

# 水道の無効率に関連する経営指標の分析

## Management Index Concerning with Non-Revenue Water

鈴木 崇伸<sup>1</sup>  
Takanobu Suzuki

<sup>1</sup>東洋大学理工学部都市環境デザイン学科 (〒350-8585川越市鯨井2100)

Department of Civil and Environment, Toyo University

This report presents some idea of judgement index of water supply corporation concerning with non-revenue water. Water supply corporation should decrease non-revenue water to keep healthy profitability. Non-revenue water indicates soundness of corporation. The author proposes some index of assets and profits in order to estimate non-revenue water. Simple index is used for defining inefficiency of corporation management.

**Key Words :** Non-revenue water, Water supply management, Management index

### 1. はじめに

水道は市民生活や経済活動になくてはならないインフラであり、ライフライン施設の一つとして整備が進められた。日本水道協会のまとめによれば平成25年時点において水道を利用する人は総人口の97.7%と報告されている。水道の使用量は減少傾向となっているが、年間で約150億<sup>3</sup>mの水が給水されている。日本の水道の特徴は飲料として使える点であり、高度な濾過設備が全国に配備されている。水道の1m<sup>3</sup>あたりのコストは20世紀末までは増加してきたが、21世紀になってからは180円前後で推移しており、年間で約2.7兆円となる。コストの内訳は老朽化した施設の再構築、ダムへの投資、高度処理水等の割合が増加し、人件費や支払利息等の割合が減少している。

日本全国で必要とされる地域の整備が終わり、維持管理の時代に入っているが、最近では大量建設時代に造った設備の更新が進まない状況となっている。厚生労働省は2008年に改訂水道ビジョンを発表し、アセットマネジメントの導入を推奨した。各水道事業者は手引書に従い、施設に関する情報整理を行い、診断・評価を行うとともに、更新の計画と財政収支の見通しを毎年行うこととなった。2014年には厚生労働省から新水道ビジョンが発表され、人口減少社会に向けた方向性が発表され、安全、強靱、持続の3つの理想像が示された。

日本の水道は3つの大きな課題に直面している。一つは人口の減少すなわち水需要が減少していく状況でどのようにダウンサイジングして健全な経営を進めるかである。二つ目は災害対策の不備であり、特に地震に関しては大量建設時代に建設を進めた水道管は耐震性能が十分でないことは自明である。三つ目は大量建設時代の管の更新が進まない現状では老朽劣化が年々進行し、水道サービスの維持が難しくなる。設備の点検を強化して耐震対策あるいは劣化補修を進めれば問題解決に向かうが、ヒト、モノ、カネが必要とされる。水道を熟知した経営者、技術者が最新の技術を使って公共料金の範囲内で進められるかどうかにかかっている。

こうした現状に鑑み、本研究は水道事業者の非効率性の尺度として水道の無効率に注目して、その現状と無効率が高い事業者の特徴の分析を行っている。無効率は給水量から有収水量を差し引いた水の割合であり、主に漏水量と考えられる。埼玉県を対象にして無効率が高い事業者の経営データから算出できる指標について考察している。

### 2. 水道の無効率の現状

水道事業者の非効率性を測る指標として水道の無効率に注目する。表1に水道に関する用語の定義を示す。給水量は浄水場から出た水の総量であり、工場出荷量に相当する。給水量は有効水量と無効水量に分類される。さらに有効水量は有収水量と無収水量に分けられるが、水の使い道が把握できている水量となっている。料金の対象になる水が有収水量であり、管の維持管理や公共の用途に使われるものが無収水量である。無効水量は使途不明の水であり、0であることが望ましい。無効水量が多いということは、工場から出荷されたものが途中で紛失することを意味しており、経営上の大きな問題となる。

改訂水道ビジョンにしたがって“水道経営の見える化”が進められた結果、多くの水道事業者の無効率に関するデータが公開されている。インターネットを使って収集したところ、関東甲信越地方の約300事業者の水道事業者の経営データを得ることができた。無効率に関して最大で50%近い値になっている事業者があることが判明した。図1にデータを収集できた294事業者の無効率の頻度分布を示している。無効率の実態として10%前後が平均的な値となっており、多くの事業者は5%から20%程度となっている。

