

水道事業の効率性格差とその要因

高田しのぶ・茂野隆一

The Efficiency of Water Supply Industry
by
Shinobu TAKADA and Ryuichi SHIGENO

目次

1	はじめに	32
2	水道事業における効率性	32
3	効率性の計測	33
(1)	計測方法	33
(2)	データ	34
(3)	計測結果	35
4	効率性格差をもたらす要因	37
(1)	料金	37
(2)	施設利用率	38
(3)	一般会計からの負担金	39
(4)	規模と密度	40
(5)	単独事業の合併効果	43
6	むすび	44

1 はじめに

公益企業はその性格上、他の事業体からの競争圧力を受けないことはない¹。Leibenstein [8] は、こうした競争圧力を受けない組織においては、なんらかの非効率が発生する可能性が高いと指摘しているが、日本の公益事業における実態はどの様になっているのだろうか。本稿では、水道事業を事例にして、各事業体間の効率性格差を計測するとともに、その格差を形成する要因について分析することを目的とする。

水道事業の給水人口は平成6年度末で約1.2億人、普及率は94.3%となっており、日本全国をくまなくカバーしている²。しかしながら、水道事業が提供するサービスを地域ごとに見ていくと、かなりの格差が存在することに気づく。ことに水道料金は、きわめて大きな地域間格差が存在する³。効率性を計測し、その要因を分析することは、このような地域間格差の要因を明らかにすることにつながる。また、近年積極的に推進されている水道事業の広域化が、効率性に対してどのような影響を及ぼすかについても、併せて検討する。

これまでの水道事業に関する経済分析には、桑原 [7]、高田・茂野 [14]、Mizutani and Urakami [10] などがあるが、これらは、いずれも費用関数を用いたものである。費用関数には、水道事業全体における規模の経済性の有無について明示的に分析できるなど長所も多いが、その反面、事業体間における効率性の格差を分析するには不向きである。そこで、本稿では、DEA法によって生産可能性フロンティアを確定し、効率性を計測することにする。

本稿で扱う水道についてその定義を述べると、水道法（1957年施行）第3条で「導管その他の工作物により人の飲用に適する水として供給する施設の総体」とされている⁴。水道事業は、末端給水事業と用水供給事業とにわかれる。用水供給事業とは、取水、浄水、末端給水事業者への送水を行なう事業である。末端給水事業は、用水供給事業から水を購入し、あるいは、自己水源を開発し、消費者への配水を行なう事業である。末端給水事業は、給水量の一部を用水供給事業体から購入するものの、ほとんどの事業体では、この他に自己水源を持っており消費者への配水の他に、取水、浄水も併せて行なう。また、末端給水事業のうち、市町村営のものを単独事業、二つ以上の市町村にまたがって整備運営されているものを広域事業という。

本稿の構成は以下のとおりである。第2節では、水道事業における効率性について整理する。第3節では効率性を計測する。第4節では、効率性格差の要因について分析することとする。また、事業の広域化の効果をみるために、第5節では、合併した事業体の事例をとりあげる。

2 水道事業における効率性

企業の生産活動における効率性については従来、投入財配分上の効率性 (allocative efficiency)、技術効率性 (technical efficiency)、規模効率性 (scale efficiency) という三分類がなされてきた⁵。

投入財配分上の効率性が達成されている状態とは、使用している生産要素の価格比が限界生産性の比、すなわち技術的限界代替率に等しい状態である⁶。つまり、生産量を変えずに要素の投入量の比率を変更した場合、費用を低下させることができないような状態のことをいう。水道事業において投入財配分上の非効率が発生し得る要因の一つとして、効率性が悪くても社会政策上の観点から事業の継続が求められるということが指摘できよう。これは政策的に正当化

されうるが、それ以外の要因で非効率が発生している場合については、改善が必要である。

技術効率性が達成されている状態とは、所与の投入に対して技術的に可能な最大の生産量を産出する状態である。Farrel [3] の研究以降、企業の生産フロンティアを確定することによって技術非効率を計測しようという試みが多くなされている。この技術非効率性は、Leibenstein の指摘する X 非効率と類似の概念であり、その多くは競争圧力の欠如に起因するものと考えられる。水道事業は、地下水との競合が若干あるが概ね独占的な状態にあり、競争圧力は皆無に等しい⁷。ただし、人々の生存に欠かすことのできない財であるだけに、断水や水質悪化などのサービス水準の低下に対しては、住民からの強い反発が予想される。こうした住民によるチェックは、他企業からの競争圧力の代わりとして機能している可能性もある。

規模の効率性が達成されている状態とは、利潤が最大となるような規模で生産が行なわれている状態を指し、この最適規模から離れた規模で生産することによって規模非効率性が発生する。現在推進されている水道事業広域化の理論的根拠は、この規模効率性の実現に求めることができる。

以上が効率性の三つの分類である。これらの三つの効率性を分離して計測することも可能であるが、本稿ではこれらを分離せず、「総合効率性」を計測した。これは3つの効率性を分離するためには、投入要素価格に関するデータが必要であるが、その推定は困難であること、3つの効率性を分離するために計測モデルが複雑化し、DEA のメリットであるモデルの簡潔性が損なわれること、などの理由によるものである。

3 効率性の計測

(1) 計測方法

効率性を計測するためには、生産可能フロンティアを確定する必要がある。

生産可能フロンティアを計測するために、本研究では Charnes と Cooper の提唱した DEA (data envelopment analysis) を用いる。DEA の特徴として、複数の産出財を取り扱えること、決定論的な方法であること、ノン・パラメトリックな方法であること、各企業体に共通な生産技術を想定していないため、生産関数に関する制約が少ないことなどがあげられる⁸。水道事業の場合、後述するように産出財を一つに絞ることは難しいのでこの方法を用いることにした。

モデルは次の通りである。

x_{ij} を j 番目の事業体の i 番目の投入財、 y_{rj} を同じく j 番目の事業体の r 番目の産出財とする。ここで各事業体 j ($j=1, \dots, n$) ごとに次のような分数計画問題を考える。

$$\begin{aligned} \max. \quad & h_j = \frac{\sum_r^s u_r y_{rj}}{\sum_i^m v_i x_{ij}} \\ \text{s.t.} \quad & \\ & 1 \geq \frac{\sum_r^s u_r y_{rj}}{\sum_i^m v_i x_{ij}} \quad (j=1, \dots, n) \\ & u_r > 0 \quad (r=1, \dots, s) \\ & v_i > 0 \quad (i=1, \dots, m) \end{aligned} \tag{1}$$

