

災害廃棄物 南海トラフ地震 静岡県  
CO<sub>2</sub>排出量 地理情報システム

準会員 ○百合湖太郎\*<sup>1</sup>  
正会員 石川 春乃\*<sup>2</sup>

1 はじめに

近年、多発する自然災害の被害が甚大化している。静岡県は南海トラフ巨大地震に備え、早期から事前対策を進めてきた。被災地における災害廃棄物の処理の効率化は、被災地の健康衛生面からも、処理に係る環境負荷の観点からも重要である。従来の内閣府方式での算出では、被害家屋の戸数試算を全壊想定し、振れ幅の大きい試算量になっていた。既報<sup>文1)</sup>では、南海トラフ地震の被災想定による災害廃棄物量と仮置き場面積を環境省方式(表1、2)で推計し、東日本大震災の被災自治体の災害廃棄物処理実績量と比較した。

表3に災害廃棄物量と仮置き場面積について、浜松市が内閣府方式で求めた値と竹内ら<sup>文1)</sup>が環境省式で求めた値を示す。複合災害は、地震(揺れ/液状化/人口造成)・津波・土砂災害・火災<sup>注1)</sup>とし津波堆積物を和している。

本報では、災害廃棄物処理によるCO<sub>2</sub>排出量の最小化を目的に、仮置き場の配置や搬出ルートを選定からCO<sub>2</sub>排出量を算出し、運搬ルートの最適化によるCO<sub>2</sub>排出量低減111効果を試算する。

2 調査概要

対象地域を静岡県浜松市とその一部の旧西区とし、東日本大震災時の宮城県名取市を含む名取処理区の実績処理量と比較する。

3 調査方法

3-1 仮置き場選定と運搬ルート設定

表4に環境省の示す「仮置き場候補地の留意点」を示す。仮置き場面積を確保する候補地選定を行い、運搬ルートを設定する。

3-2 災害廃棄物 CO<sub>2</sub>総排出量の算出

品目別災害廃棄物発生量は、環境省指定の品目ごと発生量割合<sup>文2)</sup>を用いて求める。

CO<sub>2</sub>総排出量は、焼却と移動に伴う排出量を合算する。表5に各計算式を示す。焼却分は、品目別のうち焼却を伴う品目(可燃物・柱角材)を対象とする。

次に、移動に伴う排出量を求める。移動距離は仮置き場から品目別に対応可能な施設との距離の平均値とする。浜松市内の焼却施設は2か所、最終処分場6か所、処理業者事業所は36か所である。

3-3 運搬ルートの最適化による CO<sub>2</sub>排出量削減

災害廃棄物運搬時のCO<sub>2</sub>排出量について、品目別に移動距離と移動回数の最小化による運搬ルートの最適化を試みる。最適化前後でCO<sub>2</sub>排出量の算定を行い、比較する。

表 1 災害廃棄物量算定式(環境省方式)

