

水道事業における水需要に関する経済学的考察

A Study on Economic Analysis of Water Demand

清水 雅 貴 浅 井 勇 一 郎

Masataka Shimizu

Yuichiro Asai

1. はじめに—本稿の課題と分析視角

今日、我が国の水道事業は主に市町村が運営しているが、中小規模の水道事業者は人口減少社会をむかえ、財政面やインフラ面だけでなく人材育成の面においてもその基盤を著しく悪化させている。1999年に厚生省水道基本問題検討会が答申した、『21世紀における水道及び水道行政のあり方』では、水道法に掲げられた「清浄にして豊富、低廉」という理念は達成され、ナショナル・ミニマムからシビル・ミニマムへ（すなわち、全国一律に目標とした量の確保から、地域が要望する質の確保へ）といった需要者のニーズへの対応が求められていることを提言した。しかし、今日の現状に鑑みると水の質の確保は、地域の財政事情に大きく左右されている。そして、近年の市町村合併による事業の統廃合の問題や、施設の老朽化が放置されている実情があるように、今後、再び安定供給の確保が危うくなるといった事態が発生する可能性を有している。

一方で、水道法では第15条で「水道事業者は、当該水道により給水を受ける者に対し、常時水を供給しなければならない¹⁾」とし、水道事業者は需要者に対して給水義務を負っている。そのため、水道事業者は実際の水使用量をいつでも充足するために、長年の給水実績や経験値から最大給水量を算出し、それをベースに供給体制を整える必要に迫られている。

そこで本稿では、これからの水道事業経営が持続可能なものとなるための要素として、過去の経

験から導き出される最大給水量ではない、水道事業における水需要を把握する方法論について注目する。そして、将来の水需要がどのように変化していくかを経済学的に把握する方法について析出することを課題とする。

分析にあたっては、はじめに我が国の水道事業をめぐる状況について明らかにしながら、水需要に関わる価格と所得を中心に、そのほか、世帯、気候変動、生活水準などの諸要因について検討を試みる。そこでは、水需要が何によって大きく変化するかを検討し、将来の水需要を測定する際の重要な論点について明らかにしていく。

2. 我が国における水道供給と水需要について

2.1. 水道事業の現状と水需要の測定

我が国における水道事業の歴史は古く、室町時代から上水システムが存在している。そして、江戸時代における大規模上水の設置を端緒とし、明治初期には開港居留地向けの水道敷設が始まった。その後、都市化と伝染病予防を目的として水道の普及が急速に進んでいった²⁾。さらに、大正・昭和期には戸別の家庭水栓が設置されていくようになり、同時に水道普及率も急速に上昇していくことになる。

戦後以降の水道普及は高度経済成長に伴う旺盛な公共投資と相乗して、今日では、給水人口では1960年度の4991万人から2009年度には1億2479万6000人に、水道普及率では1960年度の53.4%から2009年度には97.5%と高次に達している³⁾。

図表1は1975年度以降の水道普及と配水量に

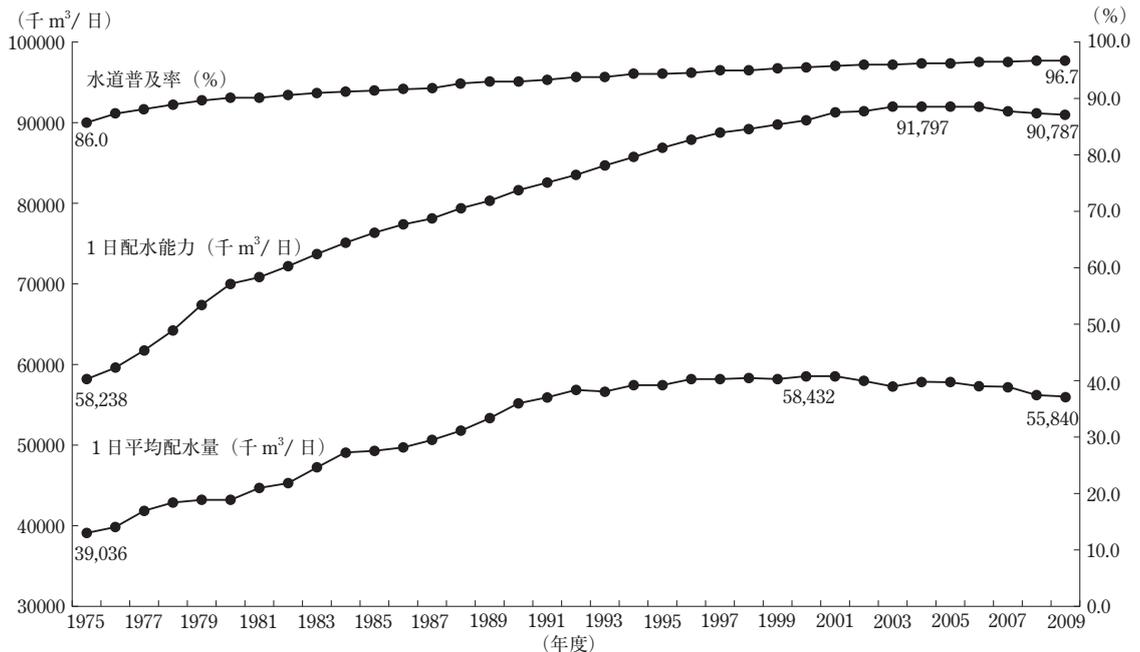
関する推移を表している。給水人口101人以上の水道である上水道事業と簡易水道事業の合計について見ると、総人口に対する総給水人口の割合を示した水道普及率については、1975年度時点ですでに86%と高い割合で推移しており、2009年度時点では96.7%に達している⁴⁾。次に、全国で1日に供給できる水の量を示した1日配水能力については、1975年度以降急速に配水能力を拡大させ、2004年度の約9180万 m^3 /日をピークに減少に転じている。そして、全国で1日に使う水の量を示した1日平均配水量については、1975年度の約3900万 m^3 /日から増加傾向が続き、2000年度の約5843万 m^3 /日をピークに減少に転じている。水道普及率が高い割合で推移する反面、配水能力、実配水量が2000年代をピークに減少に転じている理由は、上水道の普及が進みながら、国民1人あたりの水使用量が減少してきていることが起因している。