上式が意味するのは、産出財と投入財に、ウェイト u_r , v_i をつけて加重和をとり、両者の比

をとり、この比がすべての事業体について1以下という制約条件のもとで分析対象の事業体jの比hを最大にするように u_r, v_i を決めるというものである。ここでのウェイトはシャドウプライスと考えられ、したがって式で求められる解 h_j^* はシャドウプライスで評価した算出・投入比率を表しているともみることができる。

次にこの分数計画問題を線形計画問題に変形する。

$$\begin{aligned} \max. \quad & k_j = \sum_r u_r y_{rj} \\ \text{s.t.} \quad & \sum_i v_i x_{ij} = 1 \\ & \sum_r u_r y_{rj} - \sum_i v_i x_{ij} \leq 0 \quad (j=1, \dots, n) \\ & u_r > 0 \quad (r=1, \dots, s) \\ & v_i > 0 \quad (i=1, \dots, s) \end{aligned} \quad (2)$$

この問題の最適解を u^*, v^* とし、最適目的関数を k_j^* とする。制約条件から k_j^* は0よりも大きく1以下の値をとる。ここで $k_j^* = 1$ である事業体をD効率的、 $k_j^* < 1$ である事業体をD非効率的であるとよぶことにする。D効率的である事業体は、投入財の増加や減少なしに、産出を増加させることはできないし、また、他の投入財の増加や産出財の減少なしに、投入を減少させることはできないという性質をもつ。このことから明らかなように、D効率的であることは、生産フロンティア上に位置することを意味している。したがって本研究では、D効率的である事業体の集合を生産フロンティアとする。1の時がフロンティアであり、0に近づくにしたがってフロンティアから乖離する。尚、D効率は前項の用語を用いると総合効率性になる。

通常、DEA法の計測はクロスセクションデータで行われるため、異時点間における効率性の比較はできない。ここでは隣接する2年のデータをプールして効率性を計測し、その効率性の平均値をとることによって、時系列的な効率性の変化を見るという方法（ウィンドー法）を採用した⁹。

(2) データ

投入財、産出財には以下のようなデータを用いた。

産出財

y_1 ：年間総有収水量（千 m^3 ）

y_2 ：現在給水人口（人）

投入財

x_1 ：資本 減価償却費（円）

x_2 ：労働 職員数（人）

x_3 ：経常投入（円）

まず産出財であるが、単純に年間の水供給量（有収水量）を単一のアウトプットとすることには問題があると考えた。水道事業は単に水の量的な供給だけでなく、地域住民のすべてに安定的に水を供給するという責務があるため、その活動を有収水量だけで把握するのは不適切である。そこで、給水人口もアウトプットの一つとして考慮することにした。尚、データは、以下の投入財のものも含めて『地方公営企業年鑑』各年度版のものを用いている。

一方、投入財については資本、労働、経常投入の3要素を計算に用いた。資本については、施設の耐用年数など考慮すべき問題点は数多くあるものの、データの制約上、減価償却費の合計を充てることとした。労働投入には、本来、時間単位のデータを用いるべきであるが、入手することは不可能なため水道事業に携わる職員数を用いた。経常投入は、支払い利息、動力費、

表1 各事業の平均的な規模 (1995年)

	有収水量(1000m ³)	給水人口(人)
用水供給事業	76,171	2,129,052
広域事業	112,360	850,356
単独事業	2,956	28,343

註)【地方公営企業年鑑】より算出。

光熱水費、通信運搬費、修繕費、材料費、薬品費、路面復旧費、委託料、受水費を合計したものをを用いた。

計測には1981年から1995年までのデータを用いた。計測の対象とする事業体は、用水供給事業が関東地方の11事業体、末端給水事業は、広域事業が関東地方の22事業体、単独事業が茨城県内の69事業体である。用水供給事業を1つのデータセット、末端給水事業を1つのデータセットとして計測を行なった。末端給水事業については、広域事業と単独事業を別々のデータセットにすることも考えられるが、本稿では、広域化の効果の検証も目的としているので、単独事業と広域事業の効率性を比較可能にする為に、一つのデータセットとした。

各事業体の属性を把握する為に、ここで用いた産出財のデータについて表1で簡単に示した。末端給水事業である広域事業は、同じく末端給水事業である単独事業と比べ、給水人口において平均的に3倍程度大きくなっている。また、末端給水事業と用水供給事業を比較すると、一人当たりの有収水量は広域事業、単独事業において、それぞれ132 m³、104 m³であるのに対し、用水供給事業では、36 m³である。用水供給事業体は、多くの事業体に比較的少量の水を供給しているといえる。

(3) 計測結果

用水供給事業の効率性は表2に、末端給水事業の効率性は表3に示した。ここでは、ウィンドー法を用いたので、1981年と1982年の効率性の平均値を1982年の値として表示している。個々の事業体ごとの効率性は示していないが、多くの事業体で効率性が最高値1に偏るということもなく、適度に分布している。

用水供給事業については、1982年の平均値0.592から徐々に上昇し、1995年では0.788となっている。ウィンドー法を用いているとはいえ、離れた年度間の効率性の比較は慎重でなければならないが、用水供給事業については効率性の傾向的な向上が認められる。また、効率性の最低値についても徐々に上昇する傾向があり、効率性が平準化する傾向にある。

一方、末端給水事業全体については、効率性は多少の変動はあるもののほぼ横ばい状態であり、また平準化の傾向も認められない。

末端給水事業について経営主体別の効率性の平均値をグラフにしたものが図1である。単独事業では、村営、町営、市営と事業規模が大きくなるにつれて効率性の平均値があがっている。また、広域事業は、町営と同程度の効率性である。平均値だけで判断すると、村営、町営、市営と規模が大きくなるにつれて効率性がよくなり、広域事業にまで規模を拡大すると規模の不経済性が発現しているようである。しかし、これが規模による影響なのか、その他の要因によるものなのかは、これだけではわからない。このような効率性格差の要因については、次節で分析を行なう。