関東地方の1都7県の無効率を地図上に表示したのが図2である。白抜き事業者はデータが見つからなかった市町村である。無効率を5段階に分けて無効率を示しているが、東京を中心とした平野部は概ね無効率が5%以下となっている。東京から遠ざかるにつれて無効率の高い事業者が分布するようになる。無効率が20%以上となっているのは山間部の事業者となっている。

表1 無効率に関連する用語

用語	定義
給水量	浄水場から出た水の量 (有効水量+無効水量)
有効水量	有収水量+無収水量
有収水量	料金徴収の対象となった水量
無収水量	管洗浄用、メータ不感水量等、公衆便所用及び消防用水の料金徴収しないもの
無効水量	漏水等

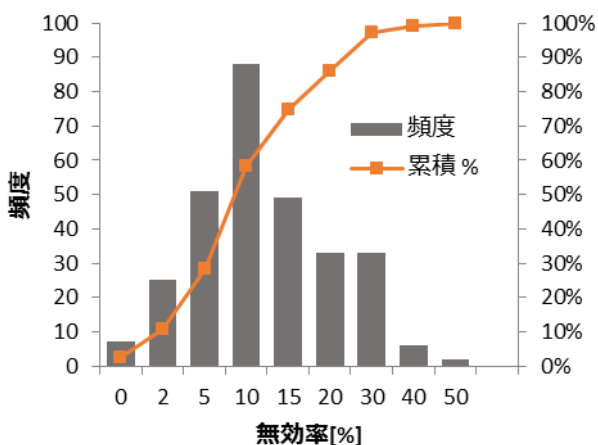


図1 水道無効率の頻度分布

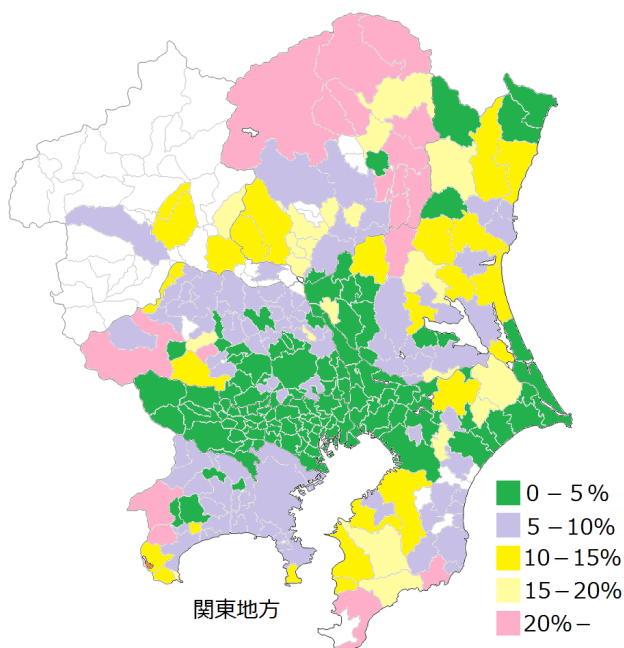


図2 水道無効率の空間分布（関東地方）

### 3. 埼玉県の水道事業体の分析

水道無効率率が幅広く分布している県として埼玉県に注目する。埼玉県には58の水道事業体があり、政令指定市であるさいたま市を最大として、秩父山地にある町村にまで水道が整備されている。地形は県の東側が低地であり、西側は山地となっている。東部の低地は交通も整備されて東京のベッドタウンとして人口も多い。一方、西側の産地は農業や林業が中心のまちとなっている。水道の無効率率は埼玉県東部で低く、西に行くほど高くなる傾向となっている。

無効率率と人口増減の相関を調べる。平成27年の国勢調査のデータから、水道事業体ごとに平成22年との人口の増減を計算し、無効率率と対比する。その結果をプロットしたのが図3である。埼玉県は東京に近いまちも多いため、人口の増加した自治体と減少した自治体はおおよそ半分半分となっている。人口が増加した事業体の無効率率は低く、逆に人口が減少した事業体では無効率率が高くなっているのがわかる。