図表2は1975年度以降の国民1人あたりの1日の水使用量（有収水量）⁵⁾の推移を表している。

1975年度より1人あたりの水使用量は上昇基調にあったが、1996年度の341リットル/日をピークに減少している。これは、例えばそれまで、戸別に風呂の設置が急速に普及したり、シャワー付き洗面台が普及したり、ライフスタイル（生活環境・生活水準）の変化によって水使用量が増大する⁶⁾一方、1990年代から節水タイプの洗濯機や水洗トイレの普及と節水意識の向上が水使用量の減少に寄与していると考えられる。

次に、これらすべての指標について、増加傾向のピークを過ぎる年度を観察していくと、水使用量の減少傾向が始まって約5年程度のタイムラグを経て配水量に変化が見られ、さらに約5年程度のタイムラグを経て配水能力に変化が発生していることが見て取れる。水使用量が直接的に配水量および配水能力に影響を与えているのかということは別途、詳細な検討が必要となるが、少なくとも、水道事業者は財務、経営判断として、水使用量の変化を水需要の変化と判断し、配水量と配水能力を制御してきたのではないかと推察できる。

図表1 我が国の水道普及率および配水量の推移



注：本統計は上水道事業と簡易水道事業の合計となっており、専用水道事業を含まない。

出所：『水道年鑑』平成23年度版より作成。

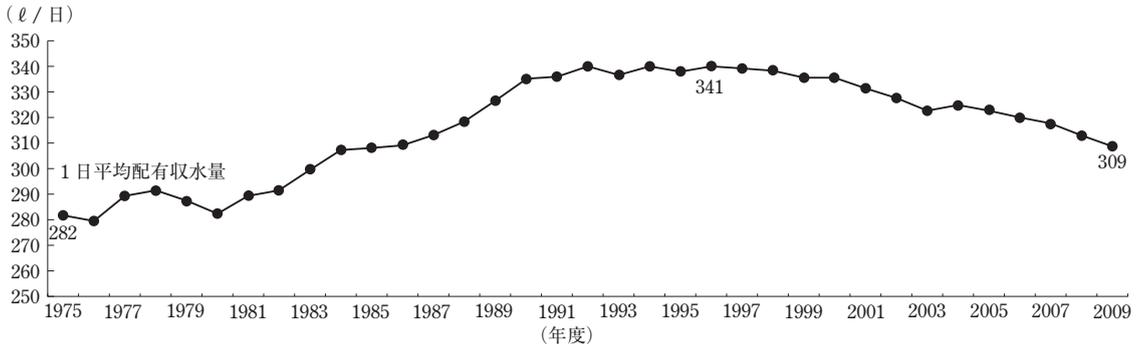
以上のように、これまで水道事業者はおおむね、過去の水使用量に基づいて水需要を測定してきたと考えられる。しかし、その測定は水使用量の増加傾向を観察するためには一定の効果があったと考えられるが、水使用量の減少傾向を展望するためには、先述のとおり、ライフスタイルの変化などの外生的要因を考慮に入れる必要が出てくる。さらに、厚生労働省健康局が2008年に策定した『水道ビジョン』も示すとおり、今後、我が国が人口減少社会をむかえ、国民の負担能力減少とともに水需要の増大もこれまでのように見込めない状況が予測される⁷⁾なかで、単に過去の水使用量に基づいて水需要を測定することは一層困難になると推察される。