|                                                                                      |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------|--|
| 災害廃棄物量算定式                                                                            |  |
| 環境省「災害廃棄物対策指針 資料編(令和5年改定)」                                                           |  |
| 災害廃棄物量 = 災害廃棄物 + 津波堆積物                                                               |  |
| [災害廃棄物]                                                                              |  |
| $Y=Y_1+Y_2$ (1)                                                                      |  |
| Y: 災害廃棄物量全体量(t)                                                                      |  |
| Y <sub>1</sub> : 建物解体に伴い発生する災害廃棄物量(t)                                                |  |
| Y <sub>2</sub> : 建物解体以外に発生する災害廃棄物量(t)                                                |  |
| $Y_1=(X_1+X_2) \times a \times b_1+(X_3+X_4) \times a \times b_2$                    |  |
| 添え字 1: 住家全壊, 2: 非住家全壊,                                                               |  |
| 3: 住家半壊, 4: 非住家半壊                                                                    |  |
| $a=A_1 \times a_1 \times r_1+A_2 \times a_2 \times r_2$                              |  |
| a: 解体廃棄物発生原単位[t/棟]                                                                   |  |
| A <sub>1</sub> : 木造床面積(m <sup>2</sup> /棟) A <sub>2</sub> : 非木造床面積[m <sup>2</sup> /棟] |  |
| a <sub>1</sub> : 木造建物発生原単位[t/m <sup>2</sup> ]                                        |  |
| a <sub>2</sub> : 非木造建物発生原単位[t/m <sup>2</sup> ]                                       |  |
| r <sub>1</sub> : 解体棟数の構造割合(木造)(88.9%)                                                |  |
| r <sub>2</sub> : 解体棟数の構造割合(非木造)(11.1%)                                               |  |
| b <sub>1</sub> : 全壊建物解体率                                                             |  |
| b <sub>2</sub> : 半壊建物解体率                                                             |  |
| $Y_2=(X_1+X_2) \times CP$                                                            |  |
| CP: 片付けごみ及び公物等発生原単位[t/棟]                                                             |  |
| [津波堆積物]                                                                              |  |
| 発生量[t]=浸水面積[m <sup>2</sup> ]×原単位 (2)                                                 |  |
| 原単位: 環境省方式より 0.024[t/m <sup>3</sup> ]                                                |  |

表 2 仮置き場面積 算出式(環境省方式)

|                                                             |                |
|-------------------------------------------------------------|----------------|
| 必要仮置き場面積                                                    |                |
| = 仮置量÷見かけ比重÷積み上げ高さ×(1+作業スペース割合)                             |                |
| 集積量                                                         | = がれき発生量-年間処理量 |
| 年間処理量                                                       | = がれき発生量/処理期間  |
| 必要見かけ比重: 可燃物 0.4t/m <sup>3</sup> 、不燃物 1.1t/m <sup>3</sup> 、 |                |
| 津波堆積物 1.46t/m <sup>3</sup>                                  |                |
| 作業スペース割合: 100%、処理期間: 3年                                     |                |

表 3 災害廃棄物量と仮置き場面積

|                           | 名取自治区 | 浜松市全域 | 旧西区   |
|---------------------------|-------|-------|-------|
| 災害廃棄物量 [万t]               | 77    | 812   | 176.1 |
| 仮置き場面積 [km <sup>2</sup> ] | 35.6  | 245   | 51.5  |

表 4 仮置き場候補地の留意点(環境省)

|                                                   |  |
|---------------------------------------------------|--|
| 【仮置き場候補地の留意点】                                     |  |
| ①公園、グラウンド、公民館、廃棄物処理施設、港湾等の公有地(市有地、県有地、国有地等)被災後の田畑 |  |
| ②未利用工場跡地等で長期間利用が見込まれない民有地                         |  |
| ③被災地内の住区基幹公園や空地等、できる限り被災者の生活場に近い所                 |  |
| ④災害廃棄物の搬出入するにあたり十分な幅員を確保すること。                     |  |

表 5 焼却と輸送による CO<sub>2</sub> 排出量算出式

|                                               |  |
|-----------------------------------------------|--|
| [焼却による CO <sub>2</sub> 排出量]                   |  |
| ゴミの焼却量[t]×原単位                                 |  |
| 原単位: 1.05[kg-CO <sub>2</sub> /kg] (東京都環境局)    |  |
| [輸送による CO <sub>2</sub> 排出量]                   |  |
| 災害廃棄物量[t]×移動距離[km]×原単位[kg-CO <sub>2</sub> /t] |  |
| 原単位: 0.178[kg-CO <sub>2</sub> /t]             |  |

4 結果

4-1 仮置き場選定と運搬ルート設定 結果

図1に仮置き場候補地選定図を、図2に選定例を示す。  
「条件③：被災者の生活場所に近い所」は人口密度500人/km<sup>2</sup>のエリアから約2km以内の選定とした。求めた廃棄物量から環境省の留意事項に配慮し、浜松市内/旧西区には仮置き場38/11か所、2,487,935/578,859 m<sup>2</sup>設定した。

