

科学研究費助成事業 研究成果報告書

平成 27 年 6 月 5 日現在

機関番号：23803

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2011～2014

課題番号：23710061

研究課題名(和文) 廃プラスチックの広域化処理における政策決定モデルの構築に関する研究

研究課題名(英文) A study on development of policy decision-making model for wide area management of waste plastic disposal and recycling

研究代表者

戸敷 浩介 (Toshiki, Kosuke)

静岡県立大学・食品栄養科学部・助教

研究者番号：00542424

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,700,000円

研究成果の概要(和文)：本研究では、一般廃棄物の広域処理の議論を促進するため、地理情報システム(GIS)を活用した政策決定支援モデルを開発した。まず、町丁目単位の一般廃棄物の発生特性を、GISを用いてデータベース化した。次に、ごみ処理区域に関するシナリオを作成し、データベースを活用して、ごみ収集車の走行距離や清掃工場の焼却処理量など様々な項目を算出した。最後に、環境負荷(温室効果ガス排出量など)やエネルギー収支、経済性を評価した。GISデータと各自治体の一般廃棄物のデータを収集すれば、どの地域においてもこのように定量的なメリット・デメリットが把握できるようになったことが、本研究の成果である。

研究成果の概要(英文)：In this study, I developed a policy decision-making model using Geographical Information System (GIS) for fostering the discussion of wide area municipal solid waste management. First of all, data of municipal solid waste at town level was stored into a GIS database. Next, scenarios on waste management area were constructed. Using the GIS database, various items such as the mileage distance of garbage trucks and the amount of combustible waste in each incineration facility were calculated. Finally, environmental impacts (such as CO2 emissions), energy balances, and economic efficiency were evaluated. This is the result that the values of quantitative evaluation and the merit and demerit of wide area municipal solid waste management can be grasped in each area of Japan by collecting the data of GIS and municipal solid waste.

研究分野：廃棄物処理・リサイクル計画

キーワード：ごみ処理広域化 地理情報システム 政策決定支援 環境影響 エネルギー回収

1. 研究開始当初の背景

日本では、都市廃棄物処理は市町村の自区内処理が原則とされている。従って、自治体の人口に見合う規模の焼却施設が、各自治体に整備されてきた。その結果、中小規模の焼却施設が日本全国に乱立している。1997年5月に、旧厚生省から各都道府県に対し、ごみ処理の広域化計画の策定と、管下の市町村に対する指導を行うように通知が出された。その主な目的はダイオキシン対策であり、焼却施設を大型化し全連続炉に転換することが求められ、エネルギー回収も考慮して将来的には焼却能力300[ton/day]規模が望ましいとされた。しかし、焼却施設のダイオキシン発生源としての寄与率が農薬などに比べて低いこと、焼却技術が発達したこと、自区内処理原則が根強いことなどから、現在でも大規模焼却施設への転換とごみ処理広域化はそれほど広がりを見せていない。

焼却施設が老朽化した際には、自区内処理原則の下で、新規の焼却施設の設置が計画されることが多い。また、新規施設は数十年の稼働を見据えて計画されるため、その規模には一定程度の余裕を持って設計されてきた。しかし一方で、自治体の廃棄物発生抑制や分別・リサイクルに関する施策効果、市民の環境意識の向上、大都市への人口集中と地方の過疎化、高齢化社会の進展などから、特に地方における一般廃棄物の発生量は減少傾向にある。従って、従来の自区内処理の下で市町村毎に一般廃棄物処理を行うと、焼却施設の稼働率低下や過剰な処理能力を持つ新規施設の設置などの問題が起きやすい。従って、現在ではダイオキシン対策としてではなく、廃棄物発生量の地域格差対策、焼却施設のスケールメリットの活用、インフラ運用の柔軟性などの観点から、広域処理を検討すべき時期に来ている。