また、これらの現状とあわせて、市町村の水道事業運営といった観点からも正確な水需要の測定が求められている。本来、水道は主に水道料金による収入によって賄うべき事業であるが、先にも述べたとおり、事業主体である市町村は消費者に

対して水の供給義務を有しており、安定的な水の供給を図るために国や都道府県から補助金が交付されたり、市町村自らの財政支出を恒常的に行ったりしている。

図表3は我が国の水道事業における投資と補助金、企業債（または地方債）の金額の推移を示している。水道事業への公共投資金額は2005年の約1.2兆円をピークに減少傾向にあり、現在はおよそ1980年代と同じ水準に位置している⁸⁾。図表3のとおり、直近の指標からも投資額は上水道、簡易水道ともに漸減傾向にあり、全体で約1兆円に縮小してきている。また、縮小している公共投資を下支えする目的で、補助金や公営企業債（地方債）が交付、発行されてきたが、2000年代以降は財政難などの理由からこれも漸減傾向にある。このように水道事業への投資額が減少し続けていく結果として発生する問題が、既存施設の老朽化と更新事業の先送りである。ここから、将来的に市町村が水需要を超えるような過大な水道施

図表2 我が国の1人あたり1日水道使用量の推移



注)：本統計は上水道事業と簡易水道事業の合計となっており、専用水道事業を含まない。
出所：『水道年鑑』平成23年度版より作成。

図表3 全国水道事業の投資額・補助金額・起債額の推移 (単位：億円)

	投資額			補助金額			起債額		
	上水道	簡易水道	合計	上水道	簡易水道	合計	上水道	簡易水道	合計
2005年	10,482	1,098	11,580	885	348	1,233	3,541	582	4,123
2006年	9,933	1,063	10,996	823	337	1,160	3,315	566	3,881
2007年	9,657	893	10,550	758	316	1,074	3,091	471	3,562
2008年	9,799	765	10,564	711	297	1,008	3,044	406	3,450
2009年	9,872	722	10,594	674	284	958	2,981	338	3,319

出所：『水道年鑑』平成23年度版より作成。

設の建設が極めて難しい状況であることは明らかであり、また、現状の老朽化した施設の継続使用によって水の安定的供給が達成できないといったことが懸念される。

我が国の水道事業は、ここまで見てきたとおり様々な外生的要因により、従来のおり、長年の給水実績や経験値から最大給水量に依拠して配水能力を維持管理することには限界があり、将来にむけた正確な水需要の測定が求められている。そこで次からは、経済学的な視点から水需要の測定に必要な諸要因について分析していきたい。

2.2. 価格と所得が水需要に与える影響について

水需要を経済学的に測定するうえで、価格と所得はそれぞれ重要な分析視角となる。価格が水需要に与える影響については、水道料金の上昇が水需要にどのような変化を与えるのかといった分析が必要となる。例えば、鷺津 [2000] では、横浜市を事例に水道料金と家庭における水使用量の相関について検証を試みている。そこでは、1980年から1998年までの水道料金と平均世帯の水使用量がどのように変化していったかを分析し、結果として、水道料金の値上げは水使用量の歯止め効果にはなっていないと評価している。また、横浜市では分析の期間において数度にわたって水道料金の値上げが実施されたにもかかわらず、家庭における水の使用量は確実に以前より増加しており、いったん水を多く使うようになるとその傾向は多少の料金値上げがあっても、もとに戻らないという習慣形成が行われていると論じた⁹⁾。この分析結果からは、価格が水需要に与える影響はあまりないと判断できるが、その一方で、必需とする最低限の水の使用量がライフスタイルの変化等により大きく変化してきているのか、それとも、低廉を理念とする我が国における水道料金体系によって水道料金が極めて低く設定されているため価格への効果が弱いのではないかと、2つの異なった結論を導き出すことができる点に疑問が残る。

また、所得が水需要に与える影響については、

所得の増加が水需要にどのような変化を与えるのかといった分析が必要となる。例えば、高井 [2007] では、神奈川県の水源環境税における課税標準を検討するうえで、水使用量に応じた課税のあり方を検討した¹⁰⁾。その際に示された指標として図表4がある。この図は、はじめのうち、所得の上昇に応じて水使用量も上昇していくが、課税所得700万円以上（図で示すところの900～1000万円以上）の所得になると水の使用量は一定となることを示している。これは、所得が上昇すると自動車の洗車や庭への水まき等、水使用量が増加する傾向にあるが、ある程度の収入以上になると水使用量が変化不再なることを指摘している。すなわち、この分析により、水使用量と所得にはある金額の所得までは相関関係を有しているが、それ以降に関しては一定となる特性を有しているということから、水需要はある所得以上になると一定となることを明らかにしている。

しかしながら、これらの分析事例はそれぞれ分析が目的の違う個別具体例からの検証であり、水需要分析における諸要因を総覧するものではない。そこで次では水需要を分析するために必要な諸要因の析出について、計量分析手法の研究実績から検証してみたい。

