

B-43 人口減少を考慮した ごみ処理システムの更新について

○脇本 伊知郎^{1*}・増田 貴則²・細井 由彦²

¹鳥取大学大学院工学研究科社会開発工学専攻（〒680-8552鳥取市湖山町南四丁目）

²鳥取大学大学院工学研究科社会基盤工学専攻（〒680-8552鳥取市湖山町南四丁目）

* E-mail: env203@sse.tottori-u.ac.jp

1. 背景および目的

日本におけるごみ処理施設の使用年数は20年程度とされているにも関わらず、全国各地で20年以上稼働しているごみ処理施設が多く存在し、早急に更新しなければならない状況となっている¹⁾。このことから老朽化する施設の維持管理及び更新対策を含めた運営方法が必要とされ、効率的な経営選択が求められている。一方で我が国は人口減少社会に突入しており、社会基盤施設の経営にあたっては、その影響を考慮する必要がある。ごみ処理システムにおける総費用は、将来の総人口や人口減少率によって変化するため、人口が減少しないシナリオと比較した場合、効率的な経営シナリオが異なる可能性がある。よって長期間のごみ処理システムの総費用を算出するにあたっては、現在の人口のみならず将来の人口減少の状況も含めた様々なシナリオの比較を行い、経営方法の効率性を検討するのが望ましいと考えられる。

本研究では人口減少が進行する地域において、ごみ処理施設の更新・延命等の経営選択とその時間的なタイミングの違いによって、ごみ処理システムの総費用がどのように変化するかを考察する。これまでのごみ処理システムにおいては、システムを構成する要素に関する費用関数が十分に整備されているとは言えない。これは地域による事情が種々異なっており、それが費用に大きく影響することも一因であると考えられる。しかし将来に向けた検討を開始するには、概略の費用が把握できることが有用である。そこでまず本研究では、費用の算出方法、算出手順を明確にし、これまでの各種の実績値をもとに、できる限り一般的な費用関数を作成した。続いてそれをもとに人口減少が、将来における経営に与える影響を評価し、人口とその減少特性に応じたごみ処理システムについて検討を行う。

2. 研究方法

まず一般的なごみ処理システムの総費用の算出項目を建設費、延命費、業務委託費、ユーティリティー費、車両導入費、車両稼働費、車両人件費、埋立費に区分し、発生するごみ量から値が算出できるものに加え、実績を調査した新たな算定式を式(1)～(7)のように整理・作成した。

対象地域で必要とされる処理能力は、一般廃棄物処理事業実態調査²⁾と廃棄物処理施設整備費国庫補助金交付要綱改正の概要³⁾から算出した。処理能力に対する建設費 B_c (億円)は、ごみ焼却施設台帳[全連続燃焼方式編]¹⁾とデフレータ⁴⁾を用いて、式(1)、(2)とした。また延命費はI市における延命費の請負代金額を参考として、建設費 B_c の20%と設定した。業務委託費は廃棄物処理施設維持管理業務積算要領⁵⁾から算出し、日割基礎単価と割増基礎単価は表1の値を使用した。ごみ処理施設の稼働に必要なエネルギーをごみ焼却施設台帳¹⁾に記載されているデータを利用して算出し、消費電力量 E (千kwh/年)、ごみ焼却量 f (千t/年)とした場合、式(3)、(4)となった。その消費電力量 E に対する電気費用をユーティリティー費とし、基本料金は1,470(円/kW月)、電力使用量料金は8.84(円/kwh)とした⁷⁾。ごみを収集する収集車の台数は、山成・磐田・島田(2010)⁸⁾を用いて車両導入台数 y (台)、ごみ排出量 x (t/年)とした場合、近似曲線(5)を得た。そして車両データとして最大積載量 $2t$ 、車両費 c (500万円/台)、使用年数5年と設定し、車両導入費を算出した。また燃料消費量(3.0km/ℓ)、軽油燃料費(113円/ℓ)、平均速度(40km/時)、労働人数(2人/台)、人件費(2,000円/時)として、車両稼働費と車両人件費を算出した。最終処分量に対する埋立処理費用を埋立費とし、ごみ焼却施設台帳¹⁾に記載されているデータを利用して、最終処分量 z (t/年)を式(6)、(7)のように算出した。さらに下水汚泥資源利用の現状と課題⁹⁾と残余容量算定マニュアル¹⁰⁾に基づきこれらの値を参考として、1tあたりの埋立費を20,000円とした。

