

島嶼地域における廃棄物処理事業の LCA

九州大学工学部 学生会員 ○井上颯人
九州大学大学院工学研究院 正会員 中山裕文
九州大学大学院工学研究院 フェロー会員 島岡隆行

1. はじめに

島嶼地域は人口規模が小さく、各島に人が分散している特徴を持つ。焼却施設や最終処分場等の廃棄物処理施設が存在しない島々では、処理を他の島に依存するため船を用いた海上輸送が必須となる。廃棄物処理施設を有する島でも、収集人口が小さい境域な地域では施設規模のスケールメリットが働きにくい点や、島嶼間の不十分な連携が原因で効率的な処理ができないなど、島嶼地域独自の課題があり、島嶼間で連携を図った広域的な処理システムが必要となる。本研究では、焼却炉を積載した台船式廃棄物処理システムによる廃棄物処理量の変化のシミュレーション及びコスト計算を行った。台船式廃棄物処理システムとは、焼却炉本体(燃焼ガス冷却設備、排ガス処理設備、煙突を含む)、灰処理設備(落塵コンベヤ、飛灰処理設備)、ユーティリティ関係(プラント用受水槽等)、電気設備(電気室、非常用発電設備等)を台船に積載し、処理を行う島で組み立てを行い、処理後は解体して台船に再度積載する移動可能な廃棄物処理システムである。対象地域は沖縄県の八重山諸島の石垣島(石垣市)と西表島(竹富町)の2島を対象とした。

2. 廃棄物処理コストの評価

(1)人口・可燃物搬入量の設定

まず2島の一般可燃物の排出量を仮定する上で、月ごとの人口の推移に着目した。住民数は、石垣市は50,000人とし西表島は2,500人とした¹⁾。観光客は、月別観光客数²⁾を石垣市は平成28年度～29年度、西表島は平成26～30年度に亘り平均化したものを用いた(図2)。次に、住民と観光客による可燃物搬入量の設定は石垣市と竹富町の年間一般廃棄物の生活系・事業系可燃物の搬入量の数値³⁾を活用した。可燃物搬入量と人口の推移と照らし合わせ、日単位及び月単位での可燃ごみ搬入量を設定した。なお、年間の搬入量は石垣島で16,172t/年、西表島で195t/年であった。

(2)焼却施設のシナリオ設定

焼却施設の設定を行う前提として、3つの焼却シナリオ(①2島にそれぞれ焼却施設を建設、②1島のみに焼却施設を建設、③固定の焼却施設を置かず、台船式焼却施設で処理)を設定し、図1と表1に示す。対象とする島で実際に稼働している焼却場施設及び新たに設定した台船に搭載する組立式の焼却炉の設定を表2に示す。

(3)可燃物量の変動とヤードの規模

台船を用いて焼却処理を行うときの可燃物の量の変動を可視化するため、日単位での可燃物搬入量、焼却量、ヤード内の残存量を図3、図4に示す。ヤード内の可燃物量の最大量は石垣島で180t/日程度、西表島は船の運行頻度を考慮して18t/日程度となった。

(4)可燃物処理のコストの計算

可燃物の処理コストを計算する前提として、平成25年度～平成29年度の石垣市で排出された廃棄物の内、不燃物とその他を除いた可燃系のごみ質⁴⁾を湿ベースで平均化した後、元素組成の推定値を出した。なお、



図1 対象地域とシナリオ別の焼却設定

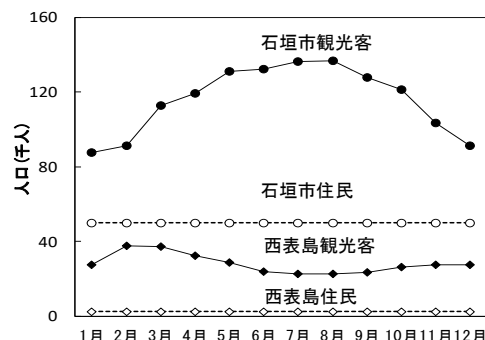


図2 観光客数・住民の月別動態

西表島(竹富町)のごみ組成について

表1 焼却のシナリオ設定

ではデータが得られなかったため、石垣市のごみ質と同じ組成として仮定した。焼却炉の設定、船舶の運用周期、可燃物の組成及び年間焼却

量から計算⁵⁾を行った。石垣島と西表島の焼却施設の炉数は実際と同じ数とし、台船式焼却施設の炉数は台船に積載する焼却設備を軽量化するために1炉と仮定した。台船式焼却施設の建設費には2島に設置するヤードの建設費も含めた。耐用年数は、焼却施設が25年、船舶が15年とした。設置・撤去費用はクレーンのレンタル費用とした。運搬コストは、陸路を含めず船舶の運搬・移動コストで計算を行った。3シナリオの