表2 用水給水事業の効率性

	平均値	最高値	最低値
1982年	0.592	1.000	0.061
1983年	0.620	1.000	0.085
1984年	0.679	1.000	0.110
1985年	0.698	1.000	0.130
1986年	0.687	1.000	0.149
1987年	0.706	1.000	0.154
1988年	0.722	1.000	0.166
1989年	0.712	1.000	0.190
1990年	0.718	1.000	0.219
1991年	0.734	1.000	0.250
1992年	0.754	1.000	0.269
1993年	0.785	1.000	0.298
1994年	0.789	1.000	0.301
1995年	0.788	1.000	0.313

表3 末端給水事業の効率性

	全 体			広 域			市 営			町 営			村 営		
	平均値	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値	平均値	最高値	最低値
1982年	0.657	1.000	0.227	0.645	0.999	0.234	0.729	0.985	0.448	0.606	0.992	0.227	0.668	1.000	0.471
1983年	0.647	1.000	0.233	0.647	1.000	0.222	0.732	0.982	0.433	0.603	1.000	0.233	0.619	0.970	0.413
1984年	0.706	1.000	0.273	0.677	1.000	0.302	0.775	0.995	0.510	0.677	1.000	0.273	0.683	1.000	0.306
1985年	0.712	1.000	0.290	0.695	1.000	0.303	0.776	0.987	0.381	0.714	1.000	0.290	0.615	1.000	0.324
1986年	0.707	1.000	0.162	0.700	1.000	0.328	0.778	0.998	0.391	0.699	0.990	0.162	0.622	1.000	0.289
1987年	0.712	1.000	0.203	0.707	0.988	0.361	0.768	1.000	0.391	0.714	0.994	0.203	0.631	1.000	0.244
1988年	0.713	1.000	0.228	0.709	1.000	0.389	0.779	1.000	0.386	0.712	0.963	0.228	0.622	1.000	0.248
1989年	0.610	1.000	0.139	0.684	0.987	0.314	0.726	1.000	0.328	0.579	0.938	0.139	0.532	1.000	0.191
1990年	0.584	1.000	0.144	0.676	1.000	0.331	0.706	1.000	0.323	0.557	0.923	0.144	0.488	0.830	0.192
1991年	0.688	0.998	0.283	0.648	1.000	0.380	0.739	0.991	0.449	0.699	0.998	0.283	0.584	0.828	0.286
1992年	0.715	1.000	0.294	0.707	1.000	0.401	0.752	1.000	0.504	0.732	1.000	0.327	0.615	1.000	0.294
1993年	0.684	1.000	0.283	0.682	1.000	0.316	0.715	0.946	0.390	0.701	1.000	0.340	0.589	0.936	0.283
1994年	0.633	1.000	0.266	0.675	1.000	0.388	0.669	0.974	0.397	0.645	1.000	0.266	0.551	0.871	0.294
1995年	0.679	1.000	0.341	0.694	1.000	0.447	0.718	0.962	0.473	0.695	1.000	0.388	0.582	0.884	0.341

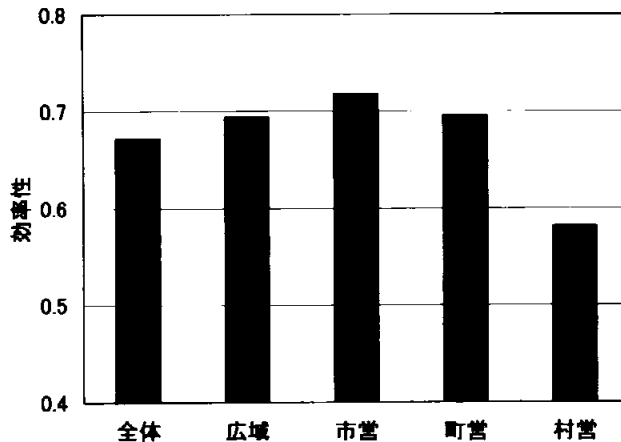


図1 末端給水事業の経営主体別効率性の平均値

4 効率性格差をもたらす要因

ここでは、効率性格差をもたらす要因について分析する。まず、第一に、規模が効率性に影響を与えていることが考えられるが、規模とは別に人口密度も影響を与えていることが考えられる。また、水道は公益事業であるので、この他に、料金、施設利用率、一般会計からの負担金などが影響を及ぼしていることも考えられる。以下、順に検証していく。

(1) 効率性と料金

冒頭に述べたように、日本における末端給水事業の料金にはかなりの地域格差が存在する。その格差を構成している要因には事業規模が関わっているように思われる。表4は、規模別家庭用1ヶ月当たりの水道料金を示したものである。これによれば、規模が一番大きい都及び指定都市の平均料金が861.9円/10m³であるのに対し、1.5万人未満の事業体では、1,505円/10m³となっており、事業体の規模が小さくなるにしたがって、水道料金が高くなる傾向がある。

それではこの水道料金と効率性との関係はどうなっているのだろうか。これを確認するために、1995年における効率性と料金についての相関分析を行なった。

料金は、『地方公営企業年鑑』の10m³当たりのものを用いた。効率性の計測の際に、ウィンドウズ法を使った為、料金についても同様に隣接する2年間の平均値を用いることとした。以下の分析についても同様である。また、用水供給事業は、料金のデータがないので、末端給水事業についてのみ相関分析を行なった。末端給水事業については、広域事業と単独事業の違いを明らかにする為に、それぞれを別々に分析することにした。

相関関と相関係数は図2、3を参照されたい。

広域事業の相関係数は、-0.625、単独事業の相関係数は-0.668であり、両者とも1%水準で有意である。すなわち料金が高くなるほど、効率性が悪くなるということである。

この理由については二つの仮説が考えられる。一つは、水道事業体の効率性の悪さを反映して料金が高くなるというものである。水道料金の算定は、かかっただけの原価を積み上げという費用積み上げ方式が採られており、コスト高の事業体ほど、料金が高くなるという傾向がある¹⁰。したがって効率性の悪さが料金の増加に結びつく可能性は十分にある。もう一つは、料金が高く、収益が上がっているが故に、経営を効率的に行なうインセンティブが働かず、非効率が生じるというものである。しかし、この仮説のうちどちらが正しいかは、本研究のようなアプローチから、この点をこれ以上検証することは困難であり、他の実証研究に譲らなければならない。