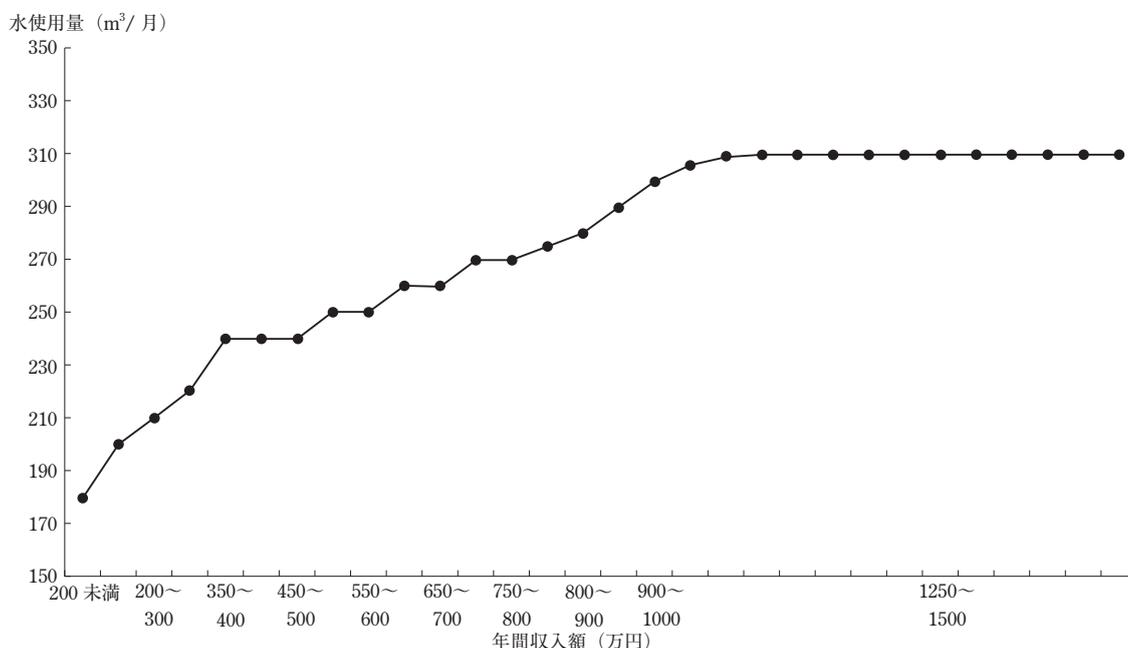
3. 計量分析手法による水需要の測定

3.1. 水需要測定の方法論について—Wong [1972]の研究から

家庭の水需要に関して計量的に分析を行った研究は国内外を問わず比較的充実している。しかしながら、我が国において行われている研究の多くは天候や気温といった気象的要素と需要の対応関係を扱ったものであり、価格や所得といった経済学的要素との対応関係について分析した論文は少ない¹¹⁾。そこでここでは、海外の文献から先行研究を整理していきたい。

水需要の実証分析に関する、代表的研究にWong [1972]がある。この研究ではシカゴとシカゴ郊外を対象として水需要を分析している。1人あたりの水需要量を被説明変数とし、自治体の

図表 4 標準世帯における収入階層別水使用量の推移



出所：高井 [2007] から作成。

水道料金と平均所得、夏の平均気温を説明変数としてモデルを構築している。数値に関する統計は自治体が集計したものをを用いており、それを第一段階では時系列形式に、第二段階では103の自治体をグループ分けした後にクロスセクション形式へ整理している。分析によって、1926年から1970年までに行われた時系列分析の結果と同様に価格は需要にマイナスに働き、所得と夏の平均気温はプラスに働くという結果が得られている。この研究により基本的な水需要測定の方法論が構築されたといえる。

3.2. 米国における水需要の測定

次に、Foster and Beattie [1979] は、0~100リットル、101~200リットルといった一定の範囲ごとに単位あたりの価格を定めるブロック料金制のもとでの全米の水需要について分析を行っている。ブロック料金制では、実際の支払額と消費量のもと直面している単位あたりの料金×消費量には乖離があるため、価格の影響をより正確に読み取るにはそれを考慮しなければならない。モデ

ルはWongと同様に家計あたりの水の需要量を被説明変数とし、水の平均価格と世帯の所得の中央値、降雨量と平均世帯人員を説明変数として採用した標準的なモデルとそれらに地域的な影響を読み取るための地域ダミーを追加したものを挙げている。分析対象は米国全土であり、都市レベルで集計された資料をクロスセクション形式に整理し分析を行っている。標準的なモデルと地域ダミーを加えたモデルでは、いずれも価格と降水量は需要へマイナスに働き、所得と世帯人員はプラスに働くという結果が得られている。

