

平成21年 4月16日現在

| |
|--|
| 研究種目：基盤研究 (C) |
| 研究期間：2006～2008 |
| 課題番号：18510031 |
| 研究課題名 (和文) 離島における上水道・下水道・廃棄物処理の統合管理に関する研究 |
| 研究課題名 (英文) Study on Total Systems Management of Waterworks, Sewerage, and Waste Management on Islands |
| 研究代表者 山崎 公子 (YAMAZAKI KIMIKO) 首都大学東京・大学院都市環境科学研究科・助教 研究者番号：80087254 |

研究成果の概要：

遠隔離島である小笠原諸島を対象として、上水道、下水道、廃棄物処理の事業全体の把握を行い、それぞれの問題点を抽出し、これら3つの事業を統合管理することによって環境への負荷が削減可能かについて検討評価した。3事業それぞれの問題点を改善するため、離島でも適用可能な改善策を精査検討し、物質循環・水循環の観点から、3事業がそれぞれの問題点を相互に補完しあう統合管理案を構築した。この統合管理案を、小笠原諸島の将来予測値に基づいて、CO₂排出量、排出熱量等の環境への影響を評価算定した結果、提示した統合管理案は3事業から排出される環境負荷を削減することが出来ることを定量的に示した。

交付額

(金額単位：円)

| | 直接経費 | 間接経費 | 合計 |
|--------|-----------|---------|-----------|
| 2006年度 | 2,100,000 | 0 | 2,100,000 |
| 2007年度 | 900,000 | 270,000 | 1,170,000 |
| 2008年度 | 700,000 | 210,000 | 910,000 |
| 年度 | | | |
| 年度 | | | |
| 総計 | 3,700,000 | 480,000 | 4,180,000 |

研究分野：環境工学

科研費の分科・細目：環境学・環境影響評価

キーワード：環境影響評価，環境マネジメント，物質循環，水循環

1. 研究開始当初の背景

離島や過疎地では、生活の多くを地域外に依存している。生活用水は井戸水や沢水を用い、し尿や塵芥は堆肥に利用し、その他のごみは焚き付けにして灰は肥料とするといった昔の生活は、ほとんどが地域内で収束する徹底したリサイクル社会であった。しかし、生活が近代化し、便所の水洗化も進み離島や過疎地でも都市と同じような上水道・下水道・廃棄物処理が求められるようになった。現在、全国各地において、上水道・下水道・

廃棄物処理といった生活基盤整備は必要なものとなっているが、離島では各処理に必要な資材の供給先や最終的な排出物の処分を地域外に求めることが大部分である。地域外への依存は、物資の地域外との輸送手段が必要であり、輸送手段が限定される離島では輸送量を出来る限り少なくすること望ましい。その他にも、離島では水源の確保、最終処分地の確保が重要である。水源の確保については、天候によって降雨量が変化し、渇水等の状況が起りやすく、輸送手段が限られるこ

とから濁水の緊急時に他の地域からの応援は難しいこともあり下水処理水の再利用等、水の効率的利用が求められる。天候に左右されない海水に水資源を求める方法もあるが、水資源は上水道だけではなく農業用水としても必要である。エネルギー使用量等経済性を考慮すると、必ずしも水資源代替案としてすぐに採用されるものではない。また最終処分地の確保については狭い島内での処分地の確保は難しく、確保された処分地についても出来る限り使用年限を延ばす為に最終処分量の減量が必要である。そのためには、上水道・下水道・廃棄物処理について個々に検討し効率化、廃棄物の減量化を検討していくことも必要ではあるが、これらを別々に捉えるのではなく上水道・下水道は水循環、上水道・下水道からの排泥や廃棄物は物質循環として把握し、これら3事業を統合的に捉えて検討していくことが望ましい。実際に、近年、ディスポーザー使用による厨芥の下水道処理、浄水汚泥と下水汚泥の統合処理等が検討され始めており、一部都市では実施されているところもある。しかし、現在のところ、上水道と下水道、下水道と廃棄物といった2事業の組み合わせであり、上水道・下水道・廃棄物の3事業全てを統合的に検討対象としているところはほとんど無い。これは縦割り行政の弊害でもあるが、3事業全てを統合的に検討することについては、個々の事業が他の近隣地域と相互に関連しあい複雑なものとなっていることも妨げになっている。しかし、離島では他の地域と隔絶された状況であることが却ってこれら3事業の実態を把握しやすいものとしている。