- ストーカ式の建設費： $Bc=0.5251S+0.3984$ (1)
 ガス化溶融式の建設費： $Bc=0.2774S+31.888$ (2)
 ストーカ式： $E=197310f+5000000$ (3)
 ガス化溶融式： $E=259396f+3000000$ (4)
 $y=0.0199x^{0.7005}$ (5)
 ストーカ式の最終処分量： $z=0.1511f$ (6)
 ガス化溶融式の最終処分量： $z=0.1137f \times 0.4$ (7)

表-1 日割基礎単価と割増基礎単価⁶⁾

業務責任者(保全技師Ⅱ)23,800円	副責任者(保全技師補)18,900円
班長(保全技師補)18,900円	整備員(保全技術員)16,300円
運転監視員(保全技術員)16,300円	事務員(保全技術員補)13,700円
割増基礎単価 班長:9.5%	運転監視員:9.6%

これらの算定式による値が、人口設定及び人口減少に対してどのように変化するかを比較する。そして仮想地域モデルを設定して、ごみ処理施設経営計画を作成し、検討期間におけるごみ処理施設経営計画別の費用を算出することによって、経営シナリオによる費用の違いを明らかにする。またその際の人口減少率も複数用意し、ごみ処理施設経営計画と人口減少率の組み合わせが、長期間におけるごみ処理システムの総費用に与える影響を考察する。

3. 経営選択によるごみ処理システムの総費用

(1) 仮想地域モデルの設定

モデルの設定として、縦1km×横1kmのメッシュからなる縦20km×横20kmのA市、同じ構成をしたB市を横に並べた仮想地域モデルを作成した。ごみ処理施設を設置する候補地をA市とB市およびA市+B市の中心メッシュとし、この中からごみ処理施設経営計画に基づいた設置場所を選択し、各メッシュで発生したごみを処理施設に運び込み処理すると仮定した。

(2) ごみ処理施設経営計画の設定

仮想地域モデルに対して初期状態を設定し、ごみ処理施設経営計画を作成する。まず初期状態として、A市の処理施設Aは残り使用年数が10年ほどあり、B市の処理施設Bは残余年数が無い状態とした。そして今後の経営選択として、処理施設Bを延命した後に両市の中心に統合して処理施設の建設を行うCase 1、個別に現在と同じ場所に処理施設を建設した後に処理施設Cの延命を行うCase 2、最初から統合した処理施設を建設した後に20年後にその延命を行うCase 3を考えた。

これらの30年間の総費用を算出し、各算出項目の総費用に対する影響を明らかにする。その際に初期状態の総人口をA市とB市の合計で80万人、40万人、20万人、10万人、5万人と設定し、人口減少率を変化無し、30年間で10%減少、20%減少、30%減少、40%減少、50%減少として、人口減少における各算出項目の総費用に対する影響の変化も考察した。