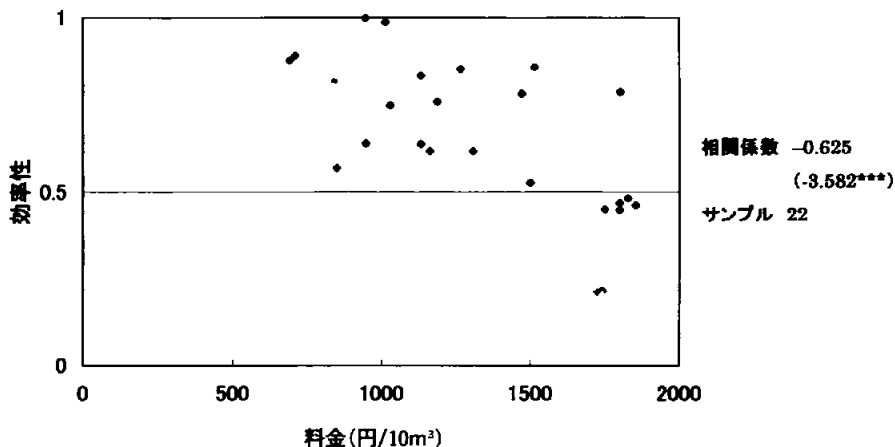
表4 事業体の規模別にみた家庭用の1ヶ月10m³当たり水道料金

料金	給水人口									合計
	都及び指定都市	30万人以上	15万人～30万人	10万人～15万人	5万人～10万人	3万人～5万人	1.5万人～3万人	1.5万人未満		
500円未満	0(0%)	1(2.3%)	4(5.7%)	2(2.8%)	4(2.1%)	1(0.5%)	4(0.9%)	9(1.0%)	25(1.3%)	
500円以上1000円未満	12(85.7%)	26(59.1%)	36(51.4%)	40(56.3%)	79(40.7%)	57(28.6%)	102(23.9%)	128(14.7%)	480(25.4%)	
1000円以上1500円未満	2(14.3%)	13(29.6%)	26(37.1%)	22(31.0%)	22(42.3%)	80(40.2%)	158(37.1%)	291(33.5%)	674(35.7%)	
1500円以上2000円未満	0(0%)	3(6.8%)	4(5.7%)	6(8.5%)	24(12.4%)	51(25.6%)	126(29.6%)	306(35.2%)	520(27.6%)	
2000円以上	0(0%)	1(2.3%)	0(0%)	1(1.4%)	5(2.6%)	10(5.0%)	36(8.5%)	135(15.5%)	188(10.0%)	
合計	14(100%)	44(100%)	70(100%)	71(100%)	194(100%)	199(100%)	426(100%)	869(100%)	1,887(100%)	
平均料金(円)	861.9	969.7	975.4	1,017.10	1,116.30	1,295.30	1,346.30	1,505	1,135.90	

註(1)数字は事業体数(カッコ内は割合)。

(2)『地方公営企業年鑑平成7年度版』P240をもとに作成。

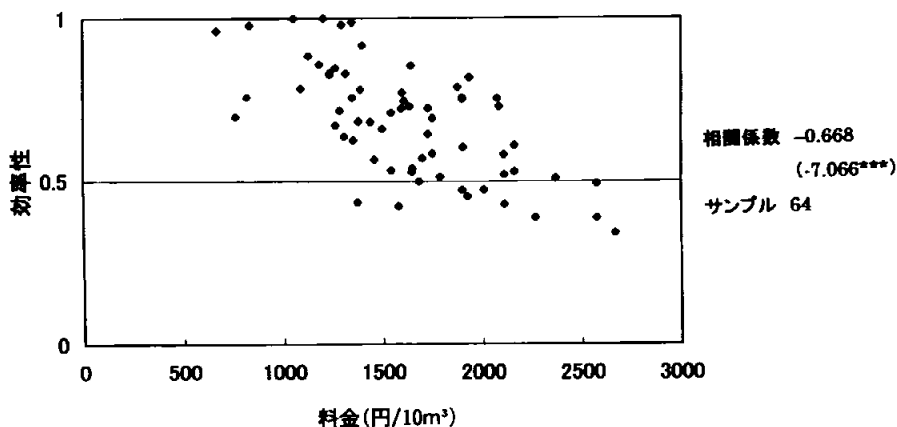
(3)平成7年3月現在。



注) 相関係数のカッコ内はt値。

*10%水準で有意, **5%水準で有意, ***1%水準で有意。

図2 効率性と料金 (広域事業)



注) 相関係数のカッコ内はt値。

*10%水準で有意, **5%水準で有意, ***1%水準で有意。

図3 効率性と料金 (単独事業)

(2) 効率性と施設利用率

効率性と施設利用率についても前項と同様の方法で相関分析を行なった。効率性と施設利用率の関係を調べるのは、施設が有効利用されているか否かが効率性に影響を与えているのではないかと考えたからである。

施設利用率は、『地方公営企業年鑑』の値を用いて算出した。算出式は次の通りである。

$$\text{施設利用率 (\%)} = \frac{\text{一日平均配水量}}{\text{一日配水能力}} \times 100$$

結果は表5の通りである。

用水供給事業、広域事業、単独事業のいずれにおいても相関はみられなかった。

効率性と施設利用率に相関がないということの理由は明らかではない。しかし、水道事業の効率性を検討する上で、施設整備が適当であるか否かという問題は重要なものであるので、今後検討が必要である。

(3) 効率性と一般会計からの負担金

効率性と一般会計からの負担金について相関分析を行なった。

一般会計からの負担金は次式により算出する。

$$\text{一般会計からの負担金} = \text{他会計負担金} + \text{国庫補助金} + \text{都道府県補助金} + \text{他会計補助金} + \text{他会計繰入金}$$