そして、Billings and Agthe [1980] は、ブロック料金制を採用しているアリゾナ州タクソンにおける水需要について分析を行っている。モデルは月あたりの平均的な家計の水消費量を被説明変数、平均的な家計が直面している限界価格（家計が直面するブロック料金）、実際の水への支出額から全ての水の使用量を家計が直面している最も高い限界価格で購入した場合に消費者が支払う額を差し引いた差分（前述の乖離分）、水道料金に組み込まれている潜在的な下水の限界価格と家計

あたりの個人の所得、バミューダグラス草地における降雨量を差し引いた蒸発量を説明変数とした。データは都市レベルで集計されている資料をクロスセクション形式にまとめたものを用いている。その結果、価格と差分は水の消費量へマイナスに働き、所得と降雨量を差し引いた蒸発量はプラスに働き、下水道料金は有意に働かないことが明らかとなった。

続いて、Williams [1985] では、都市部の住宅用水需要量の反応と価格が与える影響について、水の消費量を被説明変数、所得と価格、降雨量と気温を説明変数とするモデルをもとに、全米を対象とし事業者レベルで収集されている資料をクロスセクション形式にまとめたデータで分析を行った。その結果、価格と降雨量は水の消費量にマイナスに働き、所得と気温はプラスに働くことが明らかとなった。

そして、Nieswiadomy and Molina [1989] は、テキサス州デントンにおける水需要を分析している。月あたりの家計の水使用量を被説明変数、ブロック料金制のもと各家計がその月の使用量のもと直面した限界価格の合計と月あたりの所得と差分、芝地の広さと家の大きさ、蒸発量を説明変数としてモデルを構築しており、データはランダムに抽出した家計の数値をもとにパネルデータとしてまとめている。分析の結果、価格マイナス、所得と芝地の広さと蒸発量と家の大きさはプラスに働くことが明らかとなった。

また、Nieswiadomy and Molina [1991] もまた、テキサス州デントンにおける水需要を分析している。モデルは月あたりの水消費量を被説明変数、ブロック料金制において家計が支払う限界価格、平均価格と限界価格の比と所得、1期前の水消費量、水をまく土地の広さと蒸発量を説明変数として採用している。データはランダムに抽出した家計の数値を一定期間にわたってプールしたものをを用いている。分析の結果、限界価格と平均価格と限界価格の比はマイナス、所得と1期前の水消費量と水をまく土地の広さ、蒸発量はプラスに働くことが明らかとなった。

3.3. 米国以外の諸外国における水需要の測定

米国以外の実証研究については、例えば、Hansen [1996] では、コペンハーゲンにおける水とエネルギー料金の需要への影響を分析している。モデルは1人あたりの水使用量を被説明変数、当期の水道料金とエネルギー料金、1期前の水道料金とエネルギー料金、当期の所得、一戸建てダミーと連棟住宅ダミー、水をまく必要がある一戸建てと連棟とアパートダミーおよび各ダミーと価格の交差項を説明変数として採用している。分析の結果、エネルギー料金と一戸建て、連棟ダミーはマイナスに働き、水をまく必要のある一戸建ておよび連棟ダミーはプラスに働くこと、所得や水道料金、それ以外のダミーは有意とはならないことが明らかとなった。

そして、Dandy, Nguyen, and Davies [1997] は、料金構成が水の消費量に与える影響について、オーストラリアのアデレードを対象として分析している。モデルは消費した水の量を被説明変数、限界価格と先述した Billings and Agthe [1980] でも用いられる差分と前年の水の消費量と資産価値(所得の代理変数)、部屋の数と家庭菜園の面積とプールの有無、世帯人員と居住年数、年間の水の割当量を消費量が超えるか否かに関するダミーとその割当量が変動性から固定性に变化した1992年ダミーを説明変数として採用している。分析の結果、価格と1992年ダミーはマイナスに働き、資産価値と平均世帯人員と部屋数、プールの有無と1期前の消費量はプラスに働くことが明らかとなった。

3.4. 我が国における水需要の測定

以上、海外の研究から水需要について概観してきたが、そこからは、我が国と水の使用条件が異なること(例えば、芝に水をまく量が影響するなど)、料金体系が我が国と異なるなどの課題が指摘できる。一方で、我が国における水需要について経済学的視点のもと計量分析を行った研究としては、主に、清水 [1991] と浦上 [2000] が挙げられる。清水 [1991] はブロック料金制に基づく価格設定のもとでの水需要について分析を行って

いる。被説明変数には1ヵ月あたりの使用水道量を採用し、限界価格と月間消費支出金額、平均世帯人員と人口と水洗トイレ普及率、平均気温、さらに使用量に応じて一定間隔で単位あたりの価格が変化するブロック料金制における価格の影響を所得効果として組み込むため、家計が直面している限界価格の最高額で全使用量を支払った場合の支出額から実際に支払った額を引いた差分を説明変数として組み込んだ。都市レベルで集計されている資料をクロスセクション形式にまとめたデータをもとに分析を行い、月間消費支出金額は有意とはならなかったものの、限界価格は水の使用量にマイナスに働き、世帯人員と人口と水洗トイレ普及率と気温、差分、すなわち所得は水の使用量にプラスに働くことが明らかとなった。