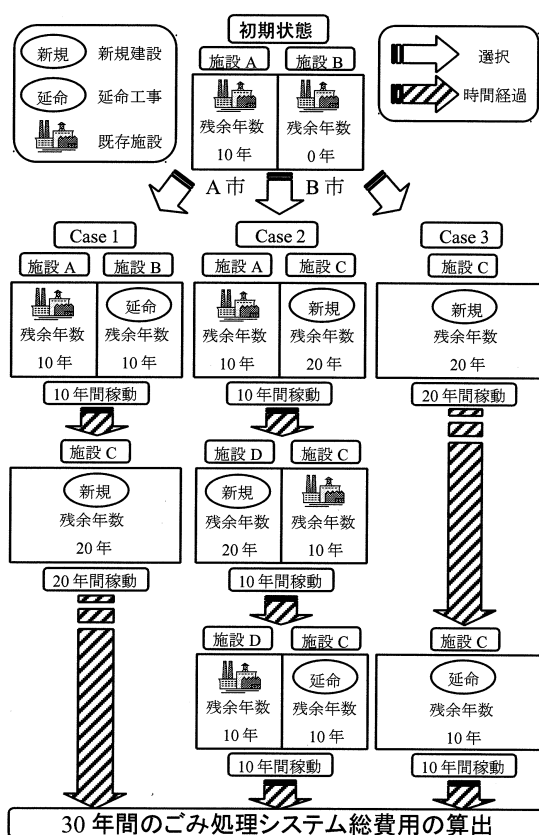


図-1 ごみ処理施設経営計画の選択肢

(3) ごみ処理施設経営計画の総費用の比較

図2、図3にごみ処理施設経営計画別の総費用の変化を示す。それぞれの初期人口に対する人口減少後の総費用を処理方式別に算出した。

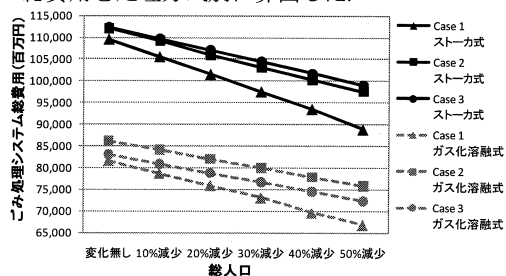


図-2 人口80万人時のごみ処理施設経営計画の総費用

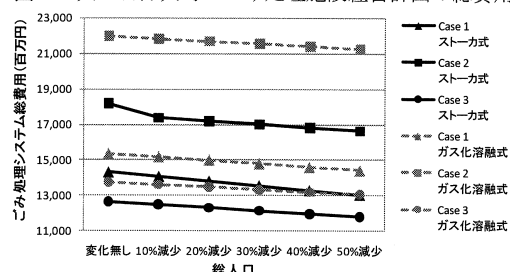


図-3 人口5万人時のごみ処理施設経営計画の総費用

処理方式と総費用に着目した場合、図2では全てのCaseでストーカ式よりもガス化溶融式の総費用が低い結果となっているが、図3ではストーカ式のCase3が最も総費用が低い結果となった。これは人口減少率を考慮した場合でも同じであった。この理由の1つに建設費の違いが挙げられる。建設費は総費用の中で大きな割合を占めており、ガス化溶融式は1日の処理能力が120tを越えたあたりからストーカ式よりも安価で建設することが出来る。このことから施設規模が大きい計画においては、建設費の低さが総費用に大きな影響を与えたと考えられる。

人口が減少する場合のごみ処理施設経営計画別の総費用に着目した場合、人口減少に伴って総費用が削減される割合が経営計画によって異なる。図4はCase1とCase3の費用割合の比較であり、Case1では人口減少に伴って建設費が大幅に減少しているのに対して、Case3では建設費の値は変化していない。結果としてCase1の方が総費用が少なく、人口減少率が大きくなるにつれてCase3との差が大きくなった。この理由として、ごみ処理施設の新規建設の遅れが挙げられる。ごみ処理施設は排出されたごみを余力を持って処理する必要があるため、処理計画において最も人口が多い年を想定して設計される。本研究では人口減少が前提となっているので、人口が最も多いのは初年度となる。そしてCase3は初年度にごみ処理施設を建設する計画なので、今後の人口減少率が変化しても建設費は変化しない。しかしCase1は10年間の延命を経て新規に建設する計画であるため、その10年間で人口が減少幅が大きいほど建設費の減少幅も大きくなる。

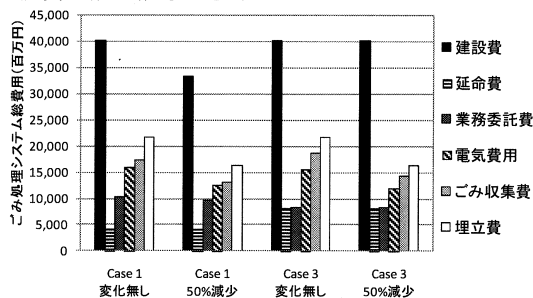


図-4 初期人口80万人時の人口減少による費用割合の変化(ストーカ式)

算出項目と総費用に着目した場合、人口減少によって毎年値が変化する項目と変化しない項目がある。建設費は建設される年の総人口から算出され、長期間使用されるので、毎年の人口減少の影響は受けない。同じく建設費の割合から算出される延命費、ごみ処理施設の規模から算出される業務委託費、購入する年のごみ排出量から算出される車両導入費も毎年の人口減少で値は変化しない。その一方で電気費用、車両稼働費、車両人件費、埋立費は毎年の総人口から算出されるので、毎年の人口減少で値が細かく変化する。つまりこの特性の違いが経営計画別の

総費用に大きな影響を与えた。図5は初期人口80万人時の経営計画別における人口変化無しと人口が50%減少した時の各算出項目の減少額を示したものである。図2でも示されているように、初期人口80万人時ではストーカ式、ガス化溶融式と共にCase3の総費用が最も低くなっている。そして図5においてCase1の建設費が大きく減少しており、建設費の減少が総費用に大きな影響を与えているのが分かる。さらにCase2とCase3と比較すると建設費と業務委託費には差があるが、毎年の人口減少に影響を受ける項目ではあまり差が生じていない。これは毎年の人口減少に影響を受ける項目は人口減少に柔軟に対応できるが、導入年度の総人口に影響を受ける項目は毎年の人口減少に対応できないからだと考えられる。よって総費用を低減するには、導入年度の総人口に影響を受ける項目の費用をいかに削減するのが重要である。

以上のことから長期間のごみ処理システムの総費用を算出するには、今後の人口減少をも考慮に入れて総費用の算出を行うことが重要であり、特に人口が多くかつ人口減少率が高いと予想される地域に有効だと考えられる。

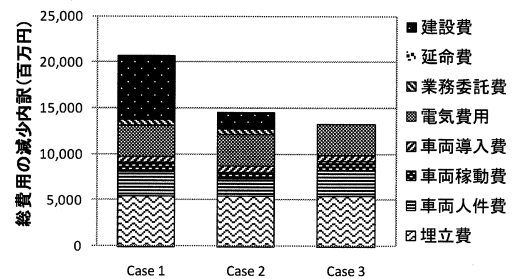


図-5 初期人口80万人時の人口50%減少時による経営計画別の減少内訳の比較(ストーカ式)

参考文献

- 財団法人 廃棄物研究財団：ごみ焼却施設台帳[全連続燃焼方式編]，平成18年度版，2006。
- 環境省大臣官房 廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課：平成20年9月 日本の廃棄物処理 一般廃棄物処理事業実態調査，平成18年度版，2008。
- 厚生省 環境整備課：廃棄物処理施設整備費国庫補助金交付要綱改正の概要，1998。
- 国土交通省総合政策局 情報安全調査課建設統計室：建設工事費デフレーターの基準改定（平成17年度基準），2010。
- 社団法人 全国都市清掃会議：廃棄物処理施設維持管理業務積算要領，平成19年度版，2007。
- 国土交通省：建設保全業務労務単価について，平成20年度版，2008。
- 北陸電力：料金メニュー 特別高圧，2010。
- 山成素子・磐田朋子・島田荘平：住民意識を考慮した一般廃棄物処理計画の立案方法に関する研究，2010。
- 国土交通省：都市・地域整備局 下水道部 下水汚泥資源利用の現状と課題，2006。
- 環境省大臣官房 廃棄物・リサイクル対策部 廃棄物対策課・産業廃棄物課：最終処分場残余容量算定マニュアルについて，2005。