給水人口を各事業体の施設能力をみる。図4(a)は給水人口と1日あたりの給水能力の関係を示したグラフである。人口1万人あたり4500m<sup>3</sup>/日となっており、ばらつきは小さい。1点だ

け上方に外れているのは朝霞市であり、東京都の浄水場がある事業体である。ここで稼働率を65%とすると1万人に1日3000m<sup>3</sup>の水を供給していることになる。これは1人1日300lに相当する。同図(b)は人口と管路延長を対比したグラフを示す。給水能力に比べるとばらつきが大きくなるが、概ね人口1万人あたり30kmの水道管が敷設されている。管路は道路下に埋設され点検が難しく、更新や補修に時間がかかる施設である。人口が減少すると、過剰な設備を抱えることになり、経営の重荷となる。グラフによれば人口の少ない事業体において管路が過剰になっている傾向がある。

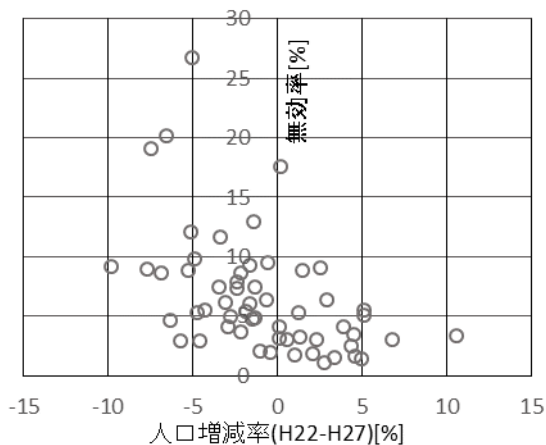


図3 人口増減率と無効率率の関係（埼玉県）

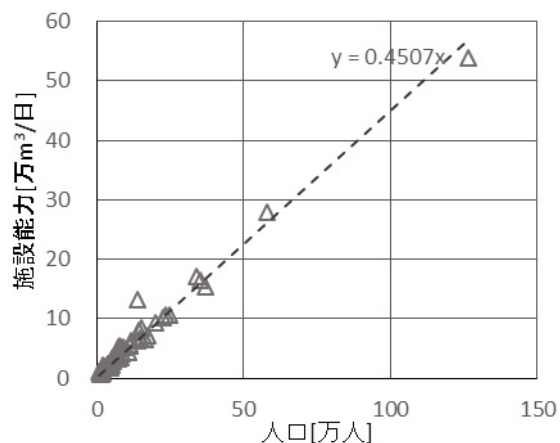


図4(a) 給水人口と施設能力の関係（埼玉県）

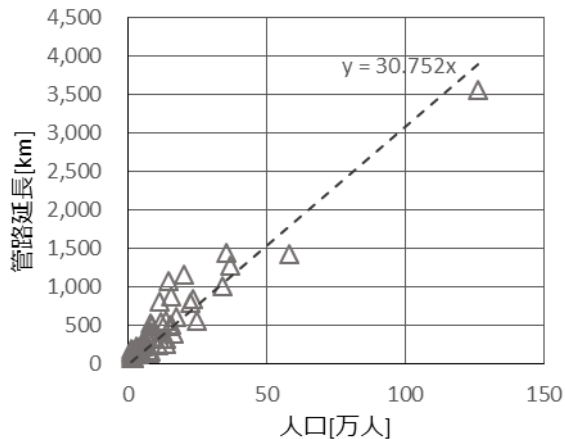


図4(b) 給水人口と管路延長の関係（埼玉県）

次に水道料金と従業員の実態を調べる。図5(a)は料金収入を給水量で割った料金収益の頻度分布である。140円から160円くらいの事業者が多いが、100円から210円まで広く分布している。水は付加価値が付けにくいものであり、アンバランスな料金となっている事業者があることが示唆される。また図5(b)は従業員あたりの給水量の頻度分布を示している。給水量は人口に比例することを図4(a)において述べたが、人口当たりの従業員数が大きくばらついていることを示している。料金収益や従業員数は地域性もあり、平均周りに収束することはないが、地域ごとの特性をみることのできる経営指標が必要とされると考える。

