

Department of Social Systems and Management
Discussion Paper Series

No. 1236

公共下水道事業の効率性と補助金

by

川村 顕、大平 邦明、吉田 あつし

June 2009

UNIVERSITY OF TSUKUBA
Tsukuba, Ibaraki 305-8573
JAPAN

公共下水道事業の効率性と補助金

川村 顕、大平 邦明、吉田 あつし

要旨

本稿では、公共下水道事業に焦点を当て、国や地方政府から得られる補助金の存在が、下水道事業者の効率的事業経営に対するインセンティブを阻害しているかどうかについて、2002、2003、2004年の地方公営企業年鑑を用いて実証的に分析した。まず第1に、過剰な下水道ストックの指標として下水道供用済地域における未接続率を用い、ロジスティック回帰分析により、国庫補助金や市町村一般会計からの繰入金が、下水道ストックを過剰に整備することになるかどうかを検証した。その結果、特に法非適用企業において、国庫補助金や一般会計からの繰入金が過剰な下水道資本ストックを促していることが示された。第2に、維持管理費を被説明変数とした確率的費用フロンティア関数を推定した。その結果、未接続率、職員給与、および市町村からの一般会計繰入金が技術的非効率を生みだしていることが確認できた。

1. はじめに

近年のわが国の財政事情悪化により、公共事業費は年々減少している。このことは公共下水道事業についても例外ではない。そのため、人口密度の低い市街化調整区域では、多額の資金を必要とする公共下水道の建設よりも合併浄化槽等で代替することが、費用対効果の観点から望ましい場合が多い。総務省自治財政局（2005）では、「下水道（広義）には、（中略）多種多様な処理施設があり、これらの中から地域の特性に合った最も効率的な処理施設を選択する必要がある。」としている。しかし現実には、費用対効果を考えた下水道整備が行われているとは必ずしも言い難い。下水道整備が過大になりうる一因として考えられるのが、国や自治体からの補助金の存在である。さらに、過大な整備の結果、増大する維持管理の経費に対しても市町村一般会計等から補填が行われ

る。これらの補助金は事業者のコスト意識を薄れさせ、事業の健全な経営を損なうことになる。本稿では、公共下水道について国や自治体からの補助金が過大な下水道資本ストックの要因となっているかどうか、経営の非効率性を招いているかどうかについて実証的に分析する。

下水道事業は、雨水および汚水に大別される下水の処理を通じて、浸水等の防止や生活環境および公衆衛生の向上に寄与している。地域住民が必要とする最低限の生活水準を維持する上で下水処理は不可欠であることから、下水道事業は地方公営企業の中では多額の決算規模を持ち、2004年度では、全公営企業21.6兆円中最多である6.9兆円(31.7%)となっている。下水道整備には多額の資金が必要となるが、下水道事業者の多くは財政力の弱い市町村であるので、市町村予算のみで整備を行うことは難しい。そこで、下水道整備費の一部は国からの補助金や地方交付税交付金で手当てされる。すると、市町村の負担は軽減されるが、補助事業であるため必要以上の下水道投資を行う可能性がある。

さらに、いったん作られた下水道設備を維持管理する費用にも問題が生じる。維持管理費は、本来ならば受益者負担の原則から、下水道設備利用者から得られる料金収入によってまかなわれるべきである¹。しかし、実際に料金収入が維持管理費に占める割合は62%(2004年)に過ぎず、料金収入の不足分は、市町村の一般会計からの繰入金によって補われている。繰入金を期待できる状況では、下水道事業者は、経営効率化のインセンティブが小さくなる可能性がある。

水道あるいは下水道事業の費用構造を分析した研究として桑原(1998)、高田・茂野(1998)、中山(2002a)、水道事業の費用効率性を検証した研究として中山(2000、2002b)があるが、これらは、水道あるいは下水道事業における規模の経済や密度の経済の存在、あるいは技術的非効率性の検証である。

本稿の特徴は、第1に、国庫補助金等が下水道ストックを過剰にしているかどうかを実証的に分析する点である。資本ストックが過剰かどうかの指標として、地域住民のうち公共下水道に接続していない割合(以下、未接続率という)を用いる。公共下水道が建設され、地域住民がそのサービスを楽しむ場合、住民自身の自己負担によって公共下水道に接続することになる。しかし、公共下水道に接続するかどうかは住民が決めることができるから²、不必要な下水道

¹ ただし雨水処理による便益は地域住民全体にわたることから、その費用は公費によって賄うことを原則としている。

² 法的には、公共下水道供用開始後、地域住民は遅滞なく排水設備を設置しなければならないと

が整備されても住民は接続しない。したがって、未接続率の高さが資本ストックの過剰さの程度に対応している。

本稿の特徴の第 2 は、下水道事業者の確率的費用フロンティア関数を推定し、一般会計からの繰入がどの程度非効率を生み出しているか検証する点である。上記の先行研究では、国や地方政府からの補助金等がもたらす問題については議論されていない。

本稿の構成は以下のとおりである。まず第 2 節で下水道事業における補助金の仕組みを解説し、実証方法について説明する。第 3 節では分析に用いるデータを概観し、推定を行う。第 4 節はまとめである。

2. 制度的背景および推定方法

この節では、公共下水道設備の概観後、補助金等の制度が事業者のインセンティブをどう変えるか、下水道投資および維持管理のそれぞれについて説明し、推定方法について述べる。

2.1 下水道設備の概観と補助金

公共下水道に必要な設備を大まかに分類すると、下水管、処理場まで円滑に下水を送るためのポンプ場、および処理場である。下水管には合流管と分流管の 2 種類がある。合流管は雨水と汚水を同じ下水管で流す方式であり、分流管はそれらを分けて流す方式である。分流管のほうがコストはかかるが水質保全効果は高いとされており、現在供給されている下水管の多くは分流管である。処理場については、全ての事業者が必ずしも保有しているわけではない。というのも、地形によっては市町村の枠を超え、複数の市町村が合同で下水を処理したほうが処理費用を削減できる場合がある。このような、複数の市町村による下水排除事業を流域下水道事業という。流域下水道においては幹線の下水管と処理場を都道府県が管理・運営し、幹線に接続する支線の下水管およびポンプ場を市町村が管理・運営する。市町村は流域下水道に関する負担金を支払うものの、単独で下水道事業を行うよりは安価に経営できる。

過剰な下水道を整備するインセンティブが市町村にあるかどうかを考えるた

義務付けられている(下水道法第 10 条)。さらに、汲み取り便所から水洗便所への改造は、供用開始日から 3 年以内に行わなければならない(下水道法第 11 条の 3)。接続しない住民には刑罰を科したり行政代執行も可能である。ところが、これまでのところ市町村がそのような手段をとることはなかったため、供用開始から年数を経た後も未接続の住民は存在する。

