

京都大学大学院 学生員 ○奥野直紀
 京都大学大学院 正会員 稲積真哉
 京都大学大学院 正会員 大津宏康

1. はじめに

東北地方太平洋沖地震とそれに伴って生じた津波によって発生した災害廃棄物の発生量は、東北 3 県で $2,200 \times 10^4 \text{t}$ にも及ぶ。例えば、宮城県では 1 年の一般廃棄物量の 20 年以上の量である。よって、膨大な災害廃棄物に対しては適切な処理・処分に関するマネジメントが必要である。しかし、災害廃棄物の発生現場から一次および二次仮置き場までの集積は進んでいるものの、具体的な処理・処分は未だ十分に行われていない現状である。同時に、大量の災害廃棄物に起因する環境影響も懸念される。

本研究では、災害廃棄物の一つである津波堆積物の処理・処分に着目し、二次仮置き場における環境影響評価モデルを構築する。ここで、環境影響を定量化したものを環境影響度として定義するとともに、迅速な処理・処分が重要であることから時間スケールを当該環境影響評価モデルに組み込む。また、構築した環境影響評価モデルにおいては、モンテカルロシミュレーションによる環境影響の不確実性を考慮することにより、津波堆積物の処理・処分を評価する。

2. 津波堆積物の処理・処分における環境影響評価

本研究では、津波堆積物の処理・処分におけるライフサイクル(図-1 参照)に沿って環境影響の定量化を行う。具体的には二次仮置き場から最終処分または再利用が行われるまでの過程を考える。なお、津波堆積物は二次仮置き場において分別されているものとする。

仮置き場、中間処理場、最終処分場、再利用、および他県受入れに関する各環境影響度を算出し、これらの総和を処理・処分全体の環境影響度として評価する。環境影響度の算出には、大嶺らの報告¹⁾を参考にしている。

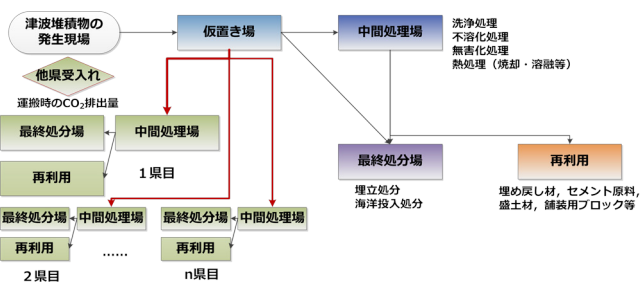


図-1 津波堆積物の処理・処分に関するライフサイクル

環境影響度の算出式を式(1)に示す。

$$E = E_t + E_i + E_f + E_r + E_a \quad (1)$$

ここで、 E ：モデル全体の環境影響度(円)、 E_t ：二次仮置き場の環境影響度(円)、 E_i ：中間処理に関する環境影響度(円)、 E_f ：最終処分に関する環境影響度(円)、 E_r ：再利用に関する環境影響度(円)、 E_a ：他県受入れに関する環境影響度(円)である。なお、 E_t は津波堆積物に含まれる有害物質および土地の占有による一次生産の減少に基づいて算出する²⁾。さらに、 E_f および E_r は津波堆積物に含まれる有害物質に基づいて算出する。また、津波堆積物を再利用する価値(E_r)としては、最終処分が行われた場合の費用を算出する。 E_i および E_a に関しては、 CO_2 排出量を基に算出を行う。施設稼働および運搬時に発生する CO_2 排出量である。中間処理によって津波堆積物中の有害物質は除去されるものと仮定し、中間処理コストに比例して有害物質の除去率は大きくなる。

次に、処理・処分シナリオを設定する。1日当たりの他県受入れ量と再利用率をパラメータとして考え、これらの値を変動させることで様々なシナリオを作成する。他県受入れ量は他県受入れの規模を表しており、広域的な処理を想定している。再利用率は津波堆積物全量に対する再利用の割合を表しており、現地での再利用と他県での再利用で独立に考える。ベースシナリオとして他県受入れも再利用も行わないシナリオを考える。

3. 環境影響評価における不確実性と仮定

津波堆積物に関する複数の処理・処分シナリオから算出される環境影響度を比較・検討する。ここで、時間 $t=0$ における津波堆積物量を $100 \times 10^4 \text{t}$ とし、同時に全ての処理・処分が始まると仮定する。また、処理・処分の終了は最終処分または再利用が完了した時点とする。表-1は、津波堆積物の処理・処分において状況に応じて変動する要素(環境影響の基となる不確実性要素)を示している。中央値は文献調査等によって得られた値の平均値、または妥当と考えられる値を用いている。

津波堆積物の処理・処分は様々な要素(表-1参照)が絡んでおり、一意的に優劣が決まることがない。そのため、不確実性を考慮した環境影響評価が必要である。ここで、不確実性に対応するためにモンテカルロシミュレーションを行う。具体的には、各々の要素に中央値を頂

表-1 環境影響度の基本となる各要素の最小・中央・最大値

	最小値	中央値	最大値
ΔNPP (CO ₂ /t/ha)	0	2	9
中間処理量 (t/日)	500	1000	1500
中間処理コスト (円/m ³)	2,000	5,000	8,000
最終処分コスト (円/m ³)	4,000	10,000	20,000
他県受入れ量 (t/日)	50	100	150
他県受入れの運搬距離 (km)	65	250	450
他県受入れの運搬時排出原単位 (kg-CO ₂ /tkm)	0.2	1.0	2.0

