

防潮施設の機能を考慮した災害廃棄物の発生抑制効果の試算

田畑 智博^{1*}・大西 暁生²・佐伯 孝³

¹神戸大学大学院人間発達環境学研究科（〒657-8501神戸市灘区鶴甲3-11）

²東京都市大学環境学科（〒224-8551神奈川県横浜市都筑区牛久保西3-3-1）

³富山県立大学環境工学科（〒939-0398 富山県射水市黒河5180）

* E-mail: tabata@people.kobe-u.ac.jp

災害廃棄物は自然災害に伴って発生するが、発生抑制のための対策を実施することで、被災地の復旧・復興を加速させることができ、また処理に係る環境負荷や費用の発生も低減できると考えられる。本研究では、三重県が公表している防潮施設の機能の有無に関する空間データを利用して、本県における災害廃棄物の発生抑制効果を試算した。まず、発災後も防潮施設が機能する/機能しないの2ケースについて、発災に伴う建築物由来の災害廃棄物発生量を推計した。続いて、住宅由来の可燃物の処理に伴う環境負荷発生量と費用を算出した。ケース間の結果を比較することで、発生抑制の効果を考察した。

Key Words : disaster waste management, measures for disaster waste prevention, geographic information system, life cycle assessment, life cycle cost

1. はじめに

自然災害に伴い発生する災害廃棄物の撤去・処理は、被災地の復旧・復興を進めるための極めて重要な作業である。この際に問題となるのが、災害廃棄物の量(想定より多いか少ないか)と質(有害物質が含まれているかどうか)である。このうち量に着目すると、地方自治体の想定を超える量の発生は、地方自治体が想定する仮置場の不足に繋がる可能性がある。また、処理に時間がかかるとともに、仮設焼却炉の追加や広域処理の実施を検討することも必要となる。災害廃棄物処理に係る対策は地方自治体に委ねられていることから、災害廃棄物の量は対策の実施に多大なる影響を与えることに留意が必要である。これは、また、災害廃棄物の処理に伴う環境負荷や費用の増加にも影響すると考えることができる。

災害廃棄物の撤去・処理を迅速に進めることで被災地の復旧・復興を加速させることが重要なのはいうまでもない。一方、処理は重要とはいえ、やみくもに費用をかけるのは好ましくない。処理に係る費用を節約することで、節約分を復旧・復興に回すことが可能であると考え

られる。これらのことを検討するためには、災害廃棄物の発生抑制の可能性を論じることが必要である。そこで本研究では、南海トラフ巨大地震の発生を想定し、三重県を事例とした災害廃棄物の発生抑制効果を試算する。

2. 研究の方法

(1) 事例対象地域および想定する発生抑制対策

三重県¹⁾によると、南海トラフ巨大地震により震度6以上の地震が県土の94.7%で発生すると予測されている。また、津波による浸水予測面積は283km²であり、県土面積の4.9%に相当する。浸水面積は少ないようにみえるものの、沿岸部は住宅が多く存在し、工業地帯も形成されているため、人的・経済的被害は大きいことが予想される。これを踏まえて本県²⁾は2015年に災害廃棄物処理計画を策定している。これによると、県内で発生する災害廃棄物は、可能な限り域内処理もしくは県内で広域処理で完結するように対応することが示されている。

また、三重県³⁾では、地震動、津波浸水深に関する空

間データを整備しており、地理情報システム(GIS)を用いて被害情報の可視化が可能である。特に、防潮施設の機能の有無による浸水被害の違いに関するデータも公開されている。機能の有無とは、「防潮施設が機能する場合(防潮堤、防波堤等の防潮施設が地震によって被害を受けず、本来の役目を果たすと仮定)」と「防潮施設が機能しない場合(地震によって防潮堤が崩壊し本来の機能が発揮されないと仮定)」の2ケースである。ここでは、防潮施設が機能する場合を「堤防健全」ケース、機能しない場合を「堤防破壊」ケースと設定し、2ケースについて評価を行うことで、防潮施設の機能が災害廃棄物の発生抑制に与える影響を評価した。

(2) 建築物由来の災害廃棄物発生量の推計

本研究で対象とする建築物は、住宅、商業施設、医療施設、学校、その他である。ここでは、三重県防災対策部への聞き取り調査を通じて入手した県全域での津波被害想定に関する空間データに、建築物の配置状況に関する空間データおよび建物被害率を地理情報システム(GIS)に取り込むことで、ケース別での建築物由来の災害廃棄物発生量の空間分布を推計し、比較した³⁾。

(3) 災害廃棄物処理時の環境負荷・費用の算出

建築物のうち住宅に着目し、ケース別での住宅由来の可燃物の運搬、仮置き、焼却に係る環境負荷(CO₂, SO_x, NO_x, PM)とコストを、ライフサイクルアセスメント(LCA)、ライフサイクルコスト(LCC)により算出し、比較した。また、2ケースによる仮置面積の違いを考察するため、住宅由来の災害廃棄物全般と津波堆積物の発生量も推計した。

災害廃棄物処理におけるLCA、LCCの実施フローを図-1に示す。これを実施するため、三重県防災対策部、東日本大震災の被災自治体等への聞き取りおよびアンケート調査、統計資料や文献の調査を通じて、環境負荷・費用の計算に必要なデータを入手した⁴⁾。仮置場は、三重県下の公園や学校グラウンドに設置すると仮定した。また、三重県⁵⁾を参考にして、自区内あるいは広域による処理を検討するとともに、仮設焼却炉による処理の有無も合わせて検討した。

3. 結果と考察

(1) 建築物由来の災害廃棄物発生量の推計

防潮施設の機能別での災害廃棄物発生量の空間分布を図-2に示す。結果として、堤防健全ケースでの発生量は約7,133千t、堤防破壊ケースでは約18,521千tと推計された。

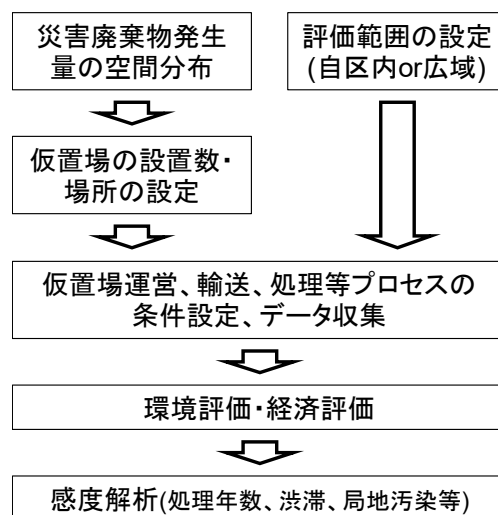


図-1 LCA, LCCの実施フロー

県全体でみると、防潮施設の機能の有無に伴う発生量の差は約2.6倍と大きいことが示された。ケース別でみると、堤防健全ケースでは、中部沿岸部に位置する伊勢や志摩半島での発生量が主に多いことがわかる。一方、堤防破壊ケースでは、中部～北部沿岸部に位置する津市や四日市市等での発生量が多くなることがわかる。特に、三重県北部沿岸部は三重県下の中でも人口が密集している地域であり、防潮施設が破壊されることによる被害は大きいといえる。また、同地域は自動車や半導体関連の工場が立地しており、被害の発生による膨大な経済的損失も予想される。

平成27年三重県海岸保全基本計画をベースに、改修が必要な防潮施設の空間分布を図-3に示す⁵⁾。図から分かる通り、県下全域の海岸線に設置されている防潮施設の殆どが改修の対象になっていることがわかる。総延長は約569kmであり、改修対象となっている防潮堤の平均天端高(T.P.)は1.5～13.1mである。発災による被害が発生しても防潮施設が本来の機能を維持するための改修は、生命、地域住民の財産保護の観点から重要である。また、災害廃棄物の発生抑制にも効果が期待できる。災害廃棄物は元々は建築物であり、建築物の損失が抑制されて廃棄物の発生量自体も抑制されることは、地域のレジリエンス(回復力)を向上させる観点からも重要である。

防潮施設の改修には、膨大な予算の投下が必要であるのはいうまでもない。しかし、自治体においては、対策実施による人命・財産の保護だけでなく、建築物の損失抑制も考慮して、費用対効果の観点から改修に係る対策案を検討することが望まれる。

(2) 災害廃棄物処理時の環境負荷・費用の算出

市町村別での仮置場の余剰面積と不足面積を調査した

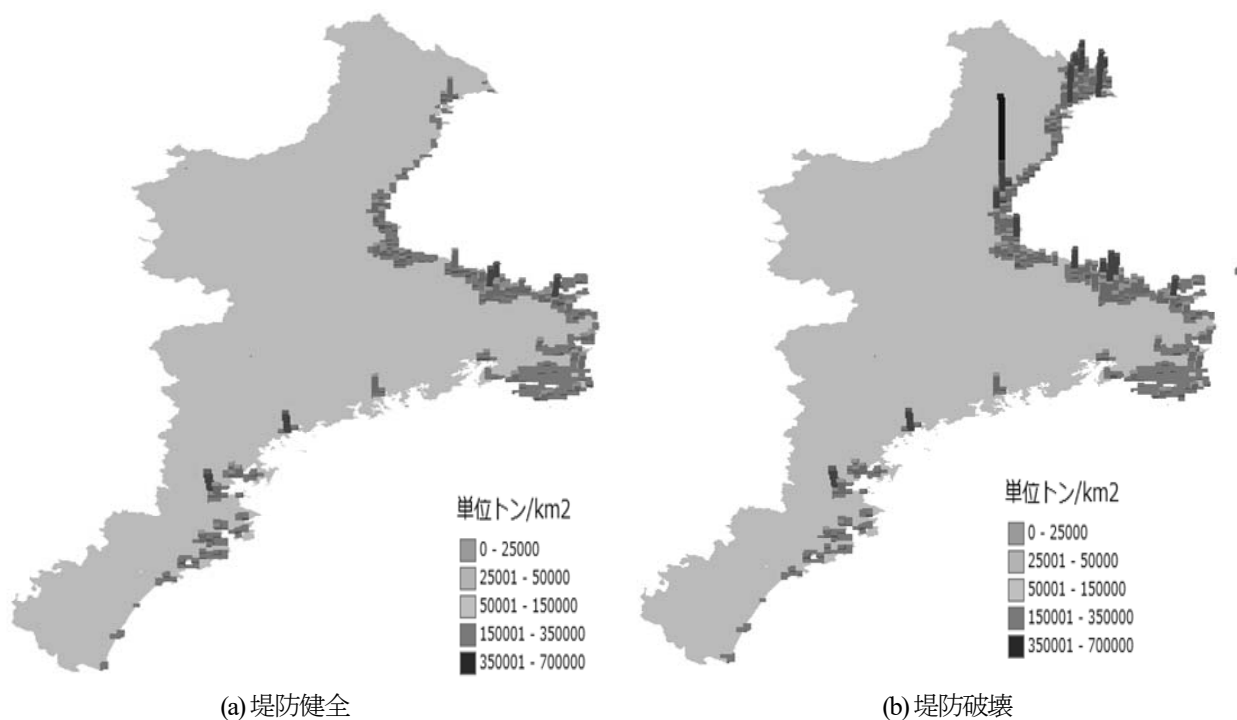


図-2 防潮施設の機能別での災害廃棄物発生量の空間分布³⁾

結果、仮置必要面積は、堤防健全ケースで235 ha、堤防破壊ケースで413 haとなった。伊勢や志摩半島では発生量が多く、仮置場の候補地も少ないこともあり、両ケースとも仮置場が不足することが伺えた。特に堤防破壊ケースでは、この傾向が顕著となった。また、堤防破壊ケースでは、中部～北部沿岸部においても仮置場が不足することが予測される地域が発生した。

両ケースとも、伊勢や志摩半島のように、発生する災害廃棄物を自区内で処理するのが困難な地域が存在する。特に、堤防破壊ケースではこの傾向が顕著となり、仮設焼却炉を設置しなければ処理が追いつかないことが伺えた。

続いて、住宅由来の可燃物の処理に伴うLCA、LCCの算出結果を図4、図5に示す。環境負荷は、CO₂、SO_xのみ掲載する。結果として、CO₂、費用は焼却、SO_xは埋立の各プロセスにおいて多く発生することが伺えた。2ケースで比較すると、堤防健全ケースでのCO₂、SO_x、NO_x、PM、費用は、それぞれ258kt、618t、1,705t、7.9t、27,755百万円となった。堤防破壊ケースの場合はそれぞれ、526kt、1,509t、11,688t、16.2t、103,924百万円となった。いずれの結果も、堤防健全の方が小さい。これは災害廃棄物の発生量の違いに起因するものであり、防潮施設の改修は、環境負荷と費用の削減の観点からも意義が大きいことが伺える。特に、堤防健全は堤防破壊に比べて73%も費用を削減することができる。

加えて、堤防破壊ケースでは仮設焼却炉の設置が必要となるため、その分がCO₂や費用に効いてくることにな

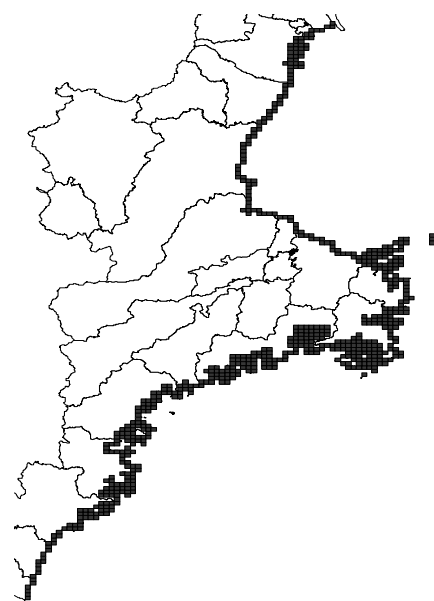
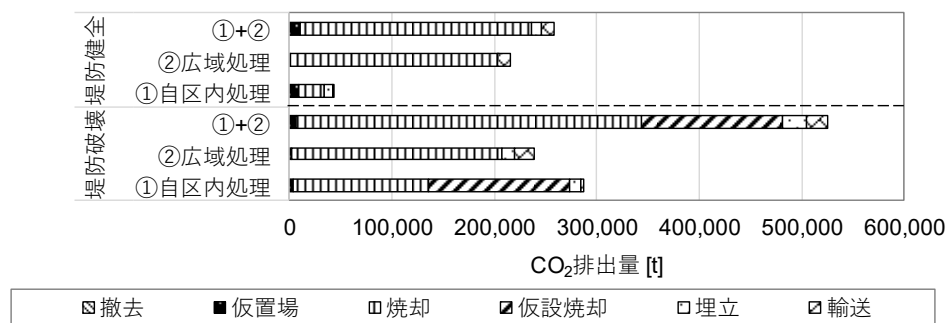


図-3 改修を必要とする防潮堤

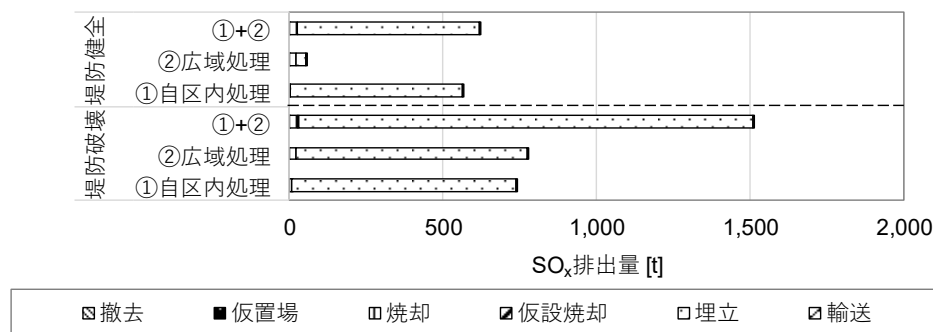
る。防潮施設の改修による機能の維持は、災害廃棄物発生量の抑制だけでなく、仮置場の過不足に係る検討にも影響するだけでなく、処理に伴う環境負荷や費用にも多大なる影響を及ぼすことが伺えた。

4. おわりに

本研究では、災害廃棄物の発生抑制効果を試算するため、対象地域を三重県、対象とする自然災害を南海トラフ巨大地震と設定して、防潮施設の機能の有無による結



(a) CO₂



(b) SO_x

図4 住宅由来の可燃物の処理に伴う環境負荷(CO₂, SO_x)⁴⁾

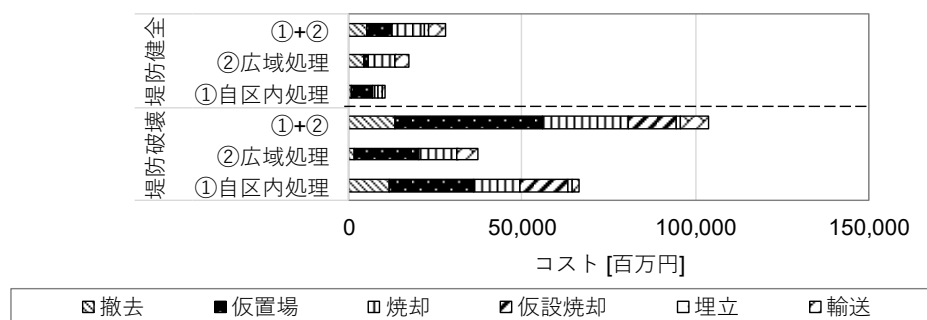


図5 住宅由来の可燃物の処理に伴う費用

果の比較を行った。沿岸部では、地震の揺れによる被害はもちろんであるが、津波による被害も無視することはできない。今回の試算により、防潮施設が発災後もその機能を維持できることによる恩恵は大きいことが示された。発生抑制を軸とした災害廃棄物対策は極めて重要であるといえる。

謝辞：本研究は、環境研究総合推進費(3K143015)の助成のもと実施した。また、本研究の実施にあたり、聞き取り調査、アンケート調査等にご協力くださいました三重県防災対策部のみなさま、東日本大震災の被災自治体のみなさまに厚く御礼申し上げます。

参考文献

- 1) 三重県：三重県災害廃棄物処理計画，2015，<http://www.eco.pref.mie.lg.jp/details/index.asp?cd=2015030524>，（参照2017-6-25）
- 2) 三重県：M-GIS，<http://www.pref.mie.lg.jp/m-gis/index.shtm>，（参照2017-6-25）
- 3) 大西暁生，田畑智博：防潮堤の機能の違いによる建築物由来における津波廃棄物発生量の抑制効果，都市計画報告集，No 16，pp. 78-81.
- 4) Wakabayashi Y., Tsai P, Tabata T., Saeki T.: Life cycle assessment and life cycle costs for pre-disaster waste management systems, Waste Management, in press.
- 5) 三重県：三重県の海岸管理の実態，2013，https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/kaigankanrinnoarikata/dai02kai/dai02kai_siryout2.pdf，（参照2017-6-25）