めに、公共下水道設備の建設時における財源について概観する。市町村が下水管等の設備を建設するための主な財源は、国庫補助の対象となる事業か否かで異なる。受益者負担金（約 5%）を除いた主な財源は、市町村の単独事業である場合は地方債であり、補助対象事業である場合、地方債と国庫補助金である。例えば補助対象事業となった下水管やポンプ場を建設する場合、基本的に全事業費の 50%の国庫補助金が交付される。残り 50%のうち、受益者負担金（約 5%）を除いた部分が地方債による財源となる³。補助対象事業となるかどうかは技術的な要件や地理的要因が関わってくるが、市町村は可能な限り補助対象事業とすることを選択しようとし、補助事業になるのであれば市街化調整区域も整備区域に含めようとする。下水道整備事業は、地域の建設業者に直接仕事を与えるものだからである。

下水道設備が過剰に建設された場合、その影響は維持管理費にも及ぶ。もし市町村が計画したほどには住民の下水道接続がなかった場合、料金収入が計画通りには得られないため、下水道事業の収益が悪化するからである。公共下水道事業の維持管理費に充てられる財源は、主に有収水による料金収入と他会計繰入金から成り立っている。他会計繰入金とは一般会計から繰り出された予算のことである。

一般会計からの繰出し金は、基準内繰出し金と基準外繰出し金に分類される。一般会計から特別会計に繰り出す場合、通常は総務省から通達された繰出し基準に従う。この基準を満たした繰出し金を基準内繰出し金といい、地方交付税の需要額に算入され国から手当てされる。地方公営企業は独立採算を原則とするものの、全ての費用を料金収入のみでまかなわなければならないわけではなく、雨水にかかる処理費などは基準内繰出し金として一般会計から下水道事業の維持管理費に繰り入れることが認められている。他方、市町村は下水道事業の赤字補填のために、一般会計から基準外繰出し金をだすことも可能であるが、基準外繰出し金は、地方交付税の需要額に算入されない。

基準外繰出し金が、事後的な赤字補填であり事業効率化へのインセンティブを低めるが、基準内繰出し金も同様である。公費負担は雨水 7 割・汚水 3 割という原則に基づいて算出される。しかし、実情は雨水 3 割・汚水 7 割と言われ（総務省自治財政局地域企業経営企画室（2006））、本来であれば受益者が負担すべき費

³ 処理場の場合は、国庫補助金が全事業費の 55%を占める。

用を公費で負担していることになる。すなわち基準内繰入金といえどもコスト削減努力を低める要因になっている。

下水道事業者が他会計繰入金を期待できる場合、効率的経営を行うインセンティブが損なわれる可能性がある。このような、事後的な財政補填等によって予算制約が変更される結果、コスト削減努力が阻害される問題は、「ソフトな予算制約」の問題として知られている。事業規模が収入を上回るとしても、基準外繰り出し金のように事後的に補填される補助金の存在によって、事業者が費用最小化を目指さず、技術的非効率が発生する可能性がある。

ソフトな予算制約問題は当初、移行経済下の国有企業の問題として発展してきた(Kornai(1980))が、近年は先進国における公営企業の問題についても応用されている。Bertero and Rondi (2000)はイタリアの国有製造企業のパネルデータを用いて、予算制約を「ハード」にすると国有企業の生産性が上昇し、雇用を減少させることを示した。Megginson(2005)は国有銀行の民営化に関する研究をサーベイし、一般的に民営化によって銀行のパフォーマンスが向上すること、しかしその程度は非金融業において通常観察されるより小さいことを示した。Segal(1998)は、収益が赤字であるものの公益性がある独占企業において、政府から補助金投入が期待できる場合、ソフトな予算制約となることを理論的に示した。

日本の公共事業における国庫補助が事業者のインセンティブにもたらす問題について、細野・藤澤(2003)は、都道府県による公共工事を国庫支出金等の国の財源に依存することが、地域の建設業の生産性を低下させることを実証している。地方公共団体と公営企業の間にある財政支援の問題を論じた研究として、山下(2003)、野竿(2004)がある。山下(2003)は地方公営企業のバス事業と対象として、経常経費における他会計依存度が地方公営企業の予算制約をソフト化させ非効率を生み出す要因になっているかどうかを検証した。その結果、他会計依存度が非効率性に対し有意に影響していることがわかった。野竿(2004)では、地方自治体からの補助金比率が高いと地方公営病院の効率性は低下することが明らかになった。以上の研究は、地方交付税交付金であれ国庫補助金であれ、中央政府あるいは地方公共団体の財政支援が事業者の非効率性をもたらすことを示している。

2.2 推定方法

本稿で検証すべきは、下水道ストックが過剰になるのは国庫補助金等の国からの補助金があるのではないか、市町村からの事後的な財政補填は事業経営をより非効率にするか、という 2 点である。そこで、前者については、未接続率の対数オッズ比を被説明変数とするロジスティック回帰分析を用いて検証する。後者については、確率的費用フロンティア関数を推定し、検証する。

住居から下水管まで接続する費用は住民の負担であり法的義務が存在するものの、未接続世帯に対する行政代執行等が履行されていないことから、合併浄化槽のほうが良いと地域住民が考えれば、公共下水道へ接続しない。このような地域での下水道整備はそもそも不必要であったと考えられる。したがって、下水道未接続率は、下水道ストックの過剰さの程度を表している。

図 1 は、下水道ストックと未接続率の関係をみたものである。2002 年度における住民 1 人当たり事業費を対数変換したものと未接続率との散布図からメディアン・スプライン曲線を描いたものである⁴。事業費には下水道ストックだけでなく事業運営にかかった人件費等の費用も含まれるが、入手可能なデータでは下水道ストックのみにかかった費用はわからなかったため、事業費を用いている。実線は地方公営企業法が適用された事業者のスプライン曲線であり、破線は非適用企業のそれである。地方公営企業法が適用される企業では公企業会計で会計報告をする必要があるので財務状況が明確となり、効率的な事業経営に寄与すると考えられる。しかし、下水道事業は水道事業と異なり、地方公営企業法適用の義務がないので、法非適用企業のほうが格段に多い。この曲線を見ると、まず法適用企業については 1 人当たり事業費が増加するにつれてはじめは少し減少し、その後増加に転じる。一方、法非適用企業については 1 人当たり事業費の対数が 6 のあたりまで未接続率は漸増するが、それ以降は急増する。つまり、一人当たり下水道ストックが大きくなると未接続率が増加することを示している。これは、過剰な下水道設備を建設しているからだと解釈できる。