2. 研究の目的

本研究の目的は、離島を対象に、上水道・下水道・廃棄物処理の3事業全体について現地での実態調査及びヒアリング調査を行い、現在の3事業の実態を把握するとともに現状の問題点や課題を抽出し、3事業を統合的に捉えるという視点からいくつかの方策を提案し、それぞれについてシミュレーションを行い、経済性や環境負荷について検討することによって最適な方策を評価し、離島の物質循環・農業用水を含めた水循環の研究に資する情報を提供することにある。

3. 研究の方法

小笠原諸島の、上水道・下水道・廃棄物処理に関するデータの収集を行い、収集データ全てを同一基準の下で整理し、電子ファイル化する。電子ファイル化されたデータを上水道・下水道・廃棄物別に統計解析し、上水道・下水道・廃棄物の各処理に影響する要因の抽出を行う。また、3事業のデータを総合的に解析し共通の影響要因の抽出を試みる。

一方、現地では上水道・下水道・廃棄物の更

なる実態調査を行う。まず、3事業従事者からのヒアリング調査を行い、各処理システムを管理運営していく上での問題点の把握を行う。さらに、現地調査により気候・地形などの立地条件、村民の生活状況・生活基盤である3事業に対する意識の把握に努め、3事業の統合処理を視野に入れて地理的要因・社会的要因等を検討し、各処理の問題点の具体化を踏むための基礎データの収集を行う。

また、水資源に関しては、ダム等の水源および下水処理水の水質分析や水量調査を行い、下水処理水再利用の方向性を考察する。その他、現在使用されていない水源についても水資源としての使用の可能性を調査・検討する。

廃棄物処分地に関しては、最終処分場および産業廃棄物処分場の調査を行い、残余廃棄物受入量の試算に必要なデータの収集を行い、不足する項目については現地での実測調査等で補足する。上水道、下水道、廃棄物処理の将来予測を行う。

上水道、下水道、廃棄物処理それぞれの問題点の抽出を行い整理し、整理された問題点に対する解決策を考察する。

上水道、下水道、廃棄物処理それぞれから排出される最終廃棄物に着目し、埋立量を削減する方策の検討を行う。

上水道、下水道、廃棄物処理それぞれの問題点を改善する上水道、下水道、廃棄物処理の統合管理案を構築し、CO₂排出量、排出熱量、埋立量といった環境負荷の面から統合管理案の評価を行う。

4. 研究成果

(1) 上水道・下水道・廃棄物処理の事業を島内で実施している島嶼を選択し、基礎データの収集を行い、今後の研究に使用できるデータベースを作成した。

(2) 離島の上水道・下水道・廃棄物処理の事業者から、事業管理運営についてヒアリング調査を行い、離島における上水道・下水道・廃棄物処理の問題点の抽出を行った。

(3) 上水道から排出される廃棄物である上水発生土に着目し、一般廃棄物との一体処理化の検討を行った。まず、上水発生土量の将来値予測を行い、離島である東京都小笠原村父島での上水発生土量を推定するモデル式を作成した。

表1 シナリオ一覧

| シナリオ | 設定条件 |
|----------------------------|---|
| ① 現状推移 | 人口、観光客数は時系列分析による推定値 ダムからの導水量は配水量の40% |
| ② 濁水 | 人口、観光客数は時系列分析による推定値 ダムからの導水量は配水量の80% |
| ③ 第二次小笠原村総合計画計画による観光客増加 | 人口は時系列分析による推定値、観光客数は現在の2倍 ダムからの導水量は配水量の40% |
| ④ 世界遺産指定にともなう来島者制限による観光客減少 | 人口は時系列分析による推定値、観光客数が現在の0.5倍 ダムからの導水量は配水量の40% |
| ⑤ 世界遺産指定にともなう来島者制限による観光客減少 | 人口は2000人、観光客数が現在の0.5倍 ダムからの導水量は配水量の40% |

