所埋法策検討調査報告書、2006）
- 東京都地域防災計画における発生原単位：**木造 29.3トン/棟、RC構造 230.7トン/棟、S造 195.9トン/棟**（東京都地域防災計画震災編、平成8年修正）

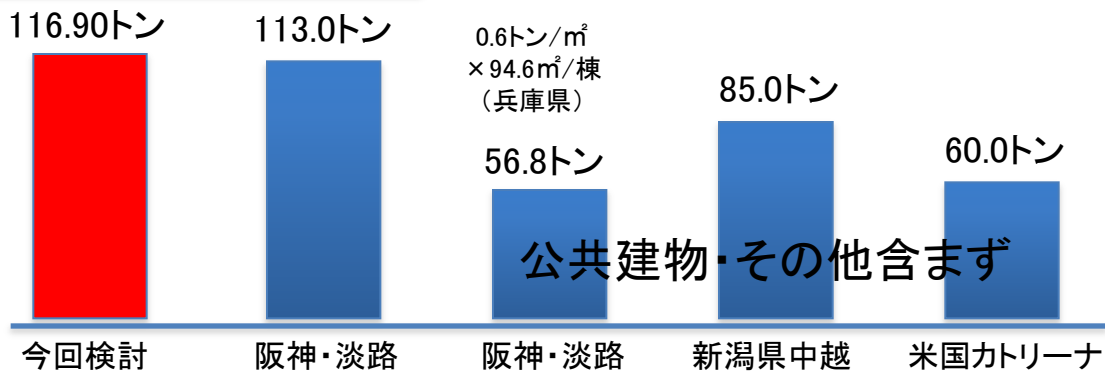
【被災地域の被害の程度から算出された発生原単位、公共建物・その他含む】

- 阪神・淡路大震災の住宅・公共建物・その他を含む発生原単位：**全壊 61.9トン/世帯、113.0トン/棟、半壊 30.9トン/世帯、56.5トン/世帯**（Hirayamaら、Waste Management and the Environment、2010）

【海外の事例】

- 米国ハリケーンカトリーナ災害での発生量原単位：**300 cubic yards/棟**（229立方メートル/棟）、**60トン/棟**（近藤ら、第18回廃棄物学会研究発表講演論文集、2007）

1棟当たりの発生原単位の比較



災害廃棄物の種類別割合の設定

種類別の割合

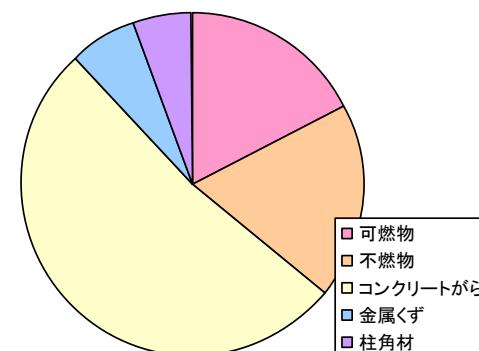
- 既存の廃棄物処理施設の処理可能量を算出するため種類別の災害廃棄物量を算出する。
- 算出する種類は、**可燃物、不燃物、コンクリートがら、金属くず、柱角材**とする。
- 種類別割合は、阪神淡路大震災及び東日本大震災における災害廃棄物の種類別の割合(実績)をもとに設定する。
- **南海トラフ巨大地震**については、津波を伴う災害であった**東日本大震災(宮城県+岩手県)**の種類別割合を用いる。
- **首都直下地震**については、都市部における地震災害であった**阪神・淡路大震災(神戸市)**の種類別割合を用いる。

項目	東日本大震災 (宮城県+岩手県)	阪神・淡路大震災 (神戸市)
可燃物	18%	17%
不燃物	18%	40%
コンクリートがら	52%	42%
金属くず	6.6%	0.5%
柱角材	5.4%	0.4%

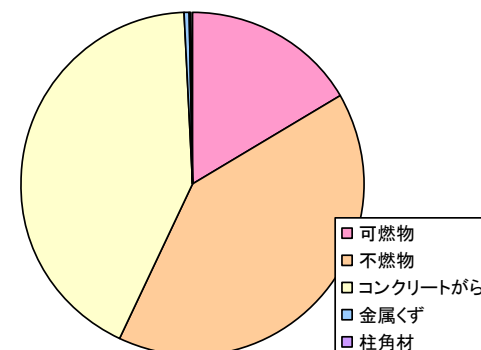
南海トラフ巨大地震に適用

首都直下地震に適用

東日本大震災(宮城県+岩手県)



