

下水処理施設の持続可能性に関する基礎的研究

秋山千亜紀・秋山祐樹

Preliminary Study on Sustainability of Sewage Treatment Plants

Chiaki AKIYAMA and Yuki AKIYAMA

Abstract: This paper analyzed the current situation of sewage project on the basis of administrative boundaries using management indices. Five indices are applied to evaluate planning, facility efficiency, and economic efficiency. Sewage project variables which were aggregated within administrative boundaries are classified into four types by clustering method. Results show that progress of project plan and economic efficiency are not always linear relationship. This paper revealed the importance of comprehensive evaluation for sustainable sewage project management.

Keywords: 下水道事業 (sewage project), 経営指標 (management index), クラスタリング (clustering), 下水道統計 (sewage statistics), 持続可能性 (sustainability)

1. 研究背景

我が国では水質汚濁の改善のため、水質汚濁防止法等の法整備とともに、下水処理施設や浄化槽などの整備・普及を進めてきた。これらの排水処理設備の多くは高度経済成長期に整備され、現在では多くの設備で更新や再整備等が検討されている。しかし、施設の整備当初は人口増加・経済成長という拡大路線であったが、現在は人口減少・経済低成長へと転換し、将来的な維持費の確保やインフラ設備の規模の見直し等が重要な課題として挙がっている。インフラ設備の持続的な管理にむけた関連研究としては、持続的な水環境保全体制の維持にむけた経済的手法による検討や（栗山 2011），適正なインフラ規模の検討という観点から上水処理施設を対象に管路長と人口分布に基づいて効率的な上水道の再編・分離が検

討（奥村・田中 2011）されている。これらの研究は、健全な水環境とその維持に要する費用とのバランスを市町村単位に検討しているが、将来の処理人口を確保するためにも近隣市町村との連携が重要となると考えられる。

そこで本研究では、近隣の市町村に属する下水道事業の経営状態がどのような状態であるかを把握するため、市町村単位に全国の下水道事業の経営状態を分析する。

2. 研究手法

2.1 下水道の種別

本論文における下水処理施設とは、下水道法上における下水道の中で終末処理場（いわゆる下水処理場）を有するものを対象とする（図 1）。すなわち公共下水道（広義）と流域下水道が該当する。公共下水道（広義）が単一の市町村を対象としているのに対して、流域下水道は二つ以上の市町村を対象としている。そのため基本的に下水道の管理・運営は主に市町村が担うこと多いが、流域下水道については都道府県が

秋山千亜紀 〒305-8506 茨城県つくば市小野川 16-2

国立研究開発法人国立環境研究所

Phone: 029-850-2245

E-mail: mizutani.chiaki@nies.go.jp



図-1 下水道の種別

担当する。なお、幹線管渠に流入するまでの施設の建設及び維持管理は公共下水道（後述する、流域関連公共下水道）として市町村が行う。公共下水道（広義）は、主として市街化区域を対象とする「公共下水道（狭義）」、市街化区域以外で設置される「特定環境保全公共下水道」、特定の事業者の事業活動に主として利用される「特定公共下水道」に区分される。さらに「公共下水道（狭義）」と「特定環境保全公共下水道」については、終末処理場を有するもの（単独公共下水道）と、流域下水道に接続するもの（流域関連公共下水道）の二つに分類される。以上のように下水処理施設は、処理区域が複数の市町村を対象としているかどうか、終末処理場を有しているかどうか、下水処理施設の住所が市街化区域かどうかなど、複数の条件によって下水道事業の区分、つまり経営主体が定められている。

下水道法上の「下水道」に関しては国土交通省が国の管轄省庁であり、平成26（2014）年に「下水道経営改善ガイドライン」（国土交通省・日本下水道協会）を公表するなど持続的な下水道の維持管理にむけた取組みが一層強化されている。また下水道事業は、公益事業としての側面から経営的な効率が重視される点がいわゆる公共事業と異なる。効率的な公益事業の経営支援とし総務省からは「下水道事業経営指標・下水道使用料の概要」が発表されており、経営分析の手法を採用することで、汚水処理に関する費用は使用者からの徴収で賄うべきとする方針の徹底に努めている。下水道事業が将来的に安定的に持続可能な事業とするために、共通した取組みとし