⁴ 2003、2004 年度も同様のグラフであるので割愛した。

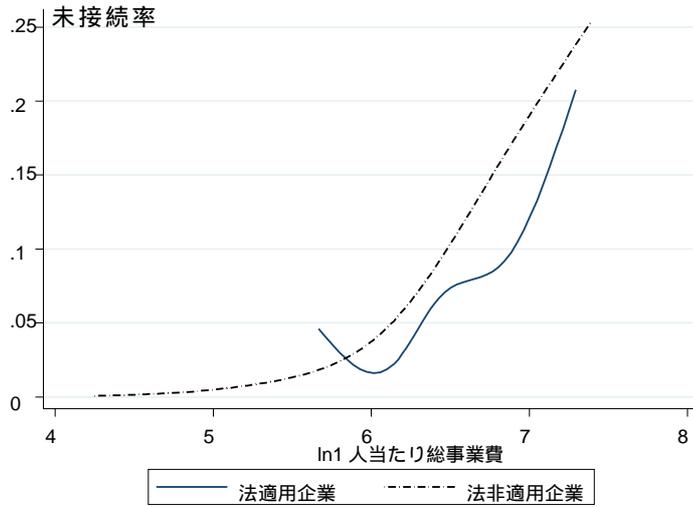


図 1 1人当たり総事業費 対 未接続率 (2002 年度)

そこで、第 1 に、下記のようなロジスティック回帰モデルを推定する。

$$\ln \frac{cnct_i}{1-cnct_i} = \alpha + \sum_{j=1}^3 \beta_j \cdot sbsd_i^j + \sum_{j=1}^2 \gamma_j \cdot sply_i^j + \sum_{j=1}^2 \delta_j \cdot dmnd_i^j, i=1, \dots, n.^5$$

ただし、 $cnct_i$ は未接続率、 $sbsd^j$ は補助金率の変数である他会計依存率、国庫補助金率、交付税依存率である。 $sply^j$ は密度の経済に関連する変数である人口密度と市街地人口比率であり、 $dmnd^j$ は地域住民の変数である老年人口比率と平均所得である。我々が注目するのは $sbsd^j$ のパラメータである。補助金率が高い地域では下水道ストックが過剰である一方、その高いストック水準ほどには住民の公共下水道への接続がないために高い未接続率になるとすれば、 $sbsd^j$ のパラメータは正で有意となる。

第 2 に、事業経営の技術的非効率が生後の一般的な一般会計からの繰入などにより引き起こされているかを、下記の確率的費用フロンティア関数を用いて検証する。

$$\ln C_i = \ln c(y_i, w_i, x_i; \beta) + u_i(z_i; \gamma) + v_i, \quad v_i \approx N(0, \sigma_v^2), u_i \approx N^+(z\gamma, \sigma_u^2), i=1, \dots, n$$

$$\text{ただし, } \ln c(y_i, w_i, x_i; \beta) = \alpha + \ln y_i + \sum_{j=1}^{k_1} \beta_j \ln w_i^j + \sum_{j=1}^{k_2} \delta_j \ln x_i^j, u_i(z_i; \gamma) = \sum_{j=1}^{k_3} \gamma^j z_i^j.$$

上式における $c(y_i, w_i, x_i; \beta)$ が費用フロンティアに当たる部分である。ここで C_i は維持管理費における汚水処理原価(単位有収水あたり処理費用)、 y_i は下水道

⁵ 全事業者で推定する際には、さらに法適用ダミーを用いる。

事業のアウトプットである有収水量、 w_i は生産要素価格、 x_i はその他の要因である。また、一般的な誤差を表現したものが v_i 、非効率性に対応する項が $u_i(z_i; \gamma)$ である。本稿では $u_i(z_i; \gamma)$ の分布として、期待値 $z_i\gamma$ 、分散 σ_u^2 かつ0で切断した正規分布を用いた。

規模の経済性があるかどうかは、有収水量のパラメータにより検証できる。被説明変数の汚水処理原価は単位有収水あたりの費用であるので、このパラメータが負であれば規模の経済性があることになる。

生産要素価格として公務員給与⁶、その他の変数として供用年数、人口密度、単独事業ダミー、分流管ダミー、法適用企業ダミーとする⁷。なお、法適用企業ダミーとは地方公営企業法が適用されている事業所が1となるダミー変数である。地方公営企業法が適用されると財務状況が明らかになり地方議会のモニタリングもなされ、法非適用企業である場合より経営を健全化しようインセンティブが生じる。

確率的費用フロンティア関数の非効率項の説明変数として、3つの変数を考える。第1は、過剰な下水道ストックである。下水道ストックが過剰になり、未接続率が高くなると、ストックに対する下水道収入の比率（ストックの収益率）が低下する。そこで、未接続率を非効率項として用いる。第2に、ソフトな予算制約がもたらす非効率を表す変数として、他会計繰入金で維持管理の収入に占める割合を用いる⁸。第3に、下水道事業にかかわる公務員数の代理変数として、有収水量あたりの職員給与総額を用いる。公務員が行う必要がない検針などの業務を職員が行う事業者があり、それが非効率につながるからである。

なお、データの出典および各変数の定義については表1に記した。

⁶ ここで、地方公営企業職員の給与を用いないのは、地方公営企業年鑑に収録されている給与総額を職員数で除したところ、平均給与が6000万円を超える事業所が存在するからである。この原因としては、給与総額に退職金が含まれている可能性が考えられる。

⁷ 通常は資本のレンタルプライスとして利子率が説明変数として使われるが、維持管理費の資金調達方法は主に料金収入と一般会計からの繰入金であるので、利子率等は説明変数として用いない。また、地方債の利子率の地域による違いはない。

⁸ 本来ならば、基準内および基準外繰り出し金の費用非効率に対する効果を別々に検証するべきであるが、データの制約上不可能であった。

表 1 変数の定義

変数名	出典	年度	定義
未接続率	地方公営企業年鑑	2002～2004年	1 - 現在水洗便所設置済人口 ÷ 現在処理区域内人口
他会計依存率	"	"	(他会計繰入金 + 他会計補助金) ÷ (収益的収支の総収益 + 資本的収入)
国庫補助金率	"	"	国庫補助金 ÷ 資本的収入
交付税依存率	市町村別決算状況調	"	当該市町村の地方交付税交付金 ÷ 一般会計
人口密度	地方公営企業年鑑	"	行政区域内人口 ÷ 行政区域面積
市街地人口比率	"	"	市街地人口 ÷ 行政区域内人口
老年人口比率	国勢調査	2000年	65歳以上人口 ÷ 全人口
汚水処理原価 (維持管理費)	地方公営企業年鑑	2002～2004年	汚水1m ³ あたり維持管理費
有収水量	"	"	利用者に料金を請求できる汚水量
供用年数	"	"	供用開始年月日からデータ収録期末までの年数、小数点以下は四捨五入
人口密度	"	"	現在処理区域内人口 ÷ 現在処理区域面積
単独事業ダミー	"	"	処理場あり=1、処理場なし=0
分流管ダミー	"	"	分流管のみ=1、それ以外=0
法適用企業ダミー	"	"	地方公営企業法適用事業者=1、非適用事業者=0
単位汚水あたり給与	"	"	収益的収支における職員給与費総額 ÷ 有収水量
他会計繰入率	"	"	他会計繰入金 ÷ 収益的収支における総収益
公務員平均給与	市町村別決算状況調	"	職員給与 ÷ 職員総数