阪神・淡路大震災(神戸市)



※1) 算出に用いたデータ

阪神・淡路大震災(神戸市): 「災害廃棄物の処理の記録」(財団)法人兵庫県環境クリエイティブセンター)

東日本大震災(宮城県): 「災害廃棄物処理実行計画(最終版)」(宮城県, 2013.4)

東日本大震災(岩手県): 「災害廃棄物処理詳細計画(第二次改訂版)」(岩手県, 2013.5)

※2) 阪神・淡路大震災は処理の実績値、東日本大震災は処理途上のデータであり、一部推計値を含んだもの。

種類別割合は処理量(選別後)から算出。選別方法によって種類別割合は異なるものとなる。

※3) 阪神・淡路大震災はコンクリートがらに土砂やアスファルトなどを含む。また、埋立処分量が多いことから不燃物の割合が高くなっている。

津波堆積物の発生量の推計方法

検討フロー

- 東日本大震災の処理量の実績から発生原単位を設定し、津波浸水面積から発生量を推計する。

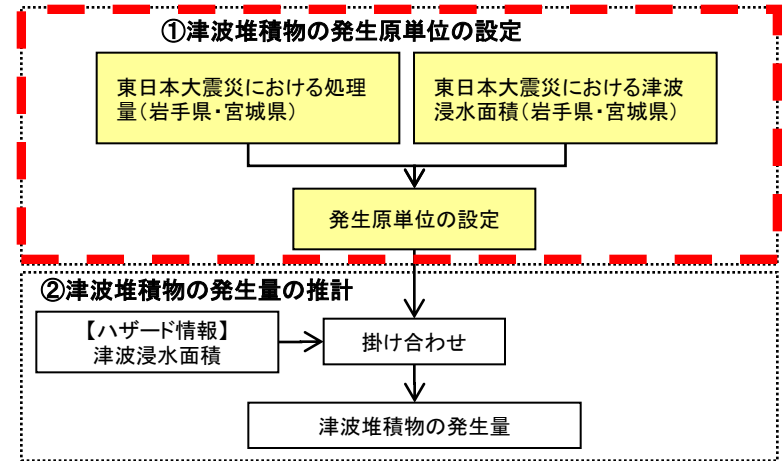
【参考】東日本大震災における津波堆積物の推計式

出典：津波堆積物処理指針（平成23年7月5日、一般社団法人廃棄物資源循環学会）

発生量＝津波浸水面積×津波堆積厚×体積換算係数

津波堆積厚（平均堆積高）：2.5～4.0cm（設定値）

体積換算係数：1.10トン/m³～1.46トン/m³



発生原単位の設定

- 発生原単位(トン/m²)＝津波堆積物の選別後の処理量(トン)÷津波浸水面積(m²)＝ **0.024トン/m²**

津波堆積厚に換算すると1.7～2.2cm（宮城県＋岩手県）であり、津波堆積物処理指針に基づく東日本大震災での設定値（2.5～4.0cm）より小さい。実際には処理を行わない津波堆積物があることや、その一部が災害廃棄物に混入していることが理由と考えられる。

		宮城県	岩手県	宮城県＋岩手県
東日本大震災の津波堆積物の選別後の処理量		796万トン	145万トン	941万トン
津波浸水面積		327km ²	58km ²	385km ²
発生原単位(単位面積(津波浸水範囲)当たりの処理量)		0.024トン/m ²	0.025トン/m ²	0.024トン/m²
津波堆積厚	体積換算係数1.10トン/m ³ の場合	2.2cm	2.3cm	2.2cm
	体積換算係数1.46トン/m ³ の場合	1.7cm	1.7cm	1.7cm

出典1:「宮城県災害廃棄物処理実行計画(最終版)」(宮城県,2013.4)

出典2:「岩手県災害廃棄物処理詳細計画(第二次改訂版)」(岩手県,2013.5)

出典3:「津波による浸水範囲の面積(概略値)について(第5報)」(国土地理院)

発生量の推計式

- 発生量は宮城県及び岩手県の2県の数値を用いて算出した発生原単位を用いて推計する。

発生量＝津波浸水面積(m²)×発生原単位(0.024トン/m²)