これらのデータは『地方公営企業年鑑』の損益計算書から得た。

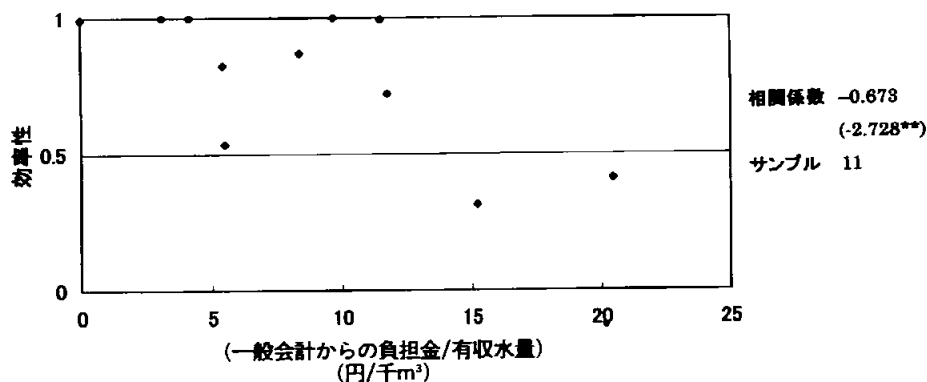
相関図と相関係数を図4、5、6に示す。相関係数は、用水供給事業、広域事業、単独事業すべてにおいて負で有意である。つまり、一般会計からの負担金が高いほど効率性が悪くなっているということである。

このような負の相関が生じるメカニズムについては様々なものが考えられる。負担金が多いがゆえに、水道事業体の経営に一種の緩みが生じ、そのことが非効率に結びつくというもの、また、非効率な経営によって生じた赤字を補填するために一般会計からの負担金が増える等々である。ただしこれについても、前項の料金の場合と同様に、本研究の分析だけから検証することは困難である。

表5 効率性と施設利用率の相関係数

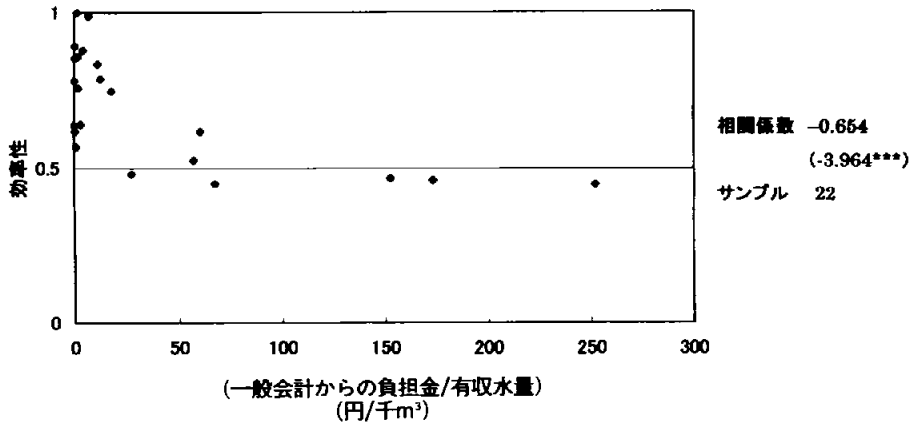
	相関係数	サンプル
用水供給事業	-0.041 (-0.123)	11
広域事業	-0.245 (-1.130)	22
単独事業	0.107 (0.893)	64

註) カッコ内はt値。*10%水準で有意、**5%水準で有意、***1%水準で有意。



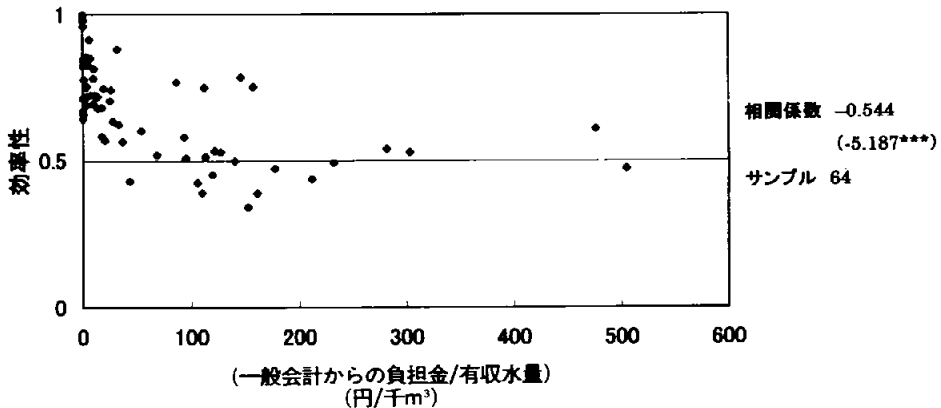
注) 相関係数のカッコ内はt値。
*10%水準で有意、**5%水準で有意、***1%水準で有意。

図4 効率性と一般会計からの負担金 (用水供給事業)



注) 相関係数のカッコ内はt値。
 *10%水準で有意, **5%水準で有意, ***1%水準で有意。

図5 効率性と一般会計からの負担金（広域事業）



注) 相関係数のカッコ内はt値。
 *10%水準で有意, **5%水準で有意, ***1%水準で有意。

図6 効率性と一般会計からの負担金（単独事業）

(4) 規模と密度

効率性格差の要因としてはスケール・メリットの有無が考えられる。しかし、水道事業の場合は規模要因と同時に、密度という要因も重要であると考えられる。水道管の長さが同じでもそこに100人が住んでいる場合と50人しか住んでいない場合では、効率性は違ってくるからである。

規模の経済性と密度の経済性の概念については、Caves et. al. [2] が詳しく分析を行っている¹¹⁾。この論文では、密度の経済性を総費用の産出財弾力性の逆数として定義している。つまり、ネットワークの大きさ（ここでは、空港の数をネットワークの変数としている）を一定とし、産出財である運航回数を増加させた時に一単位当たりの費用が減少すれば、密度に関して収穫逓増であるということである。ここで規模の経済性は、総費用の産出財弾力性と総費用の空港数弾力性の和の逆数として定義されている。すなわち、ネットワークの大きさと運航回数を同

じに増加させた時、一単位当たりの費用が減少しているような場合、規模の経済性が存在しているとするものである。

規模の増加ということと、ネットワークの大きさは一定で密度が増加するということを区別することは、水道事業のような施設産業では重要なことであると思われる。そこで本稿でも規模と密度が効率性に与える影響を分析することにする。規模の指標としては、有収水量と給水人口を用いる。密度の指標としては、水道の導配水管をネットワークとして考え、導配水管1km当たり給水人口を用いて、前項と同様に効率性との相関係数を求めた。