3 データおよび推定結果

3.1 データの説明

データは、主として2002年から2004年の地方公営企業年鑑から用いられている。このデータでの事業所を基に、市町村別の公務員給与をマッチングさせ、年度ごとのクロスセクション分析を行った。

前述したとおり、公共下水道の供用を開始したとしても接続の意思決定は地域住民に委ねられているため、供用開始直後から計画通りの汚水が流れるわけではない。つまり、供用開始から年数の経ていない事業所では下水管を通る汚水量が少ないため、それらを分析対象に加えると費用を過大に推計する恐れがある。そこで、本稿では供用開始日から3年未満の事業所を分析対象からはずした。なお、分析の際、法適用企業と法非適用企業を別に分析するべきであるが、法適用企業のサンプル数が少ないことから、本稿では法非適用企業のみを用いたケースと、両方を合わせたケースについて推定している。

3.2 国庫補助金は下水道ストックを過剰にするか

表2には推定に用いるデータの記述統計が記載されている。2002年から2004

年にかけて、法適用企業と法非適用企業を合わせたもの（以下、全企業）の数は 1033、1045、916 であり、法非適用企業の数 は 949、956、827 である。サンプル数が増加する原因としては、公共下水道の供用を新たに開始したサンプルが加わることが挙げられる。一方、減少する原因には、第 1 に市町村または事業所が合併したこと、第 2 にいくつかのデータソースからのデータをマッチングさせた際、マッチしなかったサンプルを除去したことがある。これらのサンプル数は、後述する費用関数推定に用いる表 4 の時よりもおおよそ 100 前後少ない。この理由は、確率的費用フロンティア関数の推定に用いたデータに老年人口比率と平均所得のデータをマッチングさせた際に、マッチしなかったデータを使用しなかったためである。

表 2 記述統計

全企業	法非適用企業					
	2002年	2003年	2004年	2002年	2003年	2004年
未接続率	0.196 (0.145)	0.189 (0.143)	0.183 (0.140)	0.204 (0.145)	0.197 (0.144)	0.193 (0.141)
他会計依存率	0.338 (0.154)	0.355 (0.154)	0.334 (0.150)	0.347 (0.146)	0.366 (0.150)	0.347 (0.147)
国庫補助金率	0.197 (0.112)	0.204 (0.115)	0.199 (0.115)	0.194 (0.108)	0.199 (0.111)	0.194 (0.111)
交付税依存率	0.244 (0.125)	0.223 (0.121)	0.231 (0.124)	0.250 (0.125)	0.229 (0.122)	0.238 (0.125)
人口密度（人/ha）	12.5 (19.9)	12.0 (18.7)	11.9 (18.8)	12.0 (19.6)	11.5 (18.4)	11.3 (18.5)
市街地人口比率	0.491 (0.328)	0.486 (0.329)	0.494 (0.325)	0.472 (0.327)	0.466 (0.327)	0.471 (0.324)
老年人口比率	0.191 (0.047)	0.191 (0.048)	0.194 (0.049)	0.192 (0.048)	0.193 (0.049)	0.196 (0.050)
平均所得（千円）	3284 (408)	3218 (398)	3173 (390)	3274 (412)	3208 (402)	3160 (395)
法適用ダミー	0.081 (0.273)	0.085 (0.279)	0.097 (0.296)			
サンプル数	1033	1045	916	949	956	827

（注）カッコ内は標準偏差。

まず全企業のケースの記述統計を見ると、全収益に占める一般会計繰出し金の比率である他会計依存率は、各年度とも平均で 33～35%である。国庫補助金率は資本的収入に占める国庫補助金の割合であり⁹、各年度とも平均でおおよそ 20%前後である。交付税依存率は、約 22～25%である。

⁹ 他会計繰入金と同様に、国庫補助金の項目は収益的収入と資本的収入の両方に存在するが、収益的収入に占める割合は 0.01%に満たない程度であるので、ここでは無視した。

次に法非適用企業ケースの記述統計を見ると、他会計依存率は平均で約 35～37%であることから、法非適用企業の他会計依存率は適用企業に比べかなり高いといえる¹⁰。国庫補助金率は非適用企業のほうが全企業に比べてわずかながら低い。交付税依存率は法非適用企業のほうが全企業より高い¹¹。

表 3 はロジスティック回帰分析による推定結果である。まず全企業についてみていこう。他会計依存率は 2002 年から 2004 年まで全て正で有意である。このことは、事業者の財源に占める他会計依存率が高まると未接続率が高まることを意味する。国庫補助金率は 2004 年のみ正で有意となっている。交付税依存率は全て有意ではない。これらから、全企業については他会計依存率が高ければ未接続率も高く、他の補助金に関する変数はおおよそ有意ではないことがわかった。

表 3 ロジスティック回帰分析 推定結果

全企業	法非適用企業			法非適用企業		
	2002年	2003年	2004年	2002年	2003年	2004年
定数項	0.436 (0.621)	0.437 (0.617)	-0.383 (0.685)	0.821 (0.519)	0.563 (0.528)	0.706 (0.565)
他会計依存率	0.709 ** (0.333)	1.398 *** (0.339)	1.934 *** (0.349)	0.252 (0.282)	0.824 *** (0.291)	0.954 *** (0.298)
国庫補助金率	-0.542 (0.377)	0.281 (0.367)	0.776 ** (0.371)	0.410 (0.339)	0.860 *** (0.330)	0.832 ** (0.327)
交付税依存率	-0.449 (0.496)	-1.044 (0.542)	-0.713 (0.544)	-0.283 (0.414)	-0.592 (0.448)	-0.362 (0.446)
人口密度	-19.439 *** (1.736)	-19.378 *** (1.762)	-19.992 *** (1.966)	-7.956 *** (1.728)	-6.657 *** (1.717)	-7.574 *** (1.900)
市街地人口比率	-0.907 *** (0.172)	-0.912 *** (0.172)	-0.870 *** (0.185)	-0.893 *** (0.143)	-0.942 *** (0.145)	-0.871 *** (0.154)
老年人口比率	-0.602 (1.291)	-0.793 (1.293)	0.268 (1.385)	0.156 (1.094)	0.538 (1.089)	0.241 (1.168)
平均所得	-0.442 *** (0.135)	-0.543 *** (0.140)	-0.476 *** (0.158)	-0.679 *** (0.113)	-0.718 *** (0.119)	-0.799 *** (0.131)
法適用ダミー	-1.135 *** (0.092)	-1.158 *** (0.093)	-1.046 *** (0.095)			
adjusted R2	0.509	0.516	0.513	0.305	0.318	0.326
サンプル数	1023	1033	909	939	944	820