災害廃棄物等の種類別発生量の推計に関する今後の方針

発生量の試算

- 今回検討いただいた建物の被害想定手法により建物被害棟数を推計し、上記のとおり設定した発生原単位及び種類別割合を用いて地域別・種類別の災害廃棄物・津波堆積物の発生量を推計する。
- 推計した災害廃棄物等の発生量は地域別・種類別に取りまとめる。
- 南海トラフ巨大地震は津波の4つのケースごとに発生量を算出する。
- 首都直下地震は都心南部直下地震の1ケースを対象に発生量を算出する。
- 上記の計算は500mメッシュ単位で行うので、発生量の分布を把握するために計算結果に基づく発生量の分布図を作成する。

試算する地震のケース

対象とする地震	検討ケース
南海トラフ巨大地震	地震動：陸側ケース 津波の波源域：4 ケース
首都直下地震	都心南部直下

メッシュ毎の建物被害棟数 × 発生原単位



災害廃棄物等の発生量



災害廃棄物等の種類別の割合

地域毎の種類別発生量

災害廃棄物等の種類

可燃物

不燃物

コンクリートがら

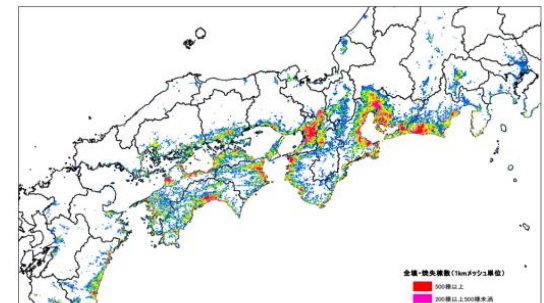
金属くず

柱角材

津波堆積物

アウトプットイメージ

地域	発生量	可燃物	不燃物	コンがら	金属くず	柱角材	津波堆積物
関東地方							
中部地方							
近畿地方							
中国地方							
四国地方							
九州地方							



災害廃棄物の発生量の分布図

※1：500mメッシュ単位の計算結果より、地域別・種類別に一覧表として整理する。

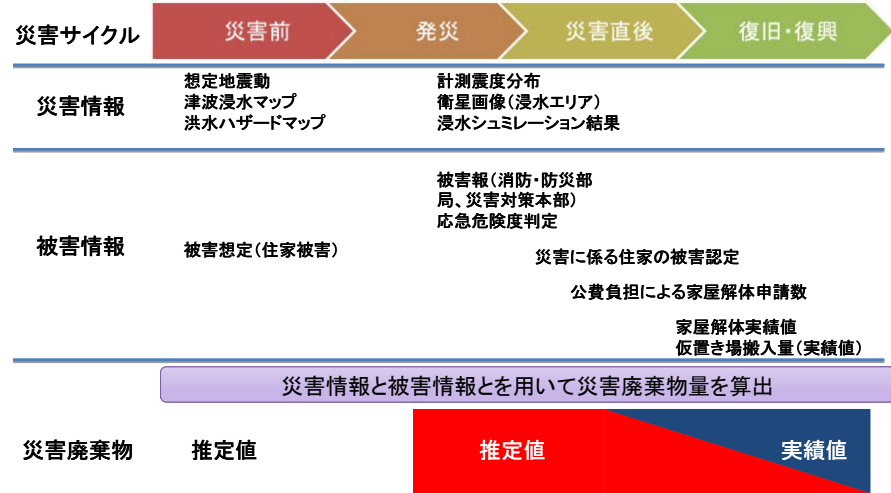
※2：右図の分布図は、イメージとして内閣府（2012）の全壊・焼失棟数分布を示したもの。今後、推計を行った上で、ケース毎に分布図を作成する。

発災後における災害廃棄物処理の進捗管理

災害廃棄物処理計画に基づく進捗管理方針

- 災害廃棄物の処理を計画的に進めるためには、発災直後にその時点で把握できる被害状況の情報を踏まえたシミュレーションにより発生量を推計し、当初の処理計画を策定する。
- 被害状況の把握の進度を受けて、被害状況の情報をより取り入れた算出方法により推計の精度を上げていく。
- その結果を踏まえ、災害廃棄物の処理計画の見直しを適宜行い、順次精度を上げて災害廃棄物処理の進捗管理を行う。

災害廃棄物の発生量と災害サイクル



発生量の推計方法

災害廃棄物の発生量の推計は、災害情報、被害情報、発生原単位を適切に更新することにより、段階に応じてその精度を高めていく管理する必要がある。

$$\text{発生量} = \text{災害情報} \times \text{被害情報} \times \text{発生原単位}$$