効率性と給水人口の相関係数は表6の通りである。また、効率性と有収水量の相関係数は、表7の通りである。規模の変数として給水人口をとった場合も有収水量をとった場合も、単独事業でのみ正で有意となっている。単独事業の分布は、図7、8を参照されたい。図8からわかるように、有収水量5,000千 m^3 以下の事業体では、特に規模と効率性との間に強い相関がある。つまり、末端給水事業においては、有収水量5,000千 m^3 までは、規模に関する収穫逓減がみられ、それ以上の規模になるとこれがなくなるということである。

また、効率性と導配水管1km当たりの給水人口との相関図と相関係数は図9、10、11の通りである。用水供給事業、広域事業、単独事業の3者とも正で有意となっている。

密度と効率性との相関が高いのは、配水管を敷設して供給しなければならないという水道事業の特性によるものであろう。本稿では、取水、浄水、配水のそれぞれを別にして効率性を計測したわけではないので、明言はできないが、取水、浄水には恐らく規模の経済性があるであろう。しかし、配水に関しては、水道管を敷設しなくてはならないという事情があり、これに関しては、ある程度の規模まではスケールメリットを享受できるものの、それ以上では、スケールメリットはなくなり、密度の経済性の影響が大きくなるのだらうということがいえる。

表6 効率性と給水人口の相関係数

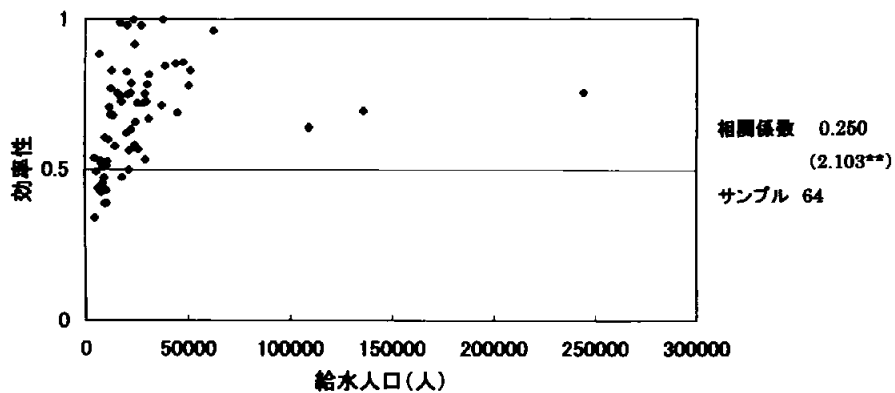
	相関係数	サンプル
用水供給事業	0.402(1.317)	11
広域事業	-0.245(-1.130)	22
単独事業	0.250(2.103**)	64

註) カッコ内はt値。*10%水準で有意、**5%水準で有意、***1%水準で有意。

表7 効率性と有収水量の相関係数

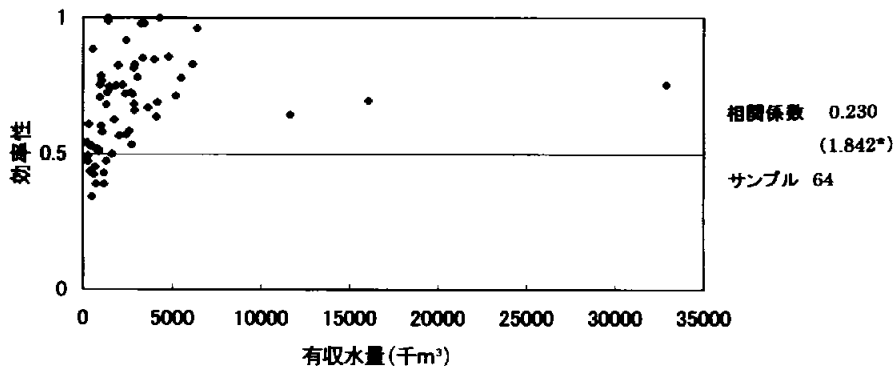
	相関係数	サンプル
用水供給事業	0.310(0.975)	11
広域事業	-0.040(-0.180)	22
単独事業	0.230 (1.842*)	64

註) カッコ内はt値。*10%水準で有意、**5%水準で有意、***1%水準で有意。



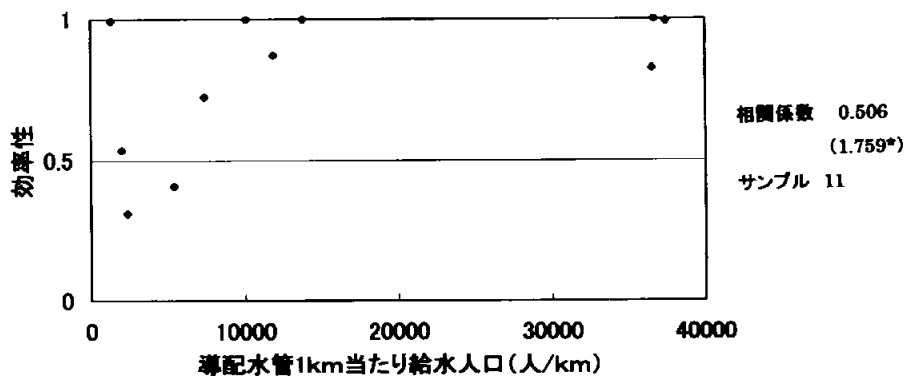
注) 相関係数のカッコ内はt値。
*10%水準で有意, **5%水準で有意, ***1%水準で有意。

図7 効率性と給水人口(単独事業)



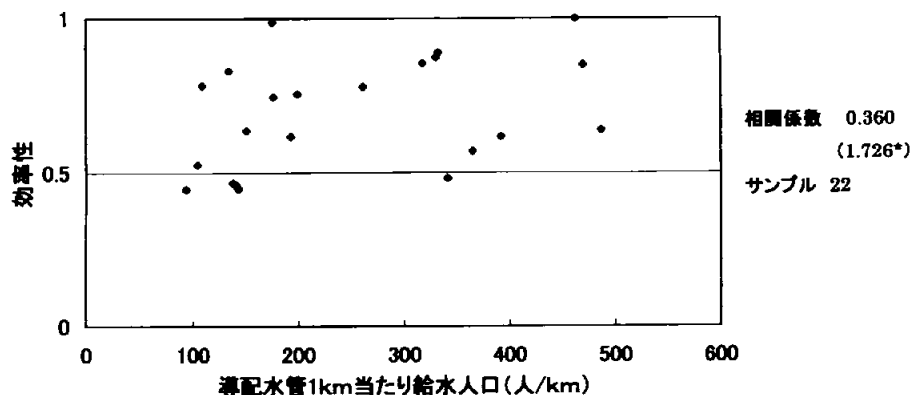
注) 相関係数のカッコ内はt値。
*10%水準で有意, **5%水準で有意, ***1%水準で有意。

図8 効率性と有収水量(単独事業)



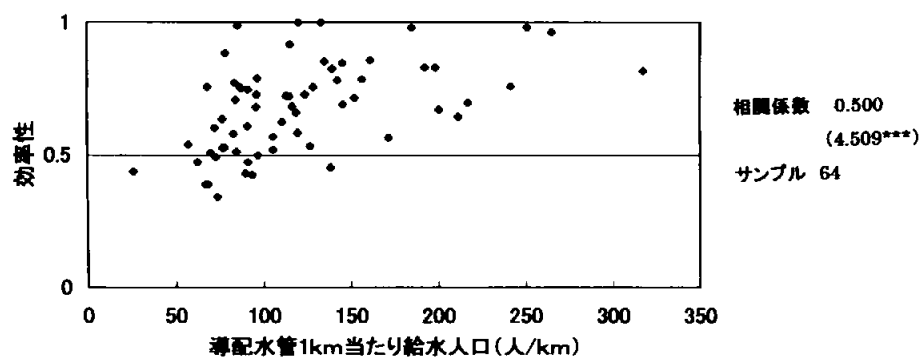
注) 相関係数のカッコ内はt値。
*10%水準で有意, **5%水準で有意, ***1%水準で有意。

図9 効率性と導配水管1km当たり給水人口(用水供給事業)



注) 相関係数のカッコ内はt値。
*10%水準で有意, **5%水準で有意, ***1%水準で有意。

図10 効率性と導配水管1km当たり給水人口(広域事業)



注) 相関係数のカッコ内はt値。
*10%水準で有意, **5%水準で有意, ***1%水準で有意。

図11 効率性と導配水管1km当たり給水人口(単独事業)

5 単独事業の合併効果

近年、水道事業の効率性を上昇させる為に、水道事業の広域化が進められている。しかし、広域化によって、効率性が上昇するのだろうか、また、上昇するとすればその要因は何であるのかということについて十分な検証が行なわれているとは言い難い。そこで、ここでは、合併による効率性の変化とその要因について分析することにする。

本研究の分析期間中、単独事業体同士が合併して広域事業となったものはなかったが、市町村合併により、より大きな単独事業が誕生したというものが二つあった。1992年に常澄村が水戸市へ編入され、また、1994年に勝田市と那珂湊市が合併してひたちなか市となった事例である。この二つの事例を取り上げ、合併が効率性に与える影響を検証してみよう。

合併による効率性の変化は表8のとおりである。

常澄村が水戸市に編入されたケースでは、水戸市の効率性は、1991年では、0.747であった

表8 合併前後の効率性の変化

合併後	合併前	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
水戸市	常澄村	0.569	—	—	0.791	0.769	0.743	0.756
	水戸市	0.752	0.740	0.747				
ひたち なか市	勝田市	0.854	0.800	0.772	0.726	0.675	—	0.695
	那珂湊市	0.991	1.000	0.991	1.000	0.924		

註) ウィンドウズ法を使ったため、常澄村の1990、1991年、那珂湊市の1994年については効率性を計測していない。

表9 導配水管1km当たり給水人口(単位:人/km)

合併後	合併前	1989年	1990年	1991年	1992年	1993年	1994年	1995年
水戸市	常澄村	100.44	102.64	—	246.82	244.47	243.25	241.60
	水戸市	274.70	270.70	257.64				
平均		187.57	186.67	257.64	246.82	244.47	243.25	241.60
ひたち なか市	勝田市	272.94	267.78	260.04	254.72	247.49	220.31	217.16
	那珂湊市	195.75	178.47	178.12	176.80	176.04		
平均		234.35	223.13	219.80	215.76	211.77	220.31	217.16

註 「地方公営企業年鑑」各年度版をもとに作成。

のが、1992年では、0.791に上昇している。また、常澄村の効率性も1989年には、0.569であり、水戸市からみても常澄村からみても合併によって効率性が良くなっている。

一方、勝田市と那珂湊市が合併してひたちなか市になったケースは、勝田市からみると、合併により効率性がやや上がっているが、那珂湊市からみると合併により効率性が大幅に下がっている。この場合は合併により効率性が下がっているとみていいであろう。

効率性変化の要因を探る為、導配水管1km当たり給水人口の変化をみてみることにしたい。

表9によれば、水戸市の場合、合併前の1990年の両者の平均は、186.67人/kmであったが、合併後の1992年には、246.82人/kmと大幅に増加している。

ひたちなか市の場合、合併前の1993年には、211.77人/kmだったのが、合併後の1994年には、220.31人/kmとなっている。増加はしているが、その伸び率は小さいということがわかる。合併により、両市とも当然、規模が増大しているが、密度の変化は、このように大きな違いがある。このことから、合併による効率性には、密度の影響が大きいのではないかとということがいえる。効率性変化の要因は、この他にも様々あり、これについては、実態調査を行なって明らかにしなければならぬが要因の一つとして指摘しておきたい。

6 むすび

本稿では「地方公営企業年鑑」のデータを用い、水道事業体の効率性をDEA法により算出し、格差をもたらす要因について分析してきた。本稿で得られた知見をまとめると、以下のように

なる。

- (1) 用水供給事業でも末端給水事業でも効率性に影響を与える要因としては、密度が重要である。しかし、規模が全く影響を与えていないわけではなく、特に有収水量 5,000 千 m³ 未満の事業体では、規模と効率性との間に強い相関があることがみてとれる。
- (2) 単独事業でも広域事業でも料金水準と効率性には負の相関が認められた。
- (3) 単独事業においては、一般会計からの負担金が少ない方が効率性が高い。
- (4) 単独事業が合併した二つの事例を分析したところ、合併によって密度が上昇した事例については効率性の向上が認められた。それに対し、合併しても密度が上昇しなかった事例では、効率性も向上しなかった。