て、下水道事業者が下水道経営の課題を経営指標によって定量化することで、自身の経営状況を評価できるようすることである。

2.2 経営指標

本研究では全国の下水処理場を対象に、総務省（2010）による下水道事業の代表的な経営指標のなかから、次の5項目を用いて評価する。まず、1) 事業の概要を示す進捗率（%）と処理区域内人口密度（人/ha）、2) 施設の効率性として有収率（%）、水洗化（%）、最後に3) 経営の効率性として汚水処理原価（円/m³）を用いた。それぞれの経営指標は式1～式5で導出する。

$$\text{進捗率（%）} =$$

$$(\text{現在処理区域内人口} / \text{全体計画人口}) \times 100 \quad (1)$$

$$\text{処理区域内人口密度（人 / ha）} =$$

$$(\text{現在処理区域内人口} / \text{現在処理区域面積}) \quad (2)$$

$$\text{有収率（%）} =$$

$$(\text{年間有収水量} / \text{年間汚水処理量}) \times 100 \quad (3)$$

$$\text{水洗化率（%）} = (\text{現在水洗便所設置人口} / \text{現在処理区域内人口}) \times 100 \quad (4)$$

$$\text{汚水処理原価（円 / m}^3\text{）} =$$

$$(\text{汚水処理費} / \text{年間有水量}) \quad (5)$$

次いで、上記5指標を平方ユークリッド距離によるクラスター分析（ウォード法）によって類型化することで、全国の下水道事業が有する経営状況を概説する。

2.3 使用したデータ

下水処理施設に関しては、事業主体である地方自治体などによって事業毎に情報が公開されているほかに、下水処理統計および下水道年鑑

として全国各地の下水処理施設に関する情報が網羅的にまとめられている。本研究では、先述した経営指標を下水処理事業ごとに算定するために、平成22年度下水道統計（日本下水道協会）を参照する。下水道に関する情報は、項目によって処理施設毎であったり、（複数の施設を有することがある）事業毎であったりと、集約単位が異なる。そのため複数の指標を用いて下水道事業を複合的に評価するために、まず事業毎にデータを整備した。その後、地理的な特徴を把握するため、国土数値情報の「下水道関連施設データ」から処理施設のポイントデータを用いて、各事業がどの地方公共団体に属するのかを特定し、図示する。地方公共団体によっては、前述したとおり複数の下水道事業を運営している場合、および都道府県が管理する事業（流域下水道）の終末処理場が位置する場合などでは、ある市町村に下水道処理区が多層的に存在する場合が生じる。そのため以降では、結果を視覚的に把握しやすくするため、事業毎の下水道事業の指標を市町村毎に集計、評価したものをクラスター分析にかけたものを示す。これにより管理主体が都道府県である流域下水道は対象から除外される。

3. 結果と考察

下水道事業を運用する市町村（N=948）毎に、式1～式5で得られる5指標を評価し、クラスター分類によって表1に示す4類型に地域を区分した。また図2に市町村ごとの類型を示す。

表-2 地域分類と該当する市町村数

地域分類	該当数
1. 事業成熟・経営効率要改善型	254
2. 事業順調・経営効率優良型	329
3. 事業進行中・経営効率良型	364
4. 事業未成熟・経営効率要改善型	1

類型番号1（事業成熟・経営効率要改善型）は、水洗化率、進捗率は非常に高いことから整備が進み事業が順調に進捗している一方、有収率が低いことから収入に対する処理水量が多い。つまり、供用開始から十分年月が経ち、事業は成熟している一方で、設備の更新時期を迎える経営効率が良いとは言えない状態といえる。

類型番号2（事業順調・経営効率優良型）は、進捗率、有収率、水洗化率が相対的に高く、汚水処理原価もある水準に抑えられていることから事業の進捗ならびに経営効率の優良な状態といえる。

類型番号3（事業進行中・経営効率良型）は、類型番号1、2と比べると進捗率、水洗化率は低いものの、有収率は類型2と同程度に高いことから、類型番号2よりも供用開始時期が後発であると推察される。

類型番号4は該当数1という特異な累計で、汚水処理原価が著しく高く、また水洗化率が顕著に低くなっている。その背景には、該当する兵庫県神崎郡市川町の特定環境保全公共下水道は、供用開始2年と非常に新しい事業であるため、下水道への接続率が低いことが挙げられる。指標の読み取り方については、絶対的なものではなく、様々な指標との組合せや事業が展開する地域特性の考慮が必要であるとの指摘がされており、類型番号4はそれに値するものといえる。