浦上 [2000] は清水 [1991] を参考として、我が国を対象としてブロック料金制に基づく価格設定のもとでの水需要について分析を行っている。家計の1世帯あたりの水需要を被説明変数、所得と平均世帯人員と水洗トイレ普及率、直面している限界価格で全使用量について支払った場合の支出額から実際に支払った額を差し引いた差分を説明変数として採用している。都市レベルで集計されている資料をクロスセクション形式で整理したデータを用いた。分析の結果、価格は水の消費量にマイナスに働き、所得と平均世帯人員と天候と水洗トイレ普及率は水の消費量にプラスに働くことが明らかとなった。

4. 水需要分析における諸要因について

4.1. 価格と所得以外の要素による影響について

次に、これらの研究が採用する変数、資料の集

計状況およびデータの種類の、推計結果の傾向についてまとめたい。今日では、水道をはじめ廃棄物処理サービスや電力といった様々な財・サービスの需要分析が行われている。それらの実証分析を行う際は、分析の目的に応じて適切な変数を選別しなければならない。これまで見てきたとおり水道需要の分析の事例は国内外を問わず多数存在しているものの、その際に選別される変数は多種多様である。しかしながら、それらの研究の主たる目的のひとつは価格および所得と水需要との対応関係、すなわち需要の価格弾力性を読み取ることにある。特に効率性分析では予算制約、すなわち所得と価格を考慮して消費を行うと考える。このため、水道需要について計量分析をする際は、価格ならびに所得が共通して採用されている。

一方で、需要は価格と所得以外の様々な要素の影響を受ける。したがって、価格と所得の影響をより正確に読み取るには、需要に影響を与えると考えられる他の様々な要素を説明変数として組み込まなければならない。先行研究において、価格と所得以外に採用された変数については図表5のとおりである。

図表5からは、選別された変数は家族構成や気候、生活水準に関する特徴を示す変数に分類されることがわかる。例えば各変数について見ていくと、家計が日常生活において水を消費する目的は様々であるが、これらを大きく分けると、第一に飲食、第二に衛生美観、第三に豊かで便利な生活の維持の3つに分けられる。いずれも日々の営みを維持することと直接関係しているため、個人および地域のライフスタイルと水の消費量は密接な関係にあるといえる。ライフスタイルが多様化している現代では地域や世帯で水の使用量も異なってくると考えられるため、水需要を分析する際に

図表5 水需要分析において価格と所得以外に採用された変数

世帯構成	気 候	生活水準	その他
平均世帯人員	気温、降雨量、蒸発量、水をまく必要のある一戸建ておよび連棟ダミー	芝地の広さ、家の大きさ、水洗トイレ普及率、水をまく土地の面積、プールの有無、1期前の消費量、暖房のある家庭割合、家庭菜園の面積、一戸建て、連棟ダミー	地域ダミー、人口、資産価値、電気料金、下水道料金、居住年数

出所：各先行研究より筆者作成。

はライフスタイルに関する変数のほか、ライフスタイルに影響を与える要因をモデルに組み込むこととなる。

世帯構成に関する変数は、特に公共サービスの需要を分析する場合において頻繁に採用される。風呂やシャワーの利用頻度、朝シャンの習慣などのように1世帯の人員数や世帯あたりの平均年齢、男女比といった世帯構成の特徴はライフスタイル、ひいては水の使用量に大きく影響を与えると考えられる。

気候に関する変数は、水需要を気象的観点から分析した論文において同様の変数が採用される傾向にある。省エネが叫ばれている今日では、夏場や気温が高い時は打ち水などをして涼を取り、家庭菜園を持つ家や自営農家は作物を枯らさないために水をまく必要があるため、水の需要と関係性があると考えられる。

生活水準もまた、水需要に影響を与えると考えられる。庭の芝地の維持管理や湯を利用した床暖房、我が国では普及していないものの備え付けのプールなど、日々の生活をより便利かつ豊かにするためにも水は利用される。従って、生活水準に関する変数も水の使用量に影響を与えると考えられる。この他にも地域的な影響や他の公共サービスとの関連性の分析など、研究の目的によって多種多様な特徴的な変数が組み込まれている。

4.2. 分析結果

次に、先行研究における統計の集計状況とデータの解析方法、結果について整理したい。統計学に基づいた分析は分析対象に関するばらつきのあるデータを、必要かつ十分な量入手しなければならない。例えば、米国の州レベルで分析を行う場合、その州を構成している各市町村に関する情報が得られれば分析が可能である。このように国や州レベルといった広範囲を分析対象とする場合は、それらを構成するより小さな自治体に関するデータをクロスセクション形式でまとめて分析を行う傾向がある。