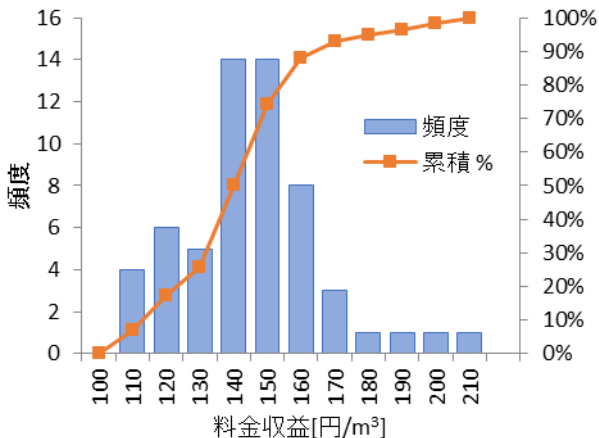


図5(a) 料金収益の頻度分布 (埼玉県)

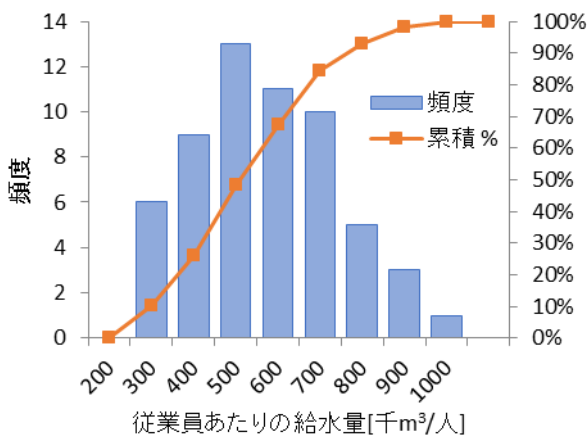


図5(b) 従業員あたりの給水量の頻度分布 (埼玉県)

#### 4. 水道の経営指標の考察

民間では保有する資産の効率性を測る指標としてROA (Return Of Asset, 利益÷資産額) が用いられる。公共物には利益の概念がなく、資産自体も利益を出すために造られていないため、本質的な意味は持たないが、施設の効率性は健全な水道経営の基本要素であり、水道の無効率と関連していると考えられる。特に更新に時間がかかる管路は長い期間保有し続ける資産であり、資産に対する料金収入が減少することは経営の大きな影響を持つと考えられる。そこで事業者ごとの管路長を資産として経営指標の分析を行うこととする。

図6は単純に給水人口1人当たりの管路長と無効率を対比した結果である。水道処理施設は人口比例で造られており事業者による差異があまりないことは前述した。一

方管路施設は地域性があり、密集地が多く水道管が短くてよい事業者と、そうではない事業者があり、資産に差異がある。図6によれば、1人当たりの管路長が短い事業者の無効率は低く、1人当たりの管路長が長くなると無効率が高くなる傾向がある。経営的には1人当たりの管路長は投資効率であり、この値が小さければ効率の良い投資を行ったことに相当する。効率の悪い投資を行った事業者では、管路の点検/補修/更改が行えず無効率が高くなっていると考えられる。

根本は公共施設等総合管理計画の実効性を高めるための公共施設評価手法として延べ床面積当たりのコストの分析が有効であることを提案している。建設投資額は延べ床面積で按分できるので資産ごとのコストを分析できる。さらに利用度をパラメータに加えて公共施設の評価を行う方法を示している。

水道では管路ごとのコストが算出できないので、事業者ごとの収益を管路長で割って規模あたりの収益を計算してみる。建設投資額あたりの収益を測ることになる。図7に規模あたり収益と無効率を対比した結果を示す。管路長当たりの収益が高いほど良好な資産であり、逆に収益が低いほど不良資産となる。無効率が低くなっている事業者は管路長当たりの収益が高い傾向があるのがわかる。1mあたり5千円以上の事業者では無効率は5%以下である。一方収益が低い事業者では無効率が分布する範囲は広く、別の要因があると考えられる。