(注1) カッコ内は標準誤差。

(注2) ***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準でそれぞれ有意。

その他の変数を見ると、人口密度と市街地人口比率は全ての年度において負で有意となっていることから、人口密度や市街地人口比率が高まると、接続率が上昇することを意味するので、これは予想通りの結果である。老年人口比率は全ての年度で有意ではない。平均所得は全ての年度において負で有意であることから、所得が高ければ接続率が高いということになり、合理的な結果であ

¹⁰ 法適用企業のみで平均で 22～23%である。

¹¹ 法適用企業のみで約 16～18%である。

る。法適用ダミーが負で有意となっているのは、法適用企業のほうが未接続率は低いということである。近年になってから下水道の供用を始めた地域であれば、すでに合併浄化槽などが設置されており、下水道に接続するためにはスイッチングコストがかかる。しかし、法適用企業の事業者の場合、比較的古くから公共下水道を供用していることが多いことから、スイッチングコストがないことが影響していると考えられる。

法非適用企業の結果については、他会計依存率は、2002年のみ有意ではないものの、他の全ての年度で正になっており、全企業と同様の傾向である。国庫補助金率も他会計依存率同様、2002年のみ有意ではないものの、全ての年度で正であり、これは全企業よりはっきりと結果が現れている。交付税依存率は全て有意ではない。残る変数のうち、人口密度、市街地人口比率、老年人口比率、平均所得については全企業の場合と定性的に同じ結果である。

国や自治体からの財政補助に関する3つの変数について全企業と法非適用企業とを比較すると、他会計依存率については定性的におおよそ同じである。他会計依存率が増加すると下水道ストックが過剰になる理由は2つ考えられる。1つは、過剰な下水道ストックは維持管理費を圧迫するはずであるが、一般会計から繰り入れることが期待される状況であれば、維持管理費の観点からは下水道投資をためらわない点である。

もう1つの理由は地方債の償還に関する交付税措置である。国庫補助金の存在がより多くの投資を誘導するであろうことは前述したとおりであるが、国庫補助金は定率補助であり、残る費用は地方債によって賄われたものであるから、地方公共団体は後日地方債を償還しなければならない。しかし、地方債の償還は地方税でのみなされるわけではない。地方債の元利償還金は基準財政需要額に影響を与え、地方交付税交付金を通じて交付税措置による元利償還金の補填が行われ、それにより生じた一般会計上の余剰が一般会計繰入金となり下水道事業を補助している。土居・別所(2005a,b)は、このような交付税措置による地方債の元利補給が公共投資を増加させていることを示唆している。しかし、本稿では下水道事業で発行された地方債に対する元利補給の程度はデータからわからないため、推測の域を出ない。

国庫補助金率については法非適用企業ケースで有意な結果であった。法適用企業は供用開始からの年数が比較的長いこと、および公共下水道接続以外の汚水処理方法を選択する余地がなかったことから、法適用企業では高い接続率を

すでに達成しており、追加的に建設改良を行ったところで接続率には影響を与えないと思われる。このような法適用企業における補助金の接続率に対する効果が全企業には含まれるため、全企業ケースの国庫補助金率が有意にならなかったと考えられる。

交付税依存率は自治体の自主財源の乏しさの指標であるが、パラメータのマイナスの符号は、自主財源が豊かだと下水道を過剰に作る傾向があることを示している。しかし、統計的に有意ではない。

3.3 他会計依存度は非効率性を高めるか

表 4 には、費用関数の推定に用いられるデータの記述統計が、全企業、法非適用企業別に記載されている。サンプル数は年度によって異なっており、全企業では 2002 年から 2004 年にかけて、1115、1138、1094 と変動している。同様に法非適用企業においても 1028、1044、996 と推移している。

被説明変数である汚水処理原価を全企業について見ると、平均で 113～119 円であり、標準偏差が 66～74 円である。法非適用企業については各年とも全企業に比べて 4 円程度高い。有収水量については法非適用企業に比べて全企業の方が大きい。これは市町村の規模の違いが反映されているからである。処理区域密度についても同様である。単独ダミーの平均は 0.394 であることから、処理場を保有している市町村の割合は約 4 割である。分流管ダミーから、全サンプルの 87%は分流管のみを使用していることがわかる¹²。法適用企業ダミーの平均から、法適用企業の事業者数は全体の 7.7%である。全企業の非効率項をみると、まず単位汚水あたり給与については平均で 1 m³あたり 48～57 円である。一方、法非適用企業の単位汚水あたり給与は平均で 50 円～61 円であることから、法非適用企業のほうがやや汚水処理にかかる人件費が高いことが見て取れる。公共下水道への未接続率は、全企業に比べて法非適用企業のほうが約 1%高く、平均で約 19～20%である。法適用企業事業所数が 90 に満たないことを考えると、法非適用企業の接続率の低さは顕著である¹³。他会計繰入率についても同様の結果である。

表 5 には 2002 年から 2004 年の確率的費用フロンティア関数の推定結果が示

¹² 分流管ダミーが 0 のサンプルも、ほぼ全てが分流・合流の併用であり、合流管のみのサンプル数は 4 つに過ぎない。

¹³ 法適用企業のみでは未接続率は 6.4～7.6%である。

されている。はじめに全企業ケースの推定結果を見てみよう。まず、費用フロンティア項については、 $\ln(\text{有収水量})$ が3年とも有意に負である。モデルの定式化より、 $\beta_1 < 0$ のとき規模の経済があることを意味するので、公共下水道事業について規模の経済があることが確認される。公務員給与、供用年数についてはどちらも有意ではない。人口密度については2002年を除いて有意であり、符号については全て負である。つまり、人口密度が高いほど費用は低減する密度の経済があることがわかる。単独ダミーが正に有意であることから、終末処理場を持つ事業所のほうが費用非効率だといえる。

表 4 記述統計

	全企業			法非適用企業		
	2002年	2003年	2004年	2002年	2003年	2004年
汚水処理原価(維持管理費)(円)	119.2 (72.2)	115.4 (65.9)	113.4 (73.6)	122.7 (73.7)	119.0 (67.2)	117.3 (75.6)
費用フロンティア項						
有収水量(m ³)	7298533 (25400000)	7268979 (25100000)	7740486 (25800000)	4470479 (8312452)	4437392 (8515987)	4705806 (8535301)
公務員平均給与(千円)	6279.2 (713.1)	6213.8 (665.9)	6247.8 (685.8)	6253.4 (711.2)	6184.2 (663.9)	6226.5 (665.0)
処理区域人口密度(人/ha)	47.1 (23.6)	46.6 (23.8)	46.3 (23.9)	46.2 (23.4)	45.6 (23.6)	45.3 (23.7)
供用年数(年)	17.5 (11.4)	18.0 (11.4)	18.9 (11.6)	16.2 (9.8)	16.7 (9.9)	17.6 (10.2)
単独ダミー	0.393 (0.489)	0.392 (0.488)	0.408 (0.492)	0.383 (0.486)	0.385 (0.487)	0.401 (0.490)
分放管ダミー	0.873 (0.333)	0.877 (0.329)	0.873 (0.333)	0.863 (0.344)	0.866 (0.341)	0.860 (0.347)
法適用ダミー	0.077 (0.267)	0.082 (0.274)	0.088 (0.283)			
非効率率項						
単位汚水あたり給与(千円/m ³)	0.048 (0.063)	0.051 (0.068)	0.057 (0.088)	0.050 (0.064)	0.054 (0.070)	0.061 (0.091)
未接続率	0.189 (0.142)	0.184 (0.142)	0.179 (0.139)	0.197 (0.143)	0.192 (0.142)	0.188 (0.140)
他会計繰入率	0.401 (0.207)	0.387 (0.204)	0.369 (0.207)	0.408 (0.206)	0.394 (0.204)	0.376 (0.207)
サンプル数	1114	1137	1092	1028	1044	996