本稿ではデータの入手可能性などの問題もあり取り上げることができなかったが、水利権の有無、水質の良し悪し、水源地からの距離、水源の数なども効率性に影響を与えている可能性がある。例えば、用水供給事業体から水を購入している場合と独自に水利権を保有している場合は、効率性が違って来るであろう。また、水源を複数持つていれば、安定的に供給することはできるが、取水、浄水、送水の施設が複数必要となるので、効率は悪くなるであろう。安定的な水源を持っていたとしても、水質が悪ければ、効率は悪化する。今後は、これらについても配慮した上で、効率性についての研究を進める必要がある。

広域化についても以上の点を踏まえ、様々な面から検証を行なうことが望まれる。

注

- 1 公益企業とは、通常、社会的必需財を供給しており、自然独占である企業体をさす。
- 2 地方公営企業研究会編『地方公営企業年鑑』平成 7 年度 P 36 (地方財務協会)
- 3 1ヶ月当たりの料金は、全国最高が宮城県松山町の 3,390 円/10 m³、最低が山梨県河口湖南水道企業団の 360 円/10 m³ であり、約 10 倍のひらきがある。厚生省環境衛生局水道環境部編『水道統計』平成 5 年度 (日本水道協会) 参照。
- 4 水道事業については、厚生省水道環境部水道行政研究会 [6]、日本水道協会 [9] を参考にした。
- 5 これら 3 つの効率性の概念については Forsund et al. [4]、植草・鳥居 [16] に詳しい。
- 6 allocative efficiency とは、一般的には、マクロ的な資源配分の効率性をさす用語であるが、ここでは、単一の企業内における投入財の効率的な配分の意とする。
- 7 水道事業と同様、比較的競争圧力が低いと考えられる農協について、技術効率性を計測しその要因を分析したものとして、茂野 [12] がある。
- 8 DEA については Charnes et al. [1] 参照のこと。邦語の文献に刀根 [15] がある。
- 9 ウィンドー法については、刀根 [15] に詳しい。また農協経営に適用した研究として茂野 [13] がある。
- 10 水道料金水準の決定は、総括原価 (full cost) 方式が基本である。総費用と適切な事業報酬を加えたものを総括原価という。この総括原価を取引量で割った平均費用が料金となる。この総括原価の具体的な算出方法を費用積み上げ方式という。総括原価方式については山谷 [17]、水道料金の具体的な算定方法については小松 [5]、現行の水道料金決定の問題点については太田 [11] が詳しい。
- 11 この論文は、アメリカで 1978 年に行なわれた航空産業の規制緩和以降、ローカル航空会社が幹線航空会社に対し、シェアを伸ばしているということを規模と密度の概念を用いて説明したものである。

参考文献

- [1] Charnes, A., Cooper, W. W. and Rhodes, E., 1978, "Measuring the Efficiency of Decision Making Units", *European Journal of Operations Research*, Vol.2, No.6, pp. 429~444
- [2] Caves, D. W., Christensen, L. R., and Tretheway M. W., 1984, "Economies of density versus economies of scale: Why trunk and local service airline costs differ?", *Land Journal of Economics* Vol.15, No.4, pp. 471~489.
- [3] Farrell, M.J., 1957, "The Measurement of Productive Efficiency", *Journal of Royal Statistical Society, Series A*, Vol.120, part3, pp. 253~281.
- [4] Forsund, F. R., Lovell, C. A. and Schmidt, P. 1980, "A Survey of Frontier Production Functions and of Their Relationship to Efficiency Measurement", *Journal of Econometrics*, Vol.13, No. 1, pp. 5~25.
- [5] 小松秀雄著, 小原隆吉監修, 1981, 『水道財政と料金—理論と実務—』, 日本水道新聞社.
- [6] 厚生省水道環境部水道行政研究会, 1992, 『水道行政—仕組みと運用—』, 日本水道新聞社.
- [7] 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, pp. 45~54.
- [8] Leibenstein, H., 1966, "Allocative Efficiency vs. X-efficiency" *American Economic Review*, Vol.56, No. 3, pp. 392-415.
- [9] 日本水道協会, 1993, 『水道のあらまし』, 日本水道協会.
- [10] Mizutani, F. and Urakami, T. 1999, "An Examination of Economies of Scale in the Japanese Water Supply Industry", Discussion Paper, School of Business Administration, No.9929.
- [11] 太田 正, 1992, 「水道料金」, 山谷修作編著『現代日本の公共料金』, 電力新報社, pp. 179~204.
- [12] 茂野隆一, 1991, 「農協経営の技術効率性とその要因」『農業経済研究』第63巻第2号, pp.91~99.
- [13] 茂野隆一, 1998, 「合併が農協経営に与える影響」両角和夫編『農協再編と改革の課題』, 家の光協会.
- [14] 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, pp. 37~44.
- [15] 刀根 薫, 1993, 『経営効率性の測定と改善—包絡分析 DEA による—』日科技連出版社.
- [16] 植草益・鳥居昭夫, 1985, 「Stochastic Production Frontier を用いた日本の製造業における技術非効率の計測」, 『経済学論集』第51巻第3号, pp. 2~23.
- [17] 山谷修作, 1992, 「公共料金の基礎」, 山谷修作編著『現代日本の公共料金』, 電力新報社, pp. 17~42.

The Efficiency of Water Supply Industry

By

Shinobu TAKADA and Ryuichi SHIGENO

Summary

The purposes of this paper are to estimate the efficiencies of water supply industries, and to clarify the factors that are affecting on the efficiency of water supply services. The efficiencies were calculated by DEA method for the period from 1981 to 1995.

The main findings can be summarized as follows.

- (1) In water supply industries, Consumers and suppliers can't change their location, and a large amount of sunk cost is necessary to set up a network. In such a situation, it is important to note the differences between economies of scale and economies of density. There is a positive correlation between efficiency and density of population. Among small services, there exists a positive correlation between efficiency and scale. Increasing returns to scale in small services are also confirmed. In large-scale services, however, density of population affects efficiencies more strongly in comparison with small-scale services.
- (2) Inefficiencies are observed in the local government-subsidized services and following hypothesis can be induced. Subsidies to water supply services may cause inefficiency.
- (3) The prices of water become higher, the efficiencies in services become lower. The water supply services are in monopoly markets, and they can set prices higher than in competitive markets. There is a possibility that this uncompetitive situation cause inefficiency in water supply services.
- (4) There is no correlation between efficiencies and availability rates of the systems.