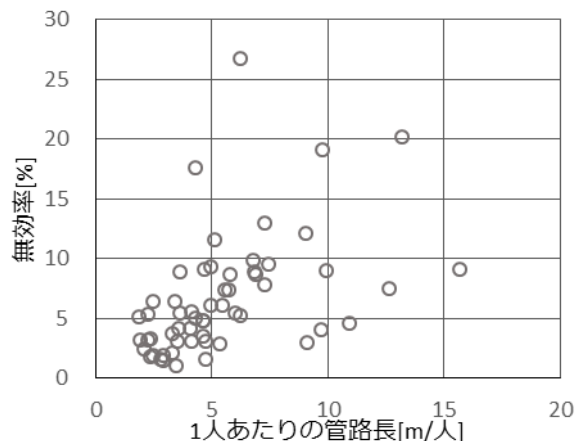


図6 給水人口あたりの管路長と無効率率の関係 (埼玉県)

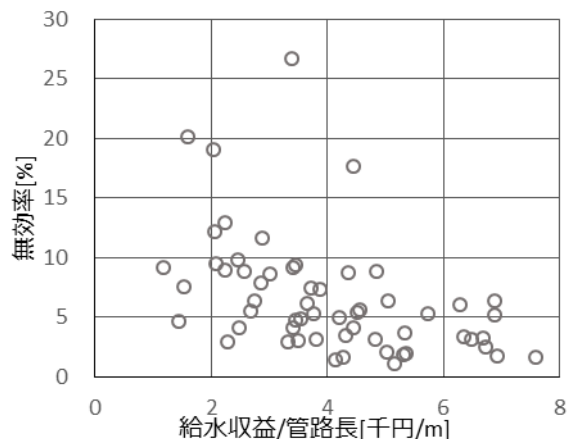


図7 管路長あたりの給水収益と無効率率の関係 (埼玉県)

次に管路長当たりの収益を分解して分析を進める。分解の要因として利用度を追加する。利用度として給水量をとりあげる。算式で示すと以下となる。

$$\begin{aligned} \text{管路長当たりの収益} &= \frac{\text{給水収益}}{\text{管路長}} \\ &= \frac{\text{給水収益}}{\text{給水量}} \times \frac{\text{給水量}}{\text{管路長}} \end{aligned}$$

2行目の式の第1項は利用度当たりの収益であり給水収益である。また第2項は投資額当たりの利用度を表しており、管路1mあたりの給水量である。

図8(a)に給水収益と無効率の関係を示す。給水収益が1m<sup>3</sup>あたり150円以上である事業体は無効率率が10%以下であるが、150円以下になると無効率率が大きくばらつくのがわかる。また図8(b)は管路1mあたりの給水量と無効率率の関係である。管路1mあたり1日30m<sup>3</sup>以上給水している事業体は無効率率が10%以下となっている。逆に30m<sup>3</sup>以下である事業体の無効率率のばらつきは大きい。

管路長当たりの収益を分解してつくった2つのパラメータを2軸にとり、無効率率をランク分けして3次元プロットにしたものが図9である。埼玉県内で無効率率が10%以上の事業体が7つあるが、それらは給水収益が1m<sup>3</sup>あたり150円以下であり、かつ管路1mあたりの給水量が年間30m<sup>3</sup>以下である条件に該当する。×で示した点の周りに少数ではあるが無効率率が5%以下の事業体も存在し、2つのパラメータで単純に判断できないが、無効率率が高い事業体の特性として、給水量当たりの収益が低いことと、水道管の利用度が低いことが明確になった。給水量当たりの収益に関して水道料金の適正化が望まれる。また水道管の利用度に関して、配水ルートの見直しや設備集約など管路ネットワークの適正化が望まれる。

## 5. おわりに

今後日本全体で人口減少が進むことが予想されており、減少の激しい地区においては水道の経営環境が悪化することが予想される。水道は人々の生活になくてはならないライフラインであり、水道事業体の経営状況を的確に判断して改善に反映できる指標が必要とされる。