(注) カッコ内は標準偏差。

次に非効率率項の結果を見ると、全ての年度において、単位汚水あたり給与、未接続率、他会計繰入率が正で有意となっており、これらは技術的非効率をもたらしていることがわかる。

法非適用企業についても見てみると、費用フロンティア項については人口密度のパラメータの有意性にやや違いがあるものの、規模の経済が働いていることも含め、全企業の場合とおおよそ同じような傾向である。非効率率項についても定性的には同様であるといえる。

表 5 確率的費用フロンティア関数 推定結果

全企業	2002年			2003年			2004年		
	2002年	2003年	2004年	2002年	2003年	2004年	2002年	2003年	2004年
費用フロンティア項									
定数項	5.140 *** (0.869)	6.426 *** (0.901)	6.720 *** (0.880)	5.217 *** (0.907)	6.356 *** (0.942)	7.256 *** (0.906)			
ln有収水量	-0.134 *** (0.013)	-0.116 *** (0.013)	-0.109 *** (0.013)	-0.148 *** (0.014)	-0.129 *** (0.014)	-0.118 *** (0.014)			
ln公務員給与	0.144 (0.107)	-0.033 (0.110)	-0.069 (0.095)	0.155 (0.111)	-0.008 (0.115)	-0.113 (0.107)			
ln人口密度	-0.031 (0.026)	-0.012 (0.025)	-0.025 (0.027)	-0.030 (0.027)	-0.012 (0.027)	-0.034 (0.029)			
ln供用年数	-0.027 (0.027)	-0.057 ** (0.026)	-0.053 ** (0.027)	-0.015 (0.028)	-0.047 (0.028)	-0.046 (0.028)			
単独ダミー	0.060 *** (0.019)	0.043 ** (0.019)	0.043 ** (0.020)	0.073 *** (0.021)	0.053 *** (0.020)	0.050 ** (0.022)			
分流通ダミー	0.018 (0.031)	0.035 (0.031)	0.014 (0.032)	0.002 (0.032)	0.020 (0.032)	-0.010 (0.034)			
法適用ダミー	-0.014	-0.040	-0.036						
非効率項									
定数項	-0.204 (0.156)	-0.082 (0.121)	-0.313 ** (0.151)	-0.208 (0.170)	-0.061 (0.128)	-0.290 (0.159)			
単位汚水あたり給与	1.722 *** (0.211)	1.595 *** (0.186)	0.993 *** (0.161)	1.603 *** (0.218)	1.489 *** (0.191)	0.909 *** (0.164)			
未接続率	0.473 *** (0.149)	0.396 *** (0.125)	0.620 *** (0.164)	0.452 *** (0.155)	0.361 *** (0.127)	0.557 *** (0.166)			
他会計繰入率	0.636 *** (0.149)	0.579 *** (0.113)	0.880 *** (0.158)	0.650 *** (0.161)	0.579 *** (0.117)	0.877 *** (0.166)			
Log likelihood	-248.95	-246.84	-274.50	-243.56	-246.69	-270.51			
サンプル数	1114	1137	1092	1028	1044	996			

(注1) カッコ内は標準誤差。

(注2) ***は1%水準、**は5%水準、*は10%水準でそれぞれ有意。

ここで、推定したパラメータを用いて非効率項が汚水処理原価にもたらす効果の期待値を算出しよう。表 6 では、各年度別、全企業-法非適用企業別に、非効率項のパラメータを費用フロンティア部分から少しずつ変化させたときの期待値の平均および中央値を計算した結果が示されている。まず全企業ケースからみていくことにする。費用フロンティア項の期待値は、非効率項のパラメータを全て 0 として計算したものである。2002 年における平均は、76.90 円である。これに非効率項の定数項のみを 0 から推定した値に変化させると 62.74 となる。このように順次パラメータを変化させると汚水処理原価がどのように変化するかを計測する。ここで着目するのは、単位汚水あたり職員給与、未接続率、他会計繰入率がどの程度汚水処理原価を押し上げているかである。2002 年の平均でみると汚水処理原価は、単位汚水あたり職員給与によって約 7 円、未接続率によって約 8 円、他会計繰入率によって約 26 円上昇することがわかる。

表 6 非効率項が汚水処理原価にもたらす効果

全企業

		2002年 (サンプル数：1114)		2003年 (サンプル数：1137)		2004年 (サンプル数：1092)	
		平均 ^(注2)	中央値 ^(注3)	平均 ^(注2)	中央値 ^(注3)	平均 ^(注2)	中央値 ^(注3)
		費用フロンティア項パラメータ A	76.9	76.63	72.04	72.15	74.03
非効率項パラメータに変更する変数 ^(注1)							
定数項	B	62.74	62.51	66.36	66.46	54.14	54.17
単位汚水あたり職員給与	C	69.55	66.24	73.39	70.57	58.15	56.18
未接続率	D	77.31	71.83	79.92	75.43	66.33	62.13
他会計繰入率	E	103.76	93.39	103.24	94.87	97.15	86.47
観測値		119.22	98.75	115.39	97.55	113.41	93.1

法非適用企業

		2002年 (サンプル数：1028)		2003年 (サンプル数：1044)		2004年 (サンプル数：996)	
		平均 ^(注2)	中央値 ^(注3)	平均 ^(注2)	中央値 ^(注3)	平均 ^(注2)	中央値 ^(注3)
		費用フロンティア項パラメータ A	78.94	77.98	73.41	73.23	76.35
非効率項パラメータに変更する変数 ^(注1)							
定数項	B	64.09	63.31	69.1	68.92	57.13	56.64
単位汚水あたり職員給与	C	70.84	66.91	76.25	72.94	61.21	58.71
未接続率	D	78.59	72.96	82.6	77.86	69.18	64.65
他会計繰入率	E	106.54	95.99	107.33	99.45	101.69	91.1
観測値		122.74	102.41	119.04	100.26	117.34	96.24

(注1) Aで算出された期待値は、すべて費用フロンティア項のパラメータのみを用いている。B～Eでは、Aで用いたパラメータから非効率項パラメータに以下のように順次変更している。