コスト算出の結果を表3に示し、図5にグラフ化した。3シナリオによるコストで差が大きく生じたのは建設費及び整備補修費で、焼却施設、焼却炉の数がコスト算出に大きく影響したといえる。また、台船式焼却では船舶購入費、設置撤去費が年間7,000万円で、島に焼却施設を建設した場合には発生しないコストが生じた。ランニングコストは、人件費、電力費が高い割合を占めるがいずれも大差はない。ライフサイクルコストは3シナリオとも年間4億円超であった。また、可燃物のトン当たりの処理コストは26,000円~27,000円程度であった。

3. 結論

2島と1島で焼却施設を設置した際のコスト比較は、焼却炉が1つ減り、建設費・人件費の削減に繋がったが、海上輸送の費用が増加しに全体的に大差はなかった。台船式焼却施設は炉数を減らし建設費を抑えたが、船舶購入費、設置撤去費用が大きくなった。ランニングコストはいずれのシナリオも近い値を示した。台船式廃棄物処理システムは、実際のモデルからより詳細なシナリオの設定、コストの算出等を行っていく必要がある。

【参考文献】

- 1) 石垣市：人口動態表・竹富町地区人口動態表、令和元年10月
- 2) 沖縄県：八重山観光統計(石垣市 平成28~29年 竹富町 平成26~30年)
- 3) 環境省：一般廃棄物処理実態調査結果、平成25~29年
- 4) 石垣市：一般廃棄物処理施設延命化計画、平成31年
- 5) 松藤敏彦：都市ごみ処理システムの分析・計画・評価、技報堂出版、2005

表2 焼却炉の設定条件

設定条件	炉式	最大処理能力	稼働日数
石垣島	流動床	35t/24h×2炉	365
西表島	ストーカ	1.5t/8h×1炉	365
台船式	ストーカ	70t/24h×1炉	341

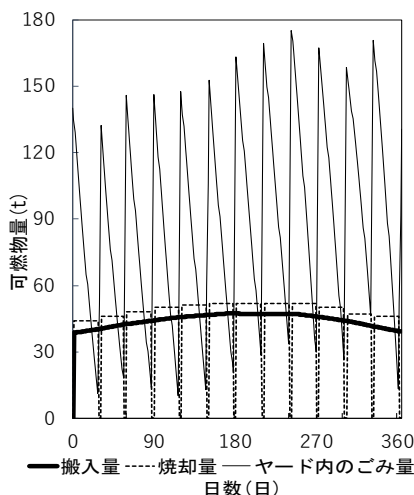


図3 石垣島の可燃物量の推移

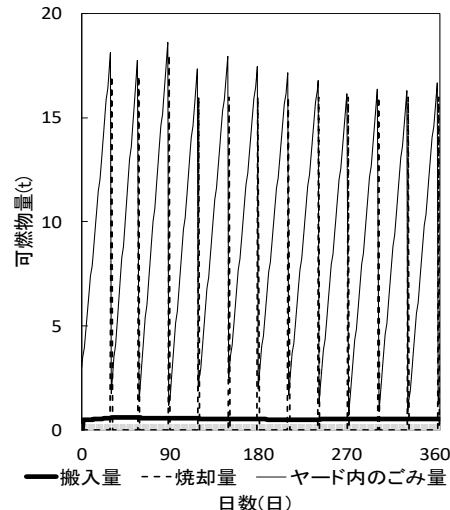


図4 西表島の可燃物量の推移

表3 3シナリオによるライフサイクルコスト

ライフサイクルコスト (千円/年)	2島に焼却施設	1島のみに 焼却施設	台船式焼却 施設
運搬・移動費	0	1,825	492
建設費	198,827	194,879	176,231
船舶購入費	0	420	10,000
イニシャルコスト小計	198,827	195,299	186,231
設置・撤去費	0	0	60,000
人件費	70,600	70,000	70,000
電力費	35,698	35,702	35,424
燃料費	8,273	8,272	8,332
水道費	5,245	5,177	5,203
薬品費	13,158	13,269	4,073
整備補修費	99,413	97,410	88,115
ランニングコスト小計	232,386	229,830	211,147
合計	431,213	426,954	457,870
トン当たりコスト (円/t)	26,375	26,115	27,958

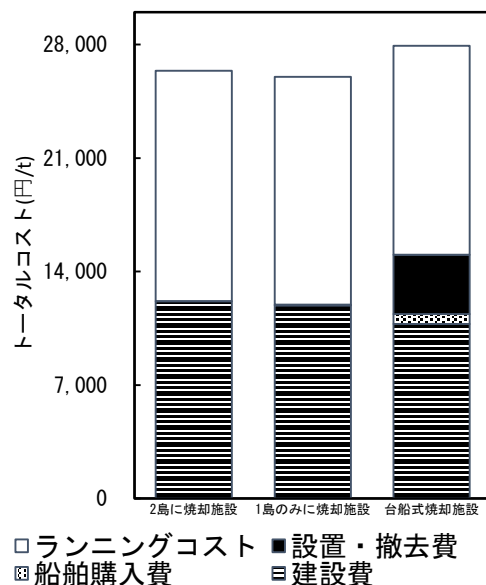


図5 3シナリオによる処理コストの比較