水道の無効率率に注目して無効率率が高い水道事業体の特性を分析した。全国の縮図として埼玉県を対象に水道事業に関するさまざまなデータを取集して統計分析を行った。無効率率が高い事業体は人口減少が進んでいる地区に相当していることが多く、人口一人当たりの管路長が長くなり、投資効率が良くない状況であることが明らかになった。また管路長当たりの給水収益を規模あたりの資産評価尺度として定義して、無効率率が高くなる条件を定量的に示した。今後さらに詳細なデータを追加して、健全な水道経営の在り方について分析を進める予定である。

### 参考文献

- 1) 日本水道協会：日本の水道の現状  
(<http://www.jwwa.or.jp/shiyou/water/water.html>, 2017.4閲覧)
- 2) 厚生労働省健康局：水道ビジョン, 2008.7.
- 3) 厚生労働省健康局：新水道ビジョン, 2014.3.
- 4) 総務省：平成27年国勢調査「人口等基本集計」, 2016.10.
- 5) 各水道事業体の公表データ

- 6) 根本祐二：公共施設等総合管理計画の実効性を高めるための公共施設評価手法の開発, 東洋大学PPP研究センター紀要第7号, 2017.3.

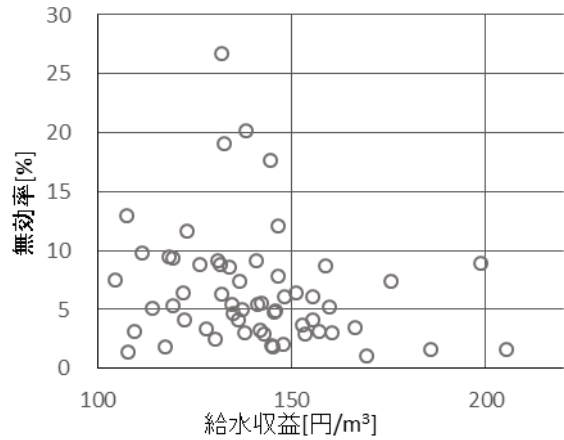


図8(a) 給水収益と無効率率の関係 (埼玉県)

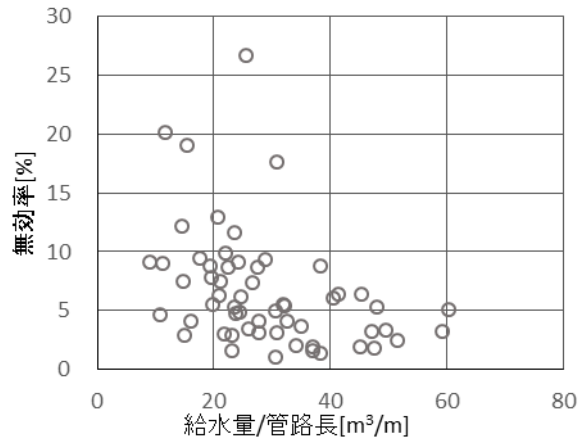


図8(b) 管路長あたりの給水量と無効率率の関係 (埼玉県)

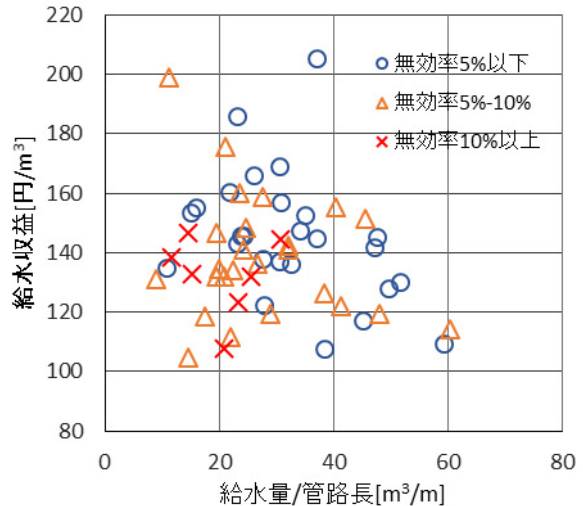


図9 利用度及び収益と無効率率の相関図