- A B Aから定数項パラメータのみ非効率項パラメータに変更。
- B C Bから単位汚水あたり職員給与を非効率項パラメータに変更。
- C D Cから未接続率を非効率項パラメータに変更。
- D E Dから他会計繰入率を非効率項パラメータに変更。

(注2) 各サンプルごとに期待値を計算し、それらを平均した。

(注3) 各サンプルごとに計算した期待値の中央値を算出した。

また、非効率性を評価する指標として以下のような指標を導入する。

$$CE_i = E[\exp(u_i) | C_i]$$

これは確率的費用フロンティア関数の定義から、 $1 \leq CE_i < \infty$ である。1よりも大きくなるほど非効率性も大きくなる。これを、全企業を対象とした推定結果を基にサンプルごとに計算し、上位30位と下位30位の一覧を示したものが、表7である。表中の斜体で示されたサンプルは法適用企業である。この結果を見ると、事業者の規模が大きいから効率的であるとは必ずしも言えない。ただ、上位30位以内には法適用企業がある一方、下位30位には存在しないところから、法適用を受けることが非効率を改善することにつながるかもしれない。

表 7 非効率性指標による順位（全企業）

2002年			2003年			2004年		
順位	都道府県	市町村	順位	都道府県	市町村	順位	都道府県	市町村
1	群馬県	伊香保町	1	群馬県	伊香保町	1	奈良県	河合町
2	北海道	七飯町	2	北海道	芽室町	2	群馬県	伊香保町
3	岐阜県	関市	3	北海道	七飯町	3	北海道	七飯町
4	愛知県	津島市	4	愛媛県	西条市	4	北海道	士別市
5	愛媛県	西条市	5	愛知県	津島市	5	福井県	鯖江市
6	北海道	士別市	6	埼玉県	大井町	6	群馬県	草津町
7	栃木県	宇都宮市	7	北海道	士別市	7	兵庫県	西脇町
8	静岡県	伊東市	8	福井県	鯖江市	8	北海道	滝川市
9	神奈川県	開成町	9	静岡県	伊東市	9	兵庫県	伊丹市
10	福井県	鯖江市	10	埼玉県	吉見町	10	広島県	大竹市
11	大阪府	寝屋川市	11	大阪府	大東市	11	埼玉県	大井町
12	群馬県	草津町	12	岐阜県	大垣市	12	岐阜県	高山市
13	埼玉県	上福岡市	13	群馬県	草津町	13	大阪府	大東市
14	埼玉県	和光市	14	兵庫県	伊丹市	14	大阪府	忠岡町
15	大阪府	泉大津市	15	大阪府	寝屋川市	15	大阪府	泉佐野市
16	京都府	大山崎町	16	岐阜県	高山市	16	静岡県	伊東市
17	北海道	滝川市	17	大分県	別府市	17	北海道	奈井江町
18	神奈川県	山北町	18	京都府	福知山市	18	埼玉県	秩父市
19	北海道	岩見沢市	19	北海道	滝川市	19	大阪府	寝屋川市
20	大阪府	大東市	20	北海道	奈井江町	20	北海道	江別市
21	京都府	福知山市	21	沖縄県	嘉手納町	21	埼玉県	吉見町
22	神奈川県	海老名市	22	埼玉県	上福岡市	22	茨城県	守谷市
23	埼玉県	大井町	23	沖縄県	北谷町	23	沖縄県	嘉手納町
24	岐阜県	大垣市	24	京都府	大山崎町	24	埼玉県	上福岡市
25	大分県	別府市	25	北海道	恵庭市	25	岐阜県	関市
26	北海道	奈井江町	26	岐阜県	多治見市	26	北海道	千歳市
27	沖縄県	嘉手納町	27	大阪府	泉大津市	27	沖縄県	北谷町
28	沖縄県	北谷町	28	北海道	江別市	28	埼玉県	和光市
29	新潟県	横越町	29	長野県	松本市	29	東京都	羽村市
30	神奈川県	茅ヶ崎市	30	大阪府	豊能町	30	岐阜県	大垣市
1085	福島県	喜多方市	1108	秋田県	湯沢市	1063	新潟県	三条市
1086	福岡県	瀬高町	1109	静岡県	島田市	1064	奈良県	大淀町
1087	兵庫県	柏原町	1110	埼玉県	岡部町	1065	茨城県	稲敷市
1088	栃木県	大平町	1111	栃木県	大平町	1066	岩手県	岩泉町
1089	山口県	田布施町	1112	山口県	田布施町	1067	静岡県	袋井市
1090	兵庫県	龍野市	1113	奈良県	吉野町	1068	宮城県	河南町
1091	新潟県	三条市	1114	岩手県	岩泉町	1069	島根県	奥出雲町
1092	山口県	平生町	1115	福島県	保原町	1070	福島県	安達町
1093	栃木県	岩舟町	1116	秋田県	六郷町	1071	北海道	弟子屈町
1094	広島県	上下町	1117	山口県	平生町	1072	岐阜県	羽島市
1095	奈良県	吉野町	1118	新潟県	中之島町	1073	滋賀県	志賀町
1096	静岡県	島田市	1119	岩手県	二戸町	1074	茨城県	水海道市
1097	福島県	保原町	1120	広島県	黒瀬町	1075	群馬県	大泉町
1098	静岡県	袋井市	1121	福岡県	豊前市	1076	茨城県	麻生町
1099	新潟県	中之島町	1122	静岡県	袋井市	1077	青森県	大鰐町
1100	広島県	江田島町	1123	新潟県	三条市	1078	高知県	須崎市
1101	福岡県	豊前市	1124	栃木県	岩舟町	1079	栃木県	藤岡町
1102	秋田県	六郷町	1125	福島県	安達町	1080	茨城県	下妻市
1103	滋賀県	土山町	1126	広島県	安浦町	1081	奈良県	下市町
1104	岩手県	二戸町	1127	奈良県	下市町	1082	群馬県	邑楽町
1105	広島県	黒瀬町	1128	群馬県	板倉町	1083	群馬県	板倉町
1106	広島県	安浦町	1129	滋賀県	志賀町	1084	石川県	輪島市
1107	秋田県	小坂町	1130	茨城県	麻生町	1085	北海道	足寄町
1108	滋賀県	志賀町	1131	大阪府	千早赤阪村	1086	岐阜県	笠原町
1109	大阪府	千早赤阪村	1132	茨城県	下妻市	1087	福井県	高浜町
1110	栃木県	藤岡町	1133	高知県	須崎市	1088	福島県	棚倉町
1111	茨城県	麻生町	1134	茨城県	水海道市	1089	千葉県	館山市
1112	高知県	須崎市	1135	栃木県	藤岡町	1090	奈良県	吉野町
1113	福島県	棚倉町	1136	福島県	棚倉町	1091	群馬県	千代田町
1114	千葉県	館山市	1137	千葉県	館山市	1092	茨城県	千代川村

(注) 斜体のサンプルは法適用企業。

さらに、補助金の大きさによって非効率性がどう異なるかを見るために、他会計繰入率と非効率指標との関係を2002年度について法適用の有無で作成した

散布図が図 2 である¹⁴。この図を見て明らかなように、法適用企業であれ非適用企業であれ、他会計繰入率が高くなるほど非効率性が上昇することから、下水道事業の財源を市町村一般会計に依存する地域ほどより非効率であることがわかる。

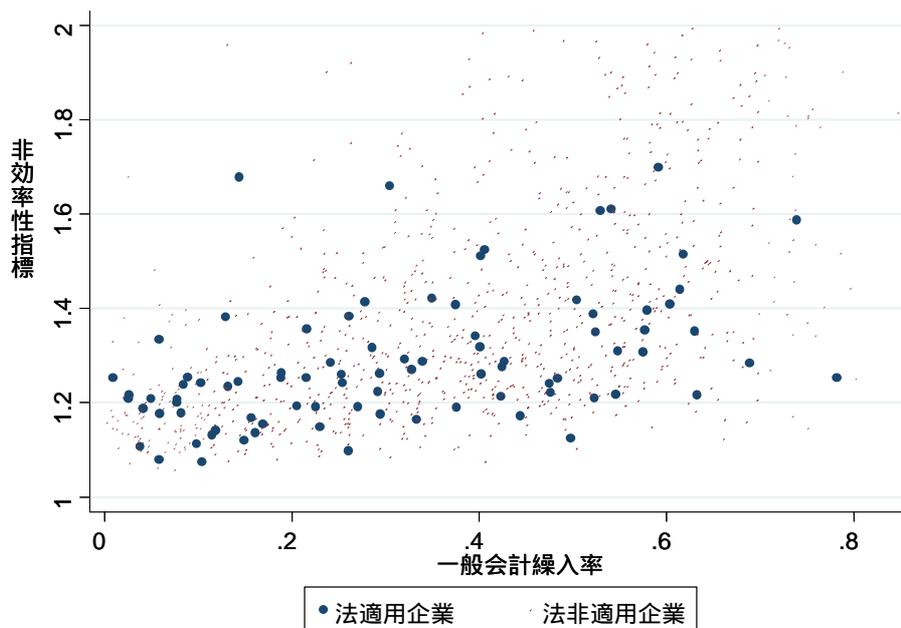


図 2 他会計繰入率 対 非効率性指標 (2002 年度)

4 まとめ

本稿では地方公営企業が経営する下水道事業に焦点を当て、国や地方政府からの補助金の存在が、適切な下水道投資や効率的事業経営のインセンティブを低めているかどうかについて、2002～2004 年度の下水道事業者のデータを用いて実証的に分析した。まず第 1 に、過剰な下水道ストックの指標として下水道供用済地域における未接続率を用い、ロジスティック回帰分析により、国庫補助金や市町村一般会計からの繰入金、下水道ストックを過剰に整備することになるかどうかを検証した。その結果、他会計依存率は全企業、法非適用企業において正で有意、国庫補助金率は全企業の 2004 年、および法非適用企業の 2003～2004 年にて正で有意となった。このことから、特に法非適用企業において、国庫補助金や一般会計からの繰入金、過剰な下水道資本ストックを促して

¹⁴ 2003、2004 年度も同様の図であったので割愛した。

いることが示された。第 2 に、維持管理費を被説明変数とした確率的費用フロンティア関数を推定した。その結果、未接続率、職員給与、および市町村からの一般会計繰入金が生みだしていることが確認できた。

下水道建設を単独事業として行ったとしても、地方交付税交付金を通じた交付税措置によって地方債の元利償還金を補填することで、事実上、国から補助を受けているのと同じ結果をもたらす¹⁵。したがって、仮に国庫補助金や他会計からの繰り入れを行わなかったとしても、公共下水道設備が過剰に供給される可能性はある。この点は、今後の課題とする。

参考文献

- Bertero, Elisabetta and Laura Rondi (2000), "Financial pressure and the behaviour of public enterprises under soft and hard budget constraints: evidence from Italian panel data," *Journal of Public Economics*, vol.75, pp.73-98.
- Kornai, Janos (1980), "Economics of shortage," North-Holland.
- Meggison, L. William (2005), "The economics of bank privatization," *Journal of Banking and Finance*, vol.29, pp.1931-1980.
- Segal, R. Hya (1998), "Monopoly and soft budget constraint", *RAND Journal of Economics*, vol.29, No.3, pp. 596-609.
- 桑原秀史 (1998)、「水道事業の産業組織：規模の経済性と効率性の計測」、『公益事業研究』第 50 巻第 1 号、45-54 頁。
- 総務省自治財政局地域企業経営企画室(2006)、「「今後の下水道財政のあり方に関する研究会」報告書」。
- 高田しのぶ、茂野隆一(1998)、「水道事業における規模の経済性と密度の経済性」、『公益事業研究』第 50 巻第 1 号、37-44 頁。
- 地方公営企業制度研究会編(2006)、『地方公営企業の概要』、財団法人地方財務協会。
- 土居丈朗(2000)、『地方財政の政治経済学』、東洋経済新報社。
- 土居丈朗(2007)、『地方債改革の経済学』、日本経済新聞出版社。

¹⁵ 地方交付税制度および地方債が持つ構造的な欠陥についてはそれぞれ、土居(2000)、土居(2007)を参照。

- 土居丈朗、別所俊一郎(2005a)、「地方債元利償還金の交付税措置の実証分析 元利補給は公共事業を誘導したか」、『日本経済研究』第 51 巻、33-58 頁。
- 土居丈朗、別所俊一郎(2005b)、「地方債の元利補給の実証分析」、『財政研究』第 1 巻、311-328 頁。
- 中山徳良(2000)、「水道事業における技術非効率性の計測と原因」、『公益事業研究』第 52 巻、93-98 頁。
- 中山徳良(2002a)、「下水道事業の費用構造」、『公益事業研究』第 53 巻、23-31 頁。
- 中山徳良(2002b)、「水道事業の経済効率性の計測」、『日本経済研究』第 45 巻、23-40 頁。
- 野竿拓哉(2004)、「地方公営病院におけるインセンティブ問題 DEA による非効率性の計測及びその要因の計量経済分析とともに」、『会計検査研究』第 35 巻、117-128 頁。
- 細野薫、藤沢昌利(2003)、「公共工事におけるソフトな予算制約と建設企業の非効率性 - 県別パネルデータによる検証 -」、『日本経済研究』第 47 巻、20-40 頁。
- 山下耕治(2003)、「地方公共サービスの非効率性と財源補填 - 地方公営企業に対するソフトな予算制約問題の検証 - 」、『日本経済研究』第 47 巻、118-133 頁。