しかしながら、市区町村等は自治体の形式としてはほぼ最小単位であるため、その自治体を構成

するより小規模な自治体が存在しない。このため特定の市町村だけを対象として分析を行う場合は、市町村そのもののデータを収集しなければならない。特定の市町村に関するばらつきのあるデータのひとつとしては、その市町村に所属する家計のデータが考えられる。しかしながら、市町村や県単位でまとめられたデータと自治体を構成する家計のデータでは集計しなければならないデータの数が大幅に異なる。また、家計や個人レベルのデータはプライバシーやコストなどの様々な理由から集計されていない傾向にある。このため、分析対象について一定期間にわたって観察することでばらつきのあるデータを入手する、すなわち時系列形式で分析を行うことがある。どちらで分析を行うかは、データの入手のしやすさが関係しているといえる。得られた各弾力性の値を整理すると図表6のとおりとなる。

4.3. 分析結果から見る水需要の実態

それぞれの値を見ると研究ごとに個々の値は異なるものの、総じていえることは、価格上昇は水需要に対しマイナスに働き、所得上昇は水需要にプラスに働いていることがわかる。他の要因としては、気象に関する変数が頻繁に取り上げられており、それらの値は所得や価格の値より大きくなる傾向にあることである。また、平均世帯人員の上昇はいずれの研究でも水需要にプラスに働くと考えられているが、その値は気候関連の指標より小さい値であり、生活水準に関する指標においても同様のことがいえる。

以上のことから世帯構成とライフスタイルは水需要に影響を与えているものの、それはいずれも間接的なものであり気象のような直接的な要因と比べると影響度合いは小さい。そして、気象条件として厳しい状況が続くならば、家計は価格の上昇や所得の減少に直面したとしても一定量を消費し、需要する傾向にあると考えられる。すなわち、水は一定量については必需的な財であることを表している。このことを我が国の水道事業における「清浄にして豊富、低廉」といった理念に即して考えるならば、生存可能性を保つために必要

図表6 水需要分析に関する先行研究の結果

先行研究	価格	所得	その他
Wong [1972]	-0.28~-0.81	0.19~1.03	気温 0.40~1.26
Foster and Beattie [1979]	-0.30~-0.69	0.63	降雨量-0.40 世帯人員 0.30 地域ダミー -0.51~0.4
Billings and Agthe [1980]	-0.27 (-0.49)	1.68 (0.05)	差分-0.12 (-1.96) 蒸発量-降雨量 0.09 (0.01)
Williams [1985]	(-0.22~-0.62)	(0.34~0.41)	気温 (-0.60~-0.05) 降雨量 (0.50~6.67)
Nieswiadomy and Molina [1989]	-0.36~-0.86	0.10~0.20	差分 (2.66~4.32) 芝地の広さ (0.0003~0.0004) 蒸発量 (13.9~21.6) 家の大きさ (0.002)
Nieswiadomy and Molina [1991]	-0.17~-0.58	0.07~0.19	蒸発量 0.34~1.74 水をまく土地の面積 0.13~0.23 1期前の消費量 0.14~0.58
清水 [1991]	-0.32	有意でない	差分 (3.75) 平均世帯人員 (3.81) 人口 (3.81) 水洗トイレ普及率 (0.05) 平均気温 (0.03)
Hansen [1996]	有意ではない	有意ではない	エネルギー価格-0.21 水をまく必要のある連棟ダミー-0.11~0.13 水をまく必要のある一戸建てダミー-0.13 一戸建てダミー-0.2~-0.17 連棟ダミー-0.07~-0.06
Dandy, Nguyen, and Davies [1997]	-0.28~-0.77	0.14~0.38 [代理変数をもとに導出している]	平均世帯人員 0.04~0.19 部屋数 (-5.61~32.95) 家庭菜園の面積 (-0.15~0.04) プールの有無 (-56.40~69.24) 1992年ダミー (-73.13~-15.56) 1期前の消費量 (0.15~0.48)
浦上 [2000]	-0.14~-0.13 (-0.05~-0.41)	0.19~0.20 (0.10~0.28)	差分 0.04 (0.001) 気温 0.64~0.69 (0.57) 平均世帯人員 0.64~0.69 (4.7~5.1) 水洗トイレ普及率 0.076~0.077 (0.03~0.04)

() 内の値は線形の式から導出されたものであり、いずれも統計的に有意である。

出所：各先行研究より筆者作成。

となる水使用量に関しては消費者への負担を減らす方策が求められるということになる。

5. 小括

ここまで見てきたとおり、今後、人口減少社会へ向かう我が国の水道事業では、配水能力、配水量を、減少する水需要に対応した形で維持管理し

ていくことが求められている。そのため本稿では、水需要を経済学的に測定する方法論について論じてきたが、そこからは、価格と所得が水需要とどのように関わっているかを解明するとともに、さらに、価格と所得以外の諸指標についても整理が重要であることが明らかになった。例えば、前段の定性的な分析では、ライフスタイルが水需要に与える影響の大小については慎重に考慮