類型ごとの地域的な特徴としては、事業が開始されてから成熟期を迎えている類型1は県庁所在地や地域の核となる都市を有する自治体に分布している。類型2も都市を有する自治体に位置すると同時に、都市という点では必ずしも地理的条件がよいとは言えない自治体に分布していることが確認される。その要因として、人口規模が大きくない市町村において適正な計画規模での事業が進められていることが考えられる。類型4は前述のとおりであり、類型3はそのほかの比較的の共有開始時期が遅めの自治体といえる。

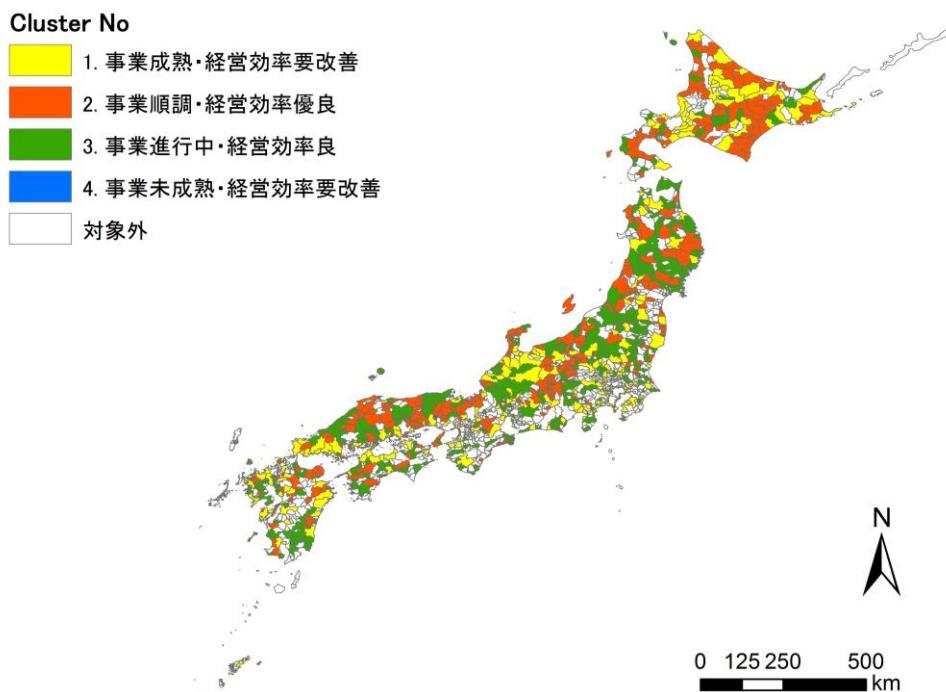


図-2 経営指標による地域分類

以上の特徴は、将来的な下水道事業の持続可能性を議論する際に、類型番号の順に施設の更新時期を迎えることが予想される。今後、下水道施設が更新時期を迎えるにあたって、収益を考慮しながら経営効率を改善検討することが求められている。

4. おわりに

本研究では、下水道事業の持続可能性を検討するため全国の下水道事業に関する情報を整理し、市町村毎に経営指標を用いた評価によって、下水道事業の地域分類を行った。その結果、事業がある程度まで成熟すると経営効率の改善が課題となること、事業を拡張と良好な経営効率を実現する時期があることが推察された。

今後の課題として、まず都道府県が管理する流域下水道事業を評価の対象にすることが挙げられる。市町村および都道府県という異なる事業主体による事業が、同一地域に展開される点は、必ずしも行政区画で事業範囲が完結しない下水道事業の特徴といえる。このような特性を持つ事象

に対しては既存の集計単位で整備された情報では十分に対応できないことが考えられることから、今後はマイクロジオデータ（秋山 2015）を用いて事業または事業場ごとに分析を進めたい。

謝辞

本研究は科研費・若手研究（B）JSPS（16K21595）の助成を受けたものである。また東京大学 CSIS 共同研究（No.694）による成果である。ここに記して謝意を表したい。

参考文献

- 秋山祐樹（2015）：マイクロジオデータを用いた都市・地域モニタリング、人と国土 21, 41, 47-51.
- 奥村 誠・田中大司（2011）：ネットワークインフラの運用・維持コストに関する統計分析 - 東北地方市町村の上水道を対象として - , 都市計画論文集 46, 223-228.
- 栗山 浩. (2011) : 水質保全の経済分析. 環境研究 161, 156-163.