本研究を開始した当初、日本のごみ処理広域化に関する研究としては、市町村等のごみ処理費の効率化に着目した研究や、ごみ収集・運搬車の輸送距離に着目した研究が多かった。前者の代表的な研究として、八木¹は、日本国内のごみ処理広域化の進展が、一部事務組合の形成によってなされてきたことに着目し、その変遷と現状について、行財政システムの観点から詳細に分析・考察した。また、後者の研究として、例えば日下部²は、可燃ごみの収集・輸送に着目し、計画されている広域ブロックにおいて必要となる焼却施設の規模、最適な中継基地の立地などを検討し、ごみ処理広域化によるコストなどを算出している。また、Bastin³は、英国コーンウォールとウォリックシャーを事例に、可燃ごみの広域処理と分散処理における温室効果ガス排出量等の比較を行った。これらの研究は、特に可燃ごみの収集・輸送や焼却処理の経済性における環境負荷及びエネルギー収支を明らかにしている。

しかし、一般廃棄物処理全体の収集・輸送

や焼却処理におけるエネルギー収支や、環境負荷について、地域性を考慮しながら定量的に評価する研究はほとんどなく、広域処理の是非について、各自治体が政策判断を行う材料に乏しかった。

2. 研究の目的

本研究は、広域処理の議論を促進するため、地理情報システム (Geographical Information System: GIS) を活用して、一般廃棄物処理を環境やエネルギー、経済性などの観点から定量的に評価する政策決定支援モデルの開発を目的とした。

広域処理の考え方として、大規模な焼却施設によるスケールメリットを活かすことが考えられるが、地方などで1,000[ton/day]規模の大規模焼却施設をすぐに設置することは現実的に難しい。また、広域処理を行うと、ごみ収集車の走行距離は延伸することが考えられるため、燃料費や温室効果ガス排出量の増加などのデメリットも考えられる。こうした広域処理のメリット・デメリットについて、定量的且つ具体的なデータがないため、市町村間でどのようにそのメリット・デメリットを享受し負担するのか、どのような広域ブロックの形成が効率的なのかといった議論が進められない。

そこで本研究では、GISを活用して、一般廃棄物処理に関する多角的な定量評価手法を開発し、これを活用した政策決定支援モデルの構築を試みた。本報告では、可燃ごみの焼却処理における自区内処理と広域処理について、静岡県中部地域を事例に挙げて、施設稼働率、エネルギー収支、温室効果ガス排出量の3つの指標で比較評価した事例を用いる。

事例として挙げる静岡県中部地域では、志田地区にある2つの焼却施設(高柳清掃工場:1985年使用開始・処理能力255[ton/day]、一色清掃工場:1975年使用開始・処理能力120[ton/day]が老朽化し、新規施設(処理能力260[ton/day])の設置計画が進んでいる。中小規模の焼却施設が老朽化した際に、新規施設を設置するのではなく、稼働率に余裕がある近隣自治体の既存の焼却施設を活用しながら広域処理に移行することも、一つの選択肢である。そこで本発表では、計画中の新規施設を設置した場合のシナリオ(新規施設シナリオ)と、近隣自治体の焼却施設を活用した場合のシナリオ(広域処理シナリオ)を、比較評価する。

3. 研究の方法

まず本研究では、町丁目単位の可燃ごみの発生量を、GISを用いて解析可能な形でデータベース化した。図1は、静岡県における町丁目毎の収集日一日当たりの可燃ごみ排出量を示している。更に、焼却施設についても、GIS上に位置や処理能力、使用開始年などを情報と共にデータベース化した。図2は、本研究の対象地域と焼却工場の位置、及びその

概要を示している。新規施設シナリオでは、志田広域事務組合が、施設 No.7 及び No.8 の焼却施設を廃止し、施設 No.6 の新工場を設置し、自区内の可燃ごみを焼却処理する。その他のごみ処理区域でも、従来通り自区内の可燃ごみを焼却処理する。広域処理シナリオの場合は、新規施設を設置せず、施設 No.1 ~ No.5 の工場で、図 2 の地図の太枠で囲まれた 5 つのごみ処理区域全てのごみを、焼却処理することになる。

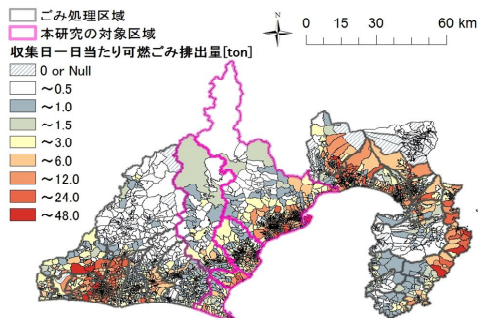


図 1 静岡県各町丁目毎の可燃ごみ排出特性

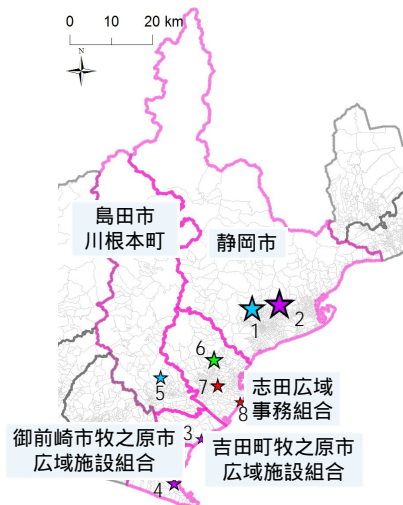


図 2 本報告で対象としたごみ処理区域と焼却施設の位置

表 1 本報告で対象とした焼却施設の概要

| No. | 施設名 | 処理能力 [ton/day] | 使用 開始年 |
|-----|----------------------|-------------------|-----------|
| ★1 | 新西ヶ谷清掃工場 | 500 | 2010 |
| ★2 | 沼上清掃工場 | 600 | 1995 |
| ★3 | 吉田町牧之原市 清掃センター | 101 | 1999 |
| ★4 | 牧之原市御前崎市 環境保全センター | 140 | 1992 |
| ★5 | 田代環境プラザ | 148 | 2006 |
| ★6 | 志田新工場 (計画中) | 260 | 未定 |
| ★7 | 高柳清掃工場 | 255 | 1985 |
| ★8 | 一色清掃工場 | 120 | 1975 |

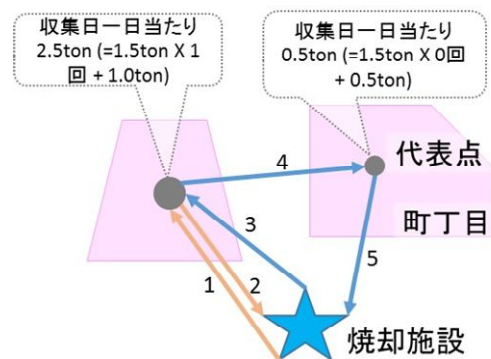


図 3 ごみ収集車の走行距離の算出方法

(1) 走行距離の算出方法

走行距離の算出は、本研究で用いている ESRI 社 ArcGIS の Network Analyst を活用した。図 3 に、ごみ収集車の走行距離の算出方法を図示した。本研究では、ごみ収集車を全て 2 トン（実質積載量 1.5 トン）と仮定した。ごみ収集車は、焼却施設を出発し、町丁目代表点を走行距離が最短になるように経由し、積載量が 1.5 トンに達すると焼却施設に戻るよう設定した。なお、町丁目内のごみ収集活動による走行距離は、自区内処理、広域処理に関わらず一定とした。

(2) 焼却施設の選択方法

新規施設シナリオの場合は、これまでと同じごみ処理区域で自区内処理を行うが、広域処理シナリオの場合は、可燃ごみの搬入先となる焼却施設は、自治体の違いを考えずに選択する。その際、発電効率（20%）が最も高い施設 No.1、最も処理能力が大きい施設 No.2、次に処理能力が大きい施設 No.5 を優先的に選択するように設定した。ただし、一施設の稼働率は、季節変動等を考慮して、85%を超えないように設定している。

(3) エネルギー収支について

エネルギー収支については、ごみ収集車の走行による軽油消費量と、廃棄物発電によるエネルギー回収量を算出した。ただし、町丁目内の収集活動における軽油消費量については、ここでも算出していない。なお、廃棄物発電によるエネルギー回収については、各自治体の可燃ごみ組成データから発熱量を算出し、廃棄物発電の発電効率を用いて算出している。志田地区の新規施設は、発電効率が不明のため、15%に設定した。

(4) 温室効果ガス排出量について

温室効果ガス排出量については、ごみ収集車の軽油消費に伴う二酸化炭素排出量を算出した。可燃ごみ中の廃プラスチック類の焼却に伴う二酸化炭素排出量は、2 つのシナリオで違いがないために、ここでは算出していない。

4. 研究成果

表 2 に、新規施設シナリオと広域処理シナリオにおける各項目の評価値とシナリオ間の差を示した。なお、これまで述べたようにこのモデルでは各町丁目内の収集活動に伴う走行距離や燃料消費量は、シナリオ間で差がないとして計上していない。言い換えれば、このモデルでは、各シナリオ間の計算結果(a)と(b)の差を、政策決定の材料として提供していることになる。また、図 4 には GIS を用いて解析されたごみ収集車の走行ルートの一例と、各焼却施設の処理担当区域を示した。

まず、広域処理のメリットとして既存の焼却施設の稼働率が全体で 11%向上することが挙げられる。いずれの施設も稼働率が 85%を超え、5 施設で十分にこの対象地域の可燃ごみの焼却処理が行える。エネルギー回収量は多少広域処理の方が多いもの、ごみ収集車の走行距離が延伸することによる燃料消費量の方が大きく、エネルギー収支は新規施設シナリオの方が効率が良い。環境負荷についても同様に、燃料消費量に伴う温室効果ガス排出量が約 1,500[ton-CO₂]多くなる。その他にも、NO_x や SO_x の排出量が増加し、特に焼却施設周辺におけるごみ収集車の交通量増加も懸念材料になる。例えば、圧縮・中継施設の導入などで走行距離を軽減するなどの対応が必要だろう。経済性については、新規施設の建設費（約 150 億円）と維持管理費にかかるコストが抑制できる。広域処理の他のメリットとして、施設の定期点検や故障時に、他施設を有効利用するなど柔軟な対応が可能になる。

このように本研究では、広域処理の促進の議論に、定量的な評価を提供することが出来る政策決定支援システムを構築した。本研究及び本報告では、主に静岡県を事例として挙げたが、ここで示した政策決定支援システム

表 2 各シナリオにおける焼却施設とエネルギー、環境への影響

| 比較項目 | 新規施設シナリオ(a) | 広域処理シナリオ(b) | シナリオ間の差(b)-(a) |
|--|----------------|----------------|----------------|
| 処理能力 [ton/day] | 1,750 | 1,490 | -260 |
| 施設稼働率 [%] | 62.8 | 73.8 | 11 |
| 発電電力量 [GJ] | 674,454 | 677,471 | 3,017 |
| 年間総走行距離 [1,000km] | 3,799 | 4,754 | 954 |
| 年間軽油消費量 [1,000L] ([GJ]) | 2,235 (85,377) | 2,796 (98,625) | 561 (13,248) |
| 年間CO ₂ 排出量 [ton-CO ₂] | 5,856 | 7,327 | 1,471 |
| 年間総走行時間 [hours] | 126,650 | 158,462 | 31,812 |
| 年間エネルギー収支 [GJ] | 589,077 | 578,846 | -10,231 |

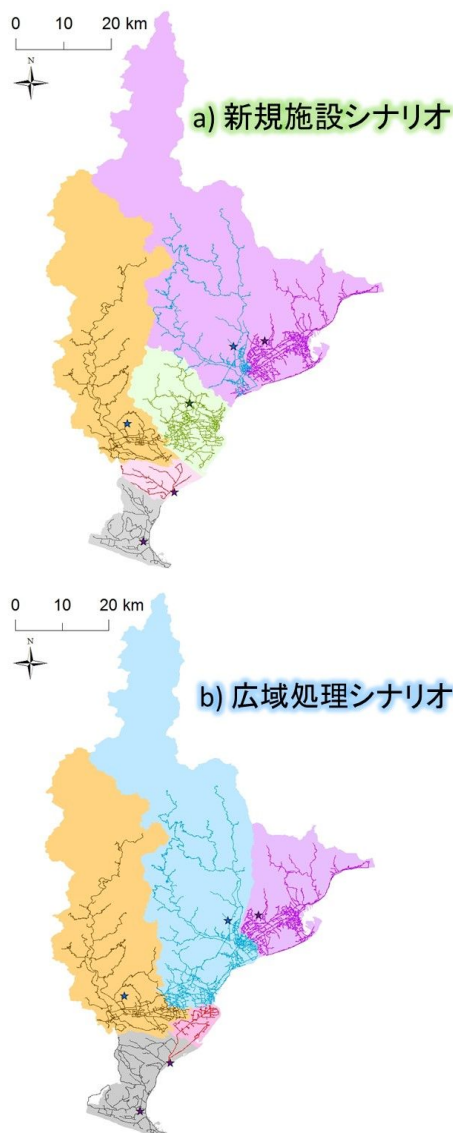


図 4 GIS を用いて解析されたごみ収集車の走行ルートの一例と各焼却施設の処理担当区域

は、地方自治体が有する一般廃棄物の発生特性データ（一人当たり排出量や物理組成データなど）と、町丁目毎の人口データなど GIS 用データを活用すれば、全国のいずれの地域においても、こうした定量評価を行うことが出来る。

報告者が、平成 26 年度全国都市清掃会議研究・事例発表会で本研究の成果を発表したところ、多くの地方自治体の一般廃棄物処理行政担当者等から関心を寄せられた。

今後は、可燃ごみ処理だけではなく、分別・リサイクルなど他の一般廃棄物処理政策に関するシナリオにも対応出来るように、モデル構築を進めたい。また、エネルギー、環境負荷、経済性などを、LIME（被害算定型影響評価手法）などの手法を活用しながら、統合的に評価出来るよう、研究を進める予定である。

5. 主な発表論文等

(研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線)

[雑誌論文](計 1 件)

1. Kosuke Toshiki, Pham Quy Giang, Jeong-soo Yu. Evaluating the effects of the concentration of large scale municipal solid waste incineration facilities using Geographical Information System. Journal of Environmental Sciences and Engineering B. 査読有. 2 (1), 2013, 53-60.

[学会発表](計 5 件)

1. 齋藤優子, 劉庭秀, 戸敷浩介. 廃棄物政策の日韓比較分析 ―一般廃棄物処理と小型家電リサイクルを中心に―. 日本地域政策学会. 2014年7月12-13日. 金沢青陵大学(石川県金沢市).
2. 戸敷浩介, 劉庭秀. 都市廃棄物処理システムの日韓比較分析. 日本マクロエンジニアリング学会. 2014年3月15日. 拓殖大学(東京都).
3. 戸敷浩介. 可燃ごみの広域処理に関するシナリオ分析 ―静岡県中部地域を事例に―. 廃棄物資源循環学会. 2013年11月2-4日. 北海道大学(北海道札幌市).
4. 戸敷浩介. ごみ処理区域の広域化による環境・エネルギー・焼却施設への影響 ―静岡県中部地域を事例として―. 環境科学学会. 2013年9月3-4日. 静岡県コンベンションツアースセンター“グランシップ”(静岡県静岡市).
5. 戸敷浩介. 一般廃棄物処理の広域化によるエネルギー収支及び二酸化炭素排出量への影響に関する研究. 廃棄物資源循環学会. 2011年11月3-5日. 東洋大学(東京都).

6. 研究組織

(1)研究代表者

戸敷 浩介 (TOSHIKI, Kosuke)

静岡県立大学・食品栄養科学部・助教

研究者番号：00542424