する必要があった。また、後段の計量分析からは庭の芝に水をまく量が影響するなど海外の水需要分析の前提としてライフスタイルが異なることが指摘された。同様に計量分析からは、総じて価格上昇は水需要にマイナスに働き、所得の上昇は水需要にプラスに働くことが析出されたが、それ以上に気候関連指標や気象条件による水需要の変動が見逃せない要因であることがわかった。そして、これらの諸要因を考慮して分析を行おうとしても、我が国では分析に必要なデータの公開が限られていたり、市町村指標からの膨大な調整作業が発生したりすることも判明した。

最後に、本稿では以上のように、これからの水道事業経営が持続可能なものとなるための要素として、水道事業における水需要を経済学的に把握する方法論について論じてきたが、これらの方法論を実際に我が国の水道事業に適用して将来の水需要を測定する作業と、その検証については今後の課題として別稿にゆずりたい¹²⁾。

注

- 1) 水道法第1章「総則」第2節「業務」第15条第2項を参照。
- 2) 高寄 [2003] を参照。
- 3) 『水道年鑑』を参照。数値は上水道事業と簡易水道事業と専用水道事業の合計による。
- 4) 『水道年鑑』を参照。数値は上水道事業と簡易水道事業の合計による。
- 5) 有収水量とは、料金徴収の対象となった水量のことを指す。
- 6) 鷺津 [2000] は、その時々々の生活環境を象徴するような何らかの外生変数が水需要に影響を与えていることを指摘している。
- 7) 厚生労働省健康局 [2008] 『水道ビジョン』を参照。
- 8) 厚生労働省第1回水道ビジョンフォローアップ検討会 [2007] 『水道を取り巻く状況及び水道の現状と将来の見通し：水道への投資額の推移（平成17年価格）』を参照。
- 9) 鷺津 [2000] では、家計調査年報の支出データと横浜市水道局が公表している上水使用量のデータに基づいて推計をおこなっている。推計結果からは、1980年～1981年におこなった水道料金の値上げ後は価格の上昇にもかかわらず水使用量が急上昇していることを指摘している。その後も水道料金は上昇していったにもかかわらず、水使用量は1998年ごろでは1980年と比べて約1.4倍の使用量で推移していることがわかっていてる。
- 10) 高井 [2007] では、水源環境税の制度を設計するといった観点から、水使用量に応じて課税する方式（すなわち、単純に水道使用料金に上乘せして課税する方式）に代えて、水使用量と連動する応益的な課税標準を定める過程で、水使用量と所得の関係性に着目している。森林・水源環境税水使用量に近似した税体系の構築に関しては高井 [2007] のほか、清水 [2009] を参照。
- 11) 浦上 [2000] を参照。
- 12) 本稿執筆に際しては、1節・2節・5節を清水が、3節・4節を浅井がそれぞれ担当した。

参考文献

- 浦上拓也 [2000] 「日本の家庭用水需要関数の推定—集計データを用いて—」『公益事業研究』第52巻第2号
- 厚生省水道基本問題検討会 [1999] 『21世紀における水道及び水道行政のあり方』厚生省
- 厚生労働省第1回水道ビジョンフォローアップ検討会 [2007] 『水道を取り巻く状況及び水道の現状と将来の見通し』厚生労働省
- 清水純一 [1991] 「家庭用水の重油関数の計測」『農業総合研究』第45巻第2号
- 清水雅貴 [2009] 「森林・水源環境税の政策手段分析—神奈川県の水環境税を素材に」諸富徹編著『環境ガバナンス叢書第7巻環境政策のポリシー・ミックス』ミネルヴァ書房
- 水道産業新聞社編 [2011] 『水道年鑑平成23年度版』水道産業新聞社
- 高井正 [2007] 「地方環境税の現状と課題—神奈川県の水環境税を素材として—」『地方税源の充実と地方法人課税』神奈川県地方税制等研究会ワーキンググループ報告書
- 高寄昇三 [2003] 『近代日本公営水道成立史』日本経済評論社
- 鷺津明由 [2000] 「水需要の決定要因に関する考察」『早稲田社会科学総合研究』第1巻第1号
- Billings, R. B. and D. E. Agthe [1980], "Price elasticities for water: A case of increasing block Rates," *Land Economics*, Vol.2, No.1.
- Dandy, G., T. Nguyen, and C. Davies [1997], "Estimating residential water demand in the presence of free allowances," *Land Economics*, Vol.73, No.1.
- Foster Jr., H. S. and B.R. Beattie [1979], "Urban residential demand for water in the United States," *Land Economics*, Vol.55, No.1.
- Hansen, L. G. [1996], "Water and energy price impacts on residential water demand in Copenhagen," *Land Economics*, Vol.72, No.1.
- Nieswiadomy, M. L. