

地域特性を考慮した災害廃棄物処理に関する課題と対応

応用地質株式会社 眞鍋和俊
応用地質株式会社 田淵圭
応用地質株式会社 ○岡崎真友子

論文要旨

自治体においては大規模災害に対する事前の備えとして災害廃棄物処理計画を策定する必要がある。迅速で適切な処理を可能とする実効性の高い災害廃棄物処理計画の策定には、災害廃棄物処理に共通する課題である「共通事項」と、地域特性等による災害廃棄物処理に係る課題である「個別事項」の2つの側面から計画の検討を行う方法がある。

本論文では、近畿ブロックにおける災害廃棄物処理計画策定モデル事業の事例から、実効性の高い災害廃棄物処理計画策定のために検討が必要な「共通事項」、「個別事項」について整理し、災害廃棄物処理計画策定における共通事項と個別事項の検討の重要性について述べた。

キーワード：災害廃棄物、災害対策、災害廃棄物処理計画

まえがき

近年大規模災害が各地で発生しており、東日本大震災、平成27年関東・東北豪雨、平成28年熊本地震及び平成29年7月九州北部豪雨では甚大な被害が発生し、災害廃棄物処理が課題となった。近い将来発生が予測される南海トラフ巨大地震では甚大な被害が想定されており、最大約3.5億トンもの災害廃棄物の発生が環境省により推計されている。

自治体においては大規模災害の発生に備え、災害廃棄物処理に関する事前調整が重要であり、災害時に適切な処理体制や方針を決定し、迅速で効率的な災害廃棄物処理を可能とする、実効性の高い災害廃棄物処理計画の策定が急務である。

環境省の「平成29年度 災害廃棄物処理計画策定モデル事業」では、自治体の災害廃棄物処理計画の策定支援を目的として、災害廃棄物発生量や処理可能量の推計等といった災害廃棄物処理に共通して検討が必要な事項を「共通事項」、自治体の立地や人口規模などの地域特性による固有の災害廃棄物処理に係る対応事項を「個別事項」として、「共通事項」、「個別事項」の2つの側面から災害廃棄物処理に係る検討を行った。

災害廃棄物処理においては、災害廃棄物処理計画の策定による事前対応と、災害廃棄物処理実行計画策定による事

後対応の実施が重要となる(図1)。

本稿では、近畿ブロックにおけるモデル事業の事例から、実効性の高い災害廃棄物処理計画策定のための「共通事項」、「個別事項」検討の重要性について述べる。

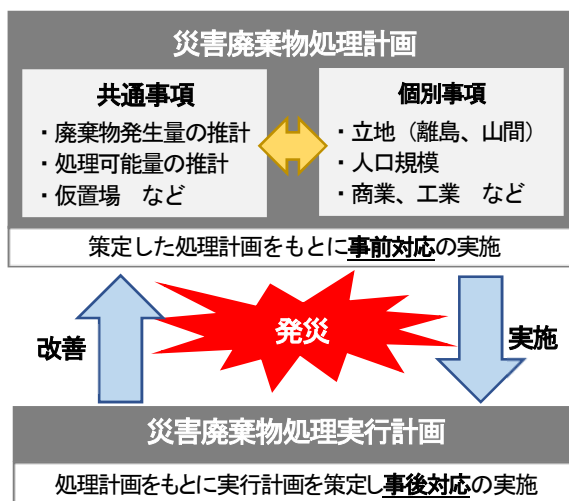


図1 災害廃棄物処理対応イメージ

1. 共通事項(災害廃棄物処理に共通する課題)

本検討では、災害廃棄物発生量、処理可能量の推計、仮置場など各地域共通して検討が必要な事項を「共通事項」とし、そのうち「片付けごみの発生原単位」と「仮置場必要面積の搬入速度・処理速度」に着目し検討を行った。

(1) 片付けごみ発生原単位の検討 (試算)

①片付けごみ発生原単位検討における課題

発生する災害廃棄物の様相は主として、住民が自宅内にある被災したものを片付ける際に排出される「片付けごみ」と、損壊家屋の撤去・解体等に伴い排出される建物解体由来による廃棄物に大別され、それぞれの量を可能な限り正確に把握することが必要となる。

建物解体由来による災害廃棄物発生量は環境省による算出式と、内閣府による算出式が示されているものの、片付けごみ発生量について検討されている事例は少ない現状にある。

災害廃棄物は地震や水害など災害の種類によって発生する廃棄物の性状の違いや処理、対応すべき事項などの違いがあり、片付けごみ発生量の算出においては以下のような課題がある(表1)。

- ・災害により、排出される廃棄物の種類・性状が異なるため排出量に違いがある。
- ・水害では、浸水により使用不能になった電化製品や畳・布団などの腐敗が問題となる。
- ・災害により片付けごみの発生時期が異なる。水害では腐敗等の理由から地震災害と比べ発生が早い(図2)。

水害では、発災翌日から片付けごみが排出される場合もあることから、適切な処理のためには、片付けごみ発生量を可能な限り迅速で正確に把握することが必要である。

そのため、本検討では、発生した災害に合わせ当面必要な仮置場の調達等のため、地震災害・水害発生後に簡便に試算可能な片付けごみ発生量の発生原単位を検討した。

②発生原単位の検討

片付けごみが発生する被災の程度は、地震の場合は全壊・半壊、水害の場合は全壊・半壊に加え床上浸水・床下浸水が想定されるが、全壊の建物は解体処理となり全量が建物解体由来による廃棄物として排出されるため、片付けごみの発生はないと想定した。

a. 水害

本検討では半壊棟数、床上浸水・床下浸水棟数から片付けごみが発生するものとし、発生原単位の検討を行った。

床上浸水・床下浸水による発生原単位は災害廃棄物対策指針(以下、「指針」とする)により4.60t/棟、0.62t/

棟で示されている。

表1 災害種別による廃棄物の性状の違い

項目	地震	水害
片づけごみの排出状況	・家から壊れた物を排出し、必要なものは家の中で保管する →比較的分別されて排出されやすい	・片づけごみは、水分・土砂等を含んだ量・敷物・衣類・木くずや大型ごみ(家具等)が発生 ・床下の泥だし・消毒乾燥のため、浸水した家から濡れた物をいったん排出し、必要なものを取り出す →比較的分別されにくい
特に注意が必要なこと	・災害廃棄物発生量が多い ・倒壊家屋解体は重機使用	・水分・土砂等を含み、ごみ出しが困難 ・腐敗しやすく、悪臭・汚水発生に注意 ・分別排出が困難 ・浸水した浄化槽は速やかにし尿等の収集が必要
ごみ出し先、収集運搬時の注意点	・基本は家の前、ガレージや庭先に分別してごみ出し、道路事情が悪い場合は、集積場を検討	・重量増のため、積み込み時に注意 ・床上浸水以上は、一軒当たりの排出量が多く、ごみ出しは地震より早くなるため、早期の収集が必要

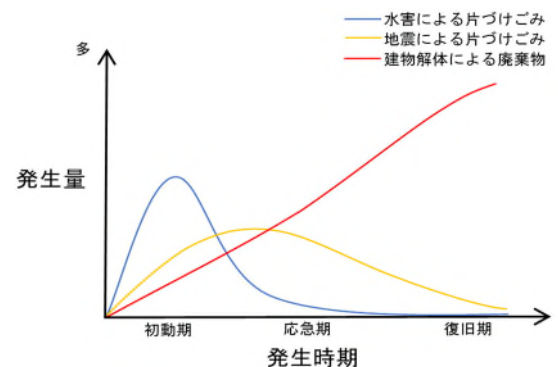


図2 片付けごみの発生時期イメージ

本検討では新たに、床上以上の浸水が想定されている半壊の建物からは床上浸水と同様に片付けごみが発生すると想定し、床上浸水と同じ発生原単位4.60t/世帯として、3ケースで検討した(図3)。

◆ 水害による片付けごみ発生量=①被災棟数×発生原単位
 ✓ 被災棟数: 半壊棟数、床上浸水棟数、床下浸水棟数
 ※水害は1階部分が被災すると想定し、世帯数=棟数とした
 ✓ 発生原単位

ケース	被害想定	発生原単位
1	半壊	4.60t/棟
2	床上浸水	4.60t/棟
3	床下浸水	0.62t/棟

◆ 片づけごみ=半壊・床上浸水・床下浸水の建物による片づけごみ発生量

図3 発生原単位(水害)

b. 地震災害

地震による片付けごみは、地震により壊れた家電等が主となるが、被災者の自宅被災状況は様々であることから、片付けごみ発生源の想定が容易でないことが課題となる。そのため、災害発生後に迅速な算出を可能とする点に着目し以下の条件をもとに、新たに地震による片付けごみ発生原単位を検討した。

- i) 発生源は、避難所の最大時の避難者数を災害により自宅が全壊・半壊した被災者にとらえ、最大時避難者

2. 個別事項(地域特性による災害廃棄物処理に係る課題)

(1) 沿岸部における津波堆積物と観光地被害

①津波被害による文化財被災に関する課題

著名な観光地のある対象地域では、津波被害の発生が予測されている。

そのため、津波堆積物の発生が想定されるとともに、沿岸部に文化財が分布していることから、文化財にも津波被害が及ぶと推測された。

発災後には、地域復興のために観光地の早期再開が求められると考えられ、観光地・観光資源の早期復興を図るために必要な災害廃棄物処理上の事前の対策整理と、文化財被災した場合は災害廃棄物として処理するのではなく、文化財被災時の事後対応の整理により復興のための資源として活用を探る必要があった。

②災害時の文化財の取り扱い整理

観光地や文化財の被害を減じるための「事前の対策」と、文化財等の部材の損失や破壊を最小限にとどめるための「発災後の対応」に着目して、事例等をもとに対策と留意事項等について取りまとめた(表4)。

被災可能性のある文化財については、平常時より被害リスクの算定を行い、被災時には被災文化財のリスト化・災害廃棄物との分別など対応の整理が必要である。

(2) 内陸部における広域処理体制

①内陸部における災害廃棄物処理に関する課題

対象地域では地域内を通る断層帯により最大震度7の地震による被害が想定されるとともに、河川による広範囲の浸水被害が想定されている。

対象地域内の一般廃棄物処理施設においては震度7が予測され、浸水想定区域内に立地していることから、発災時の施設被災により自地域内での処理が困難となる可能性がある。

発災後は庁内の混乱や被災による自治体機能の停止と一般廃棄物処理施設の被災が予想されることから、地

表4 文化財等の災害廃棄物対策(案)(抜粋)

	必要対策	対策の留意事項等
事前の対応	文化財の分布と被害想定箇所の把握	(1)文化財位置と被害想定結果との関係から、文化財が受ける被害リスクを想定
	防災対策の実施	(1)建造物の防災対策(耐震対策、避難計画の検討、津波浸水対策を実施等) (2)美術工芸品の防災対策(保存施設整備、転倒防止措置、移動先等の検討等)
発災後の対応	被災文化財の保全	(1)建造物の損壊箇所はブルーシートで覆う等の保全措置を行う。 修復時に可能な限りオリジナル部材の再利用をするものとし、破損・焼失部材の散逸防止措置を行う。等 (2)公共施設などの施設可能な場所に移動する。
	仮置場における文化財等の対応	(1)災害廃棄物中に芸術工芸品等を発見した場合には回収する。 (2)粉砕選別業者に回収された芸術工芸品等があれば仮置場監理者に報告するよう指示 (3)関係課に連絡を行い、引き取りを依頼(必要に応じて写真撮影や引き取りまで保管)

域外からの受援を考慮した広域処理体制を検討する必要がある。

②広域処理体制の検討

広域処理体制の検討においては、発災後に混乱が予測されることから、庁内体制の立て直しとスムーズな受援のために、災害廃棄物の処理体制の整理と、必要な人的・物的資源の整理が必要となる。

a. 災害廃棄物の処理体制

応援側となる府、処理施設を有する組合、受援側となる対象地域の関係について、「災害初動」、「応急」、「復旧・復興」の3つのフェーズに分け、「近畿ブロック大規模災害廃棄物対策行動計画(平成29年7月 大規模災害発生時廃棄物対策近畿ブロック協議会)や指針等を参考に、災害廃棄物の処理に関する標準的な手順を新たにフロー図として整理した(図6)。整理項目は、災害廃棄物処理に必要な項目として「廃棄物処理体制の確立」、「避難所ごみの収集・処理」、「仮設トイレの設置・し尿の収集・処理」、「集積場(片付けごみ)の設置・運営管理」、「災害廃棄物処理実行計画の策定」、「がれき・家屋の解体撤去」、「一時仮置場の設置・運営管理」について整理した。あらかじめ、必要な対応と実施主体について整理しておくことで、発災時の適切な役割分担と体制の構築が可能となる。

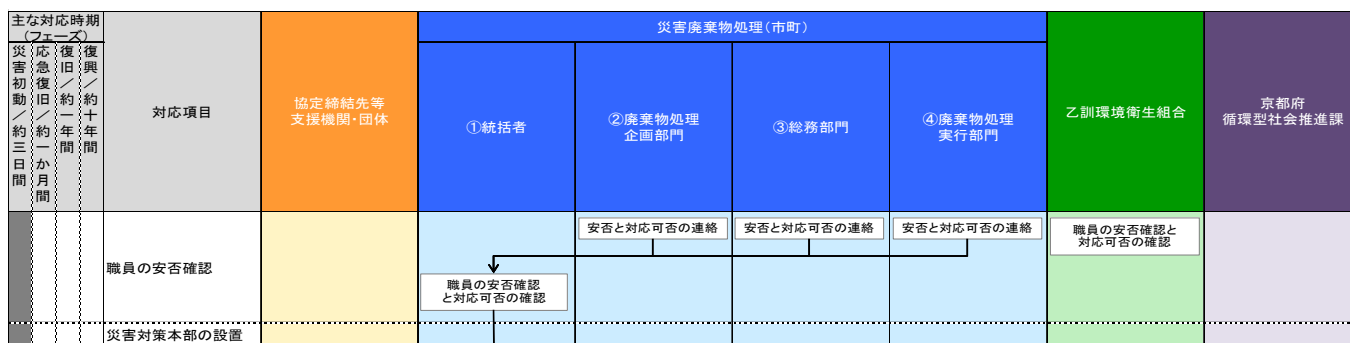


図6 標準的な災害廃棄物処理に関する手順整理

b. 人的・物的支援

応援側に依頼する、人材、資機材、災害廃棄物処理支援の具体的な支援内容を、事例等を参考に整理した(表5)。

災害時は混乱が予測されることから、災害時(支援活動開始時)の対応として、受援側は支援側への要請内容をできる限り明確にし、支援側との密接なコミュニケーションにより処理を進める必要がある。

そのため、過去の事例等をもとに支援側への要請内容、提供するツール・情報例や留意点を整理した(表6)。

あらかじめ必要な支援内容や依頼内容を整理し、発災後は状況に応じた支援内容の調整を行う必要がある。

表5 支援の具体内容(例)

人材支援	資機材支援	災害廃棄物処理支援
<ul style="list-style-type: none"> ・災害廃棄物等の発生量推計 ・補助金申請 ・公費解体等 ・広域連携の調整 ・廃棄物収集 ・仮置場の整地・運営 ・被災地における衛生対策 ・有害物質・危険物・腐敗物の対応 	<ul style="list-style-type: none"> ・収集車両(バックホウ車、ダンプトラック等) ・積込積替用機材 ・仮置場整地用機材 ・燃料 ・薬剤 	<ul style="list-style-type: none"> ・収集運搬 ・破砕・選別処理 ・焼却処理 ・最終処分 ・資源化 ・し尿処理

表6 受援側における災害時(支援活動開始時)の対応

項目	内容
受援側における留意点	<ul style="list-style-type: none"> ■発災直後 <ul style="list-style-type: none"> ・発災直後、被災自治体は混乱のため支援内容を明確にしきれず、支援の申し出を断りがちであるが、「待っていてほしい」等の回答も考えられる ・支援側が的確に活動できるように指示・情報共有を行う ■受援時 <ul style="list-style-type: none"> ・支援要請の内容はできるだけ明確にする ・指揮系統を明確にしておく
支援側への対応	<ul style="list-style-type: none"> ・支援側が作業開始するにあたり、作業内容の確認・指示を行う。 ※熊本地震では、ごみの量を把握して車両が集中しないように地域ブロックに分けて作業1~2日分を収集支援チームへ依頼 ・作業者の安全・体調管理を支援側へ依頼する ・支援作業に伴う写真・記録(積込み時の災害ごみの内容等)の提供依頼
支援側へ提供するツール・情報例	<ul style="list-style-type: none"> ・支援活動に係る簡易マニュアル ・収集地域、道路がわかりやすい大判の地図 ・道路の被災・渋滞状況、避難所リスト、連絡先の情報 ・被災地の通常時におけるごみの分別・排出ルール等 ・発災後、住民に通知した災害ごみの排出ルール等

(3) 離島地域における広域処理体制

①離島地域における災害廃棄物処理に関する課題

離島地域である対象地域は、南海トラフ巨大地震発生時には県被害想定において一部で震度7が発生し、津波被害も予測され県下最大級の被害が想定されている。

発災時には、自治体の被災により大量の災害廃棄物の発生が想定され、島内での処理が困難であることから、広域処理体制の検討が求められた。

しかし、発災時には地域状況から、周辺地域への搬出による広域処理が容易でなく、発生した災害廃棄物の島外への搬出方法の検討が必要であった。

②島外搬出による広域処理体制の検討

対象地域は離島のため、広域処理実施のためには島外搬出を行う必要があるが、島外搬出は災害対応や検討の

事例が少ない。本検討では新たに島外搬出体制として、陸上ルートと船舶による海上ルートの輸送を想定し、搬出時に必要な車両台数等の把握のため、1日の運搬回数を1回/台として必要な運搬回数の検討を行った。

a. 陸上輸送

島内処理ができない廃棄物を対象として災害廃棄物の種類別に運搬対象量を算出し、可能な限り発災時に対応可能な搬出体制を検討することを目的に、以下の手順で検討を実施した。

- i) 想定される搬出先施設の検討(県下産業廃棄物処理施設のうち災害発生時に施設被害が比較的少ないとみられる震度5弱以下の施設を対象)
- ii) 対象地域で所有する車両台数の整理
- iii) 島外へ搬出する際に必要な運搬回数の算出(図7)

対象地域内での処理可能量を除いた災害廃棄物の搬出対象量を車両の運搬可能量から回数に換算した場合、1回/台・日の場合4,465回の運搬が必要であった。

◆ 運搬回数=運搬対象量÷最大積載量÷1日1台あたり運搬回数
 ✓ 運搬対象量=可燃物・不燃物(災害廃棄物発生量-災害時対応余力)
 +可燃物・不燃物以外災害廃棄物発生量
 ※可燃物・不燃物以外…コンクリートがら、金属、柱角材

図7 運搬回数(試算)算出方法(陸上ルート)

1日でも多くの回数を往復することは難しく、陸上輸送だけですべての災害廃棄物を運搬する場合には広域連携による運搬車両の調達や、海上輸送による搬出と分担する必要がある。

b. 海上輸送

島内処理ができない廃棄物を対象とし、災害廃棄物の種類別に搬出対象量を算出し、陸上ルートで搬出ができない場合が考えられることに着目し、以下の手順で検討を実施した。

- i) 搬出可能な港湾の抽出(表7)
 - ・廃棄物輸送船の整理、港湾施設管理者へのヒアリング、過去の被災経験等をもとに条件を満たす港湾を抽出
- ii) 使用が想定される船舶の整理
- iii) 島外へ搬出する際に必要な運搬回数の算出(図8)。

対象地域内での処理可能量を除いた災害廃棄物の種類別の搬出対象量を船舶の運搬可能量から回数に換算した場合、1回/隻・日の場合5,255回の運搬が必要であった。

表7 港湾抽出条件

条件	
港湾状況	タンカーなどの大型船が進入可能 運搬した災害廃棄物(コンテナ含む)を仮置き可能な野積場がある
周辺環境	運搬のための大型車両が進入可能 住宅地等へ近い港湾は騒音等の問題から、コンテナを使用した搬入を検討

◆ 運搬回数=運搬対象量÷1日1台あたり運搬能力
 ✓ 運搬対象量=可燃物・不燃物(災害廃棄物発生量-災害時対応余力)
 +可燃物・不燃物以外災害廃棄物発生量
 ※可燃物・不燃物以外…コンクリートがら、金属、柱角材

図8 運搬回数(試算)算出方法(海上ルート)

一定期間内に海上搬出する場合は、船舶の調達、優先搬出の種別選定(腐食しない可燃物を優先的に搬出など)、陸上輸送との併用を想定し、災害発生後に搬出計画を立案する必要がある。

3. 検討結果を踏まえた課題

(1) 片付けごみ発生原単位の検討

- ・本検討では、地震災害・水害における片付けごみ発生原単位の検討を行った。
- ・片付けごみ発生量の把握は、自治体の初動対応において重要となることから、発災後に迅速に算出可能な視点を重視した検討が今後も求められる。

(2) 仮置場必要面積

- ・本検討では、搬入速度・処理速度を考慮し必要面積の算出を行った。
- ・算出した仮置場必要面積分の用地確保の必要があることから、自治体において仮置場候補と考えられる用地と必要面積を比較し、不足面積については広域処理等の検討を行う必要がある。

(3) 立地条件の違いによる広域処理体制の構築

- ・本検討では、内陸部と離島地域における広域処理の課題検討を行い、広域処理に必要な事項を整理した。
- ・対象とする自治体の立地条件により、広域処理体制の検討においても重点をおくポイントが異なる。
- ・広域処理を行う場合には事前調整が必要であり、災害廃棄物処理計画策定の際には関係機関との連携を含め検討を行う必要がある。

(4) 地域特性による検討

- ・本検討では地域特性について、沿岸部の観光地被害の検討例を示した。
- ・災害廃棄物処理に係る地域特性は、人口の減少した山

間部での空家倒壊や、地域産業による漁港、工場からの処理困難物など地域によって問題が異なる。

- ・地勢や産業など地域特性の整理により廃棄物処理に係る問題を適切に抽出し、対応を検討する必要がある。

あ と が き

災害廃棄物処理に係る課題について共通事項、個別事項の2つの側面から検討を行うことで、より地域の状況を反映し、自治体による実効性の高い災害廃棄物処理計画策定に繋がる検討を行うことができた。

共通事項において特に検討を行った事項は、今後検討を重ねることで事後対応にも役立つ事前計画として汎用性の高いものとなると考える。

個別検討においては、各地域において地域の個別課題として検討した事項は、地域特性を考慮した災害廃棄物処理対策の検討においては重要である。

また、平成30年3月に環境省によって災害廃棄物対策指針が改定された。新指針ではBCP(業務継続計画)の非常時優先業務との調整や、策定した災害廃棄物処理計画の適宜見直しが促進されており、自治体においては庁内の防災体制と調整を図り、適切に災害廃棄物処理を進めることが求められる。

そのため、市町村における災害廃棄物処理計画の策定においては、災害廃棄物処理において地域共通で検討が必須の「共通事項」と地域特性を勘案して地域の課題を適切に解決する必要のある「個別事項」について事前の検討を行い、各地域の課題解決の方策を踏まえた最新の知見を取り入れることで、実効性の高い処理計画となると考えられる。

最後に、本論文の執筆に際しご助言頂きました近畿地方環境事務所若林完明災害廃棄物専門官、関係者のみなさまには心から御礼申し上げます。

参 考 文 献

- 1) 災害廃棄物対策指針：環境省，平成30年3月
- 2) 災害廃棄物分別・処理実務マニュアル—東日本大震災を踏まえて：一般社団法人 廃棄物資源循環学会，平成24年5月10日
- 3) 仙台市の震災廃棄物等の処理状況について：仙台市環境局震災廃棄物対策室，平成24年11月28日
- 4) 近畿ブロック大規模災害廃棄物対策行動計画：大規模災害発生時廃棄物対策近畿ブロック協議会，平成29年7月