4-2 災害廃棄物 CO<sub>2</sub>総排出量の算出 結果

表6に品目別災害廃棄物発生量を示す。災害廃棄物 CO<sub>2</sub>排出量を焼却分と運搬ルート平均値により算出し、浜松市全域/旧西区で行政試算の約半分となった。

4-3 運搬ルートの最適化による CO<sub>2</sub>排出量削減 結果

運搬ルートの最適化は、仮置き場と中間処理施設、最終処分場の各最短距離で構成される三角形の3辺で示される。各品目別に最短運搬ルートの距離を python による計算で求めた。図3に運搬ルート検討イメージ図を示す。実際には、GIS 上で仮置き場と中間処理施設、最終処分場の相互運搬距離を道路長で計算している。

表7に災害廃棄物 CO<sub>2</sub>排出量算出結果を示す。浜松市全域で2,700百万 t-CO<sub>2</sub>、旧西区で約311百万 t-CO<sub>2</sub>であった。また、名取処理区では、実測値試算から約315百万 t-CO<sub>2</sub>であった。

図4に被災面積あたりの CO<sub>2</sub>排出量比較を示す。浜松市/旧西区/名取処理区の被災面積あたり削減率は85%、89%、17%であった。仮置き場の配置が運搬効率の向上に影響していると考えられる。

5 まとめ

災害廃棄物発生量・仮置き場必要面積の試算を受けて、仮置き場を選定し、CO<sub>2</sub>排出量を試算した。浜松市全域/旧西区で約2,700/311万 t-CO<sub>2</sub>と算出された。更に運搬ルートの最適化を行うと、約2,700/311万 t-CO<sub>2</sub>となり、行政試算を85%削減できる結果となった。処理実測値による名取処理区の CO<sub>2</sub>排出量については削減率17%となった。

適切な仮置き場の配置計画および効率的な運搬ルートの設定が、災害廃棄物処理における CO<sub>2</sub>排出量低減に大きく寄与することが示唆される。今後は、さらなる最適化手法の検討や、実際の災害発生時に適用可能な運用モデルの構築が求められる。

【注釈】

注1) 火災については、環境省が示す焼失低減率を住宅/非住宅別に減じている。

【謝辞】

本研究の実施に際し、浜松市一般廃棄物対策課、廃棄物処理施設課の皆様、静岡理工科大学大学院システム工学専攻情報学コース協坂様に多大なるご協力を頂きました。ここに記して感謝の意を表します。また、データ集計及び解析において、当時静岡理工科大学の卒業生であった竹内直生さんに多大なるご協力を頂きました。ここに深謝の意を表します。

【参考文献】

1) 竹内直生ら：大規模複合災害における災害廃棄物処理の想定量調査、日本建築学会東海支部研究集会 研究報告集、2025.2 2) 環境省：災害廃棄物等の発生量の推計（令和5年改定）、令和5年9月 3) 浜松市環境部、浜松市災害廃棄物処理計画（改訂版）、2023.9 4) 環境省、災害廃棄物対策指針、平成26年3月 5) 環境省、災害廃棄物情報プラットフォーム、平成26年3月 6) 国土地理院、基盤地図情報、2024年版 7) G 空間情報センター、静岡県第4次地震被害想定地震動・液状化（南海トラフ巨大地震（基本ケース））、2018年 8) 静岡県、静岡県第4次地震被害想定、2024.6.6 9) 東京都環境局 環境に及ぼす影響の内容及び程度並びにその評価、平成29年 10) 環境省 温室効果ガス排出量計算のための算定式及び排出係数一覧、2004年

\*1 静岡理工科大学理工学部建築学科 学部生  
\*2 静岡理工科大学理工学部建築学科 准教授・工修

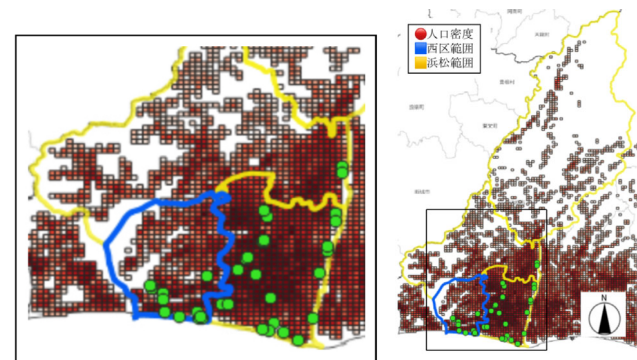


図1 仮置き場候補地選定図

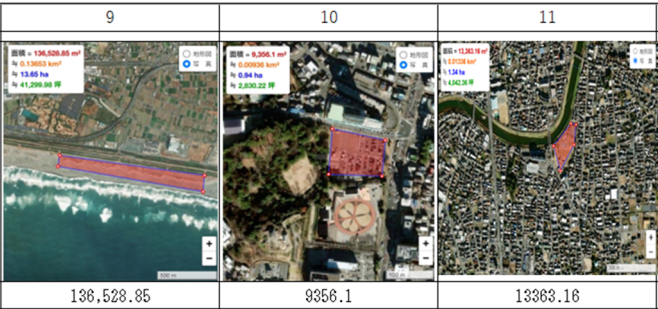


図2 仮置き場選定例

表6 品目別災害廃棄物発生量

|       | 可燃物[万t] | 不燃物[万t] | コンクリート[万t] | 金属[万t] | 柱角材[万t] |
|-------|---------|---------|------------|--------|---------|
| 旧西区   | 25.46   | 25.46   | 73.56      | 9.34   | 7.64    |
| 浜松全域  | 127.98  | 127.98  | 369.71     | 46.93  | 38.39   |
| 割合(%) | 18%     | 18%     | 52%        | 6%     | 5%      |

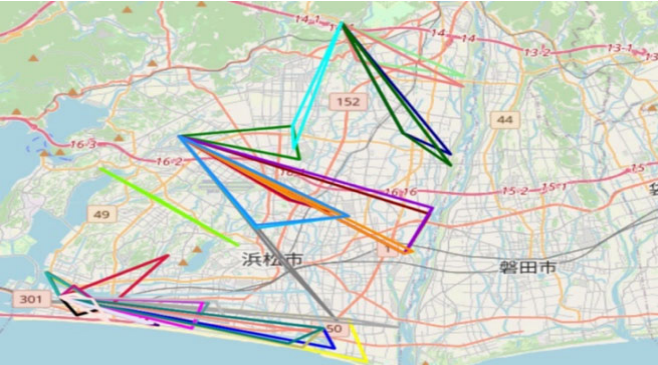


図3 運搬ルート検討イメージ図

表7 災害廃棄物 CO<sub>2</sub>排出量算出結果

|                              | 浜松市      | 旧西区     | 名取処理区  |
|------------------------------|----------|---------|--------|
| 平均ルート[百万t-CO <sub>2</sub> ]  | 17483.82 | 2792.06 | 378.58 |
| ルート最適化[百万t-CO <sub>2</sub> ] | 2700.58  | 311.81  | 315.18 |
| 削減率[%]                       | 84.55    | 88.83   | 16.75  |

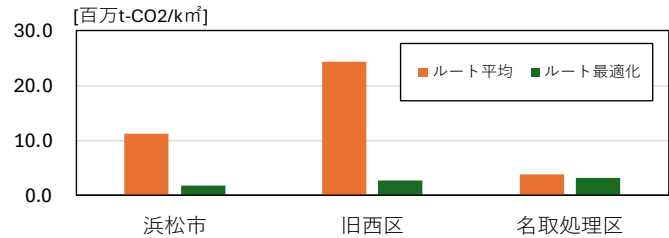


図4 被災面積あたりの CO<sub>2</sub>排出量比較

\*1 Student, Shizuoka Institute of Science and Technology  
\*2 Assistant Prof., Shizuoka Institute of Science and Technology, M. Eng.