点とした三角分布を設定し、乱数を与えてランダムに値を抽出する。この試行を同じシナリオに対して 1,000 回行う。この操作を、シナリオを変えて行うことで適切な処理・処分方法を検討する。

4. 環境影響の不確実性を考慮した津波堆積物の処理・処分シナリオ比較の一例

図-2 は、津波堆積物の処理・処分が終了した時点における環境影響度のヒストグラムを示している。これより、津波堆積物を現地で再利用するシナリオならびに他県で受け入れるシナリオは、再利用を行わないシナリオと比較して環境影響度を減少することができる。具体的に、再利用を行うシナリオは 76%、また、他県受入れを行うシナリオは 47%の割合で、再利用を行わないシナリオと比較して環境影響度が低減される。

図-3 は、津波堆積物の処理・処分の終了時間に関するヒストグラムを示している。これより、他県受入れ（他県倍率=10）を推進するシナリオは、津波堆積物を再利用しない、もしくは現地で再利用するシナリオと比較しても終了時間を大幅に短縮することができる。

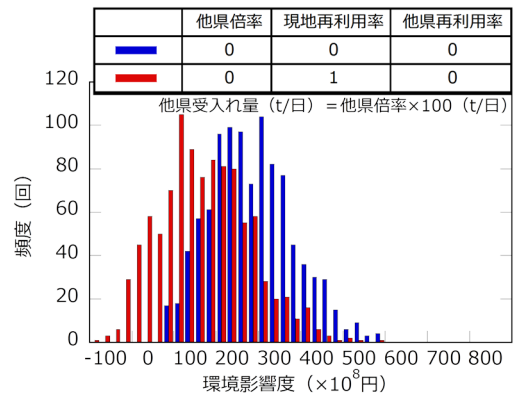
上記より、津波堆積物の処理・処分における環境影響度を抑制するためには再利用ならびに他県受入れを、さらに、処理・処分時間を短縮するには他県受入れを推進することが提案できる。

5. おわりに

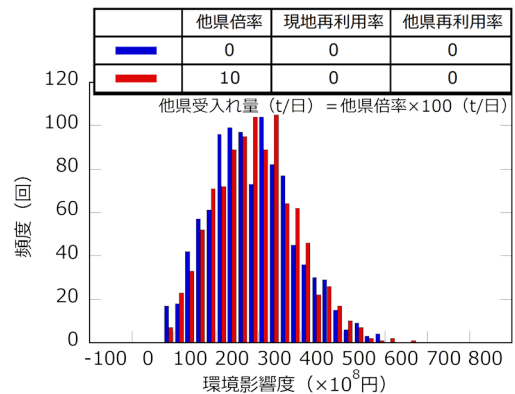
本研究では、津波堆積物の再利用もしくは他県受入れを推進することが環境影響を抑制し、且つ迅速な処理・処分に貢献することを、環境影響の不確実性を考慮した上で定量的に示すことができた。なお、上記は災害廃棄物の処理・処分に対するマスタープラン（環境省）と合致している。他県受入れは、環境汚染の拡大といった問題もあるが、被災地の処理能力が足りないと考えた場合、環境基準を超過しないレベルで広域的処理は必要である。

参考文献

- 1) 大嶺 聖・松雪清人：建設発生土および廃棄物の有効利用における環境経済評価モデル，2003。
- 2) 伊坪徳宏：ライフサイクル環境影響評価手法，丸善，2005。

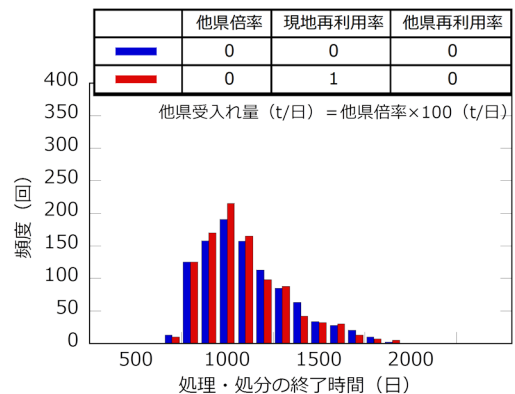


(a) 再利用を行う場合との比較

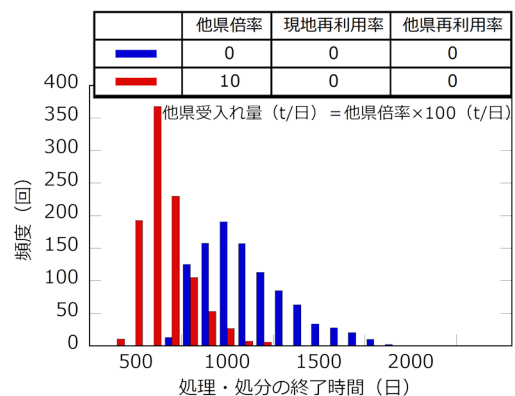


(b) 他県受入れを行う場合との比較

図-2 環境影響度のヒストグラム



(a) 再利用を行う場合との比較



(b) 他県受入れを行う場合との比較

図-3 処理・処分の終了時間のヒストグラム