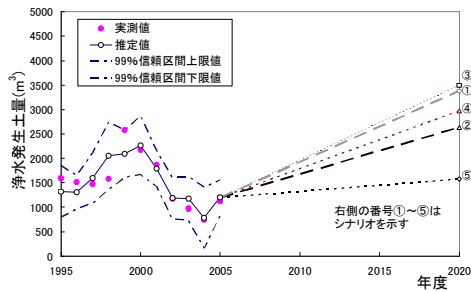


図1 モデル式による上水発生土推定量と将来予測値

作成したモデル式を用い、表1に示す将来の父島の社会状況を推定するシナリオを作成し、シナリオ分析により2020年の上水発生土量の予測を行い、2005年度と比較し30～250%程度増加するという予測値を得た(図1)。得られた将来推定値を用いて累積埋立量を算定し、清掃工場での焼却処理の可能性の検討を行った。焼却により埋立て容量が減容化することが可能であることを数値で示した。

(4) 上水道から排出される廃棄物の減量化に着目し、貯水水質を改善することで薬剤・活性炭使用量の減少を目的として、最終排出物の減量をはかった。小笠原母島を対象とし、生態系に配慮した水生植物による水質浄化を試み、水生植物を食用植物である空芯菜としたことで、採取した植物が廃棄物として処分される量の減量を実現した。しかし、貯水水質の改善は明確ではなく、薬剤・活性炭使用量の減少は確認できなかったが、将来予測シミュレーションにより栽培面積の拡張と長期的に持続した植物栽培を行うことで水質改善が可能であることを示した。また、今回の研究では、採取した植物の食用に利用可能な割合が低く、廃棄量を減らすためには、今後、植物栽培方法を再検討する必要があること、さらに、栽培面積拡大による収穫量の増加にともなう植物の利用先の確保が必要なことも明らかにし、今後の検討課題を示した。

(5) 研究対象を小笠原諸島父島及び母島として、上水道・下水道・廃棄物処理の統合管理について、総括的な研究を進め、考察を行った。

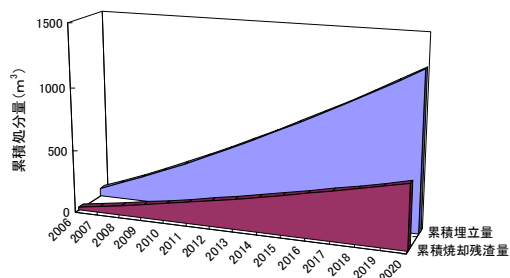


図2 埋立と焼却の処分量比較

上水発生土の清掃工場での一括焼却処理の検討に加え、下水脱水汚泥についても清掃工場での一括焼却処理の検討を行い、それぞれの最終廃棄物の個別処理と統合処理について比較検討し、埋立量の算定を行い図2に示した結果を得た。さらに、環境への負荷の面からも評価を行った。

最後に、上水道、下水道、廃棄物処理それぞれの抽出された問題点に対する改善策に加え、過去に研究を行った上水道と下水道の連携させた上水発生土による下水汚泥及び下水処理水質改善、下水道と廃棄物処理を連携させたディスポーザーによる厨芥処理、最終廃棄物の統合処理等を採用した統合管理による改善案を作成し、小笠原村の将来予測に基づいた水需要量、廃棄物量の将来推定値を用いて、作成した統合管理改善案の評価を行った。

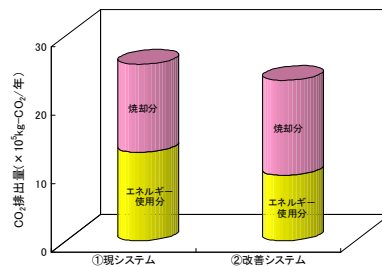


図3 CO₂排出量による評価

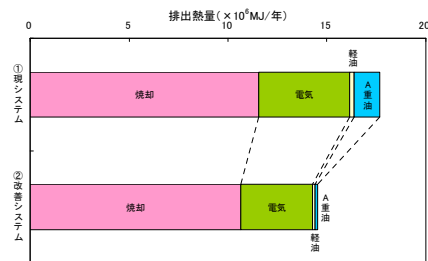


図4 排出熱量による評価

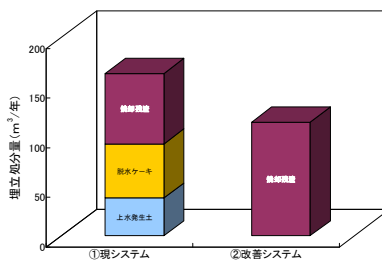


図5 埋立処分量による評価

その結果、図3～5に示すように、統合管理改善案を採用することにより、CO₂排出量、排出熱量、埋立量といった環境への負荷が低減化されることを数値で示し、定量的に統合管理による改善案の有用性を示した。

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 6件)

①山崎公子、小泉明、大塚宏幸：小笠原母島における水道水源の保全対策，環境工学研究フォーラム講演集，Vol.45， pp.163-165，(2008)，査読有

②及川智，辻正仁，北澤弘美，佐藤親房，小泉明：浄水スラッジの膜濃縮におけるケーキ平均比抵抗及び圧縮性の影響，水道協会雑誌，Vol.889，pp.2-13，(2008)，査読有

③山崎公子，小泉明，大塚宏幸：小笠原諸島母島における植栽筏による水道水原保全，用水と廃水，Vol.50，pp.57-64，(2008)，査読有

④山崎公子，小泉明，大塚泰永，大塚宏幸：小笠原母島における貯水池の水質浄化に関する実験的研究，小笠原研究年報，Vol.31，pp.65-75，(2008)，査読有

⑤及川智，水野悦郎，北澤弘美，佐藤親房，小泉明：膜を用いた浄水スラッジの強制濃縮による脱水効率改善効果，水道協会雑誌，Vol.868，pp.2-14，(2007)，査読有

⑥及川智，北澤弘美，佐藤親房，小泉明：浄水スラッジの脱水効率に関する予測モデル，環境工学研究論文集，Vol.43，pp.577-584，(2006)，査読有

[学会発表] (計 6件)

①小峯美奈子，山崎公子，小泉明，神谷隆司，大塚泰永，大塚宏幸：植栽筏による貯水池の水質浄化に関する一考察，第59回全国水道研究発表会，2008年5月30日，仙台市

②山崎公子，小泉明，大塚宏幸：小笠原母島における植物による貯水池保全，日本水環境学会，2008年3月20日，名古屋市

③及川智，北澤弘美，佐藤親房，小泉明：排水処理における脱水効率に関する予測モデルの検証，第58回全国水道研究発表会，2007年5月19日，釧路市

④山崎公子，小泉明，稲員とよの，荒井康裕，

菊池聖司：離島における上水発生土の予測-小笠原父島における事例研究-，第58回全国水道研究発表会，2007年5月19日，釧路市

⑤山崎公子，小泉明，荒井康裕，矢田和寛，鈴木史人，小峰美奈子：浄水スラッジ投入による下水汚泥への影響，第57回全国水道研究発表会，2006年5月26日，長崎市

⑥山崎公子，小泉明，荒井康裕，柳明辰：浄水スラッジ投入と下水処理水質の関連分析，第57回全国水道研究発表会，2006年5月26日，長崎市

[その他]

6. 研究組織

(1) 研究代表者

山崎 公子 (YAMAZAKI KIMIKO)

首都大学東京・

大学院都市環境科学研究科・助教

研究者番号：80087254

(2) 研究分担者

小泉 明 (KOIZUMI AKIRA)

首都大学東京・

大学院都市環境科学研究科・教授

研究者番号：80137025

稲員 とよの (INAKAZU TOYONO)

首都大学東京・

大学院都市環境科学研究科・准教授

研究者番号：60154259

荒井 康裕 (ARAI YASUHIRO)

首都大学東京・

大学院都市環境科学研究科・助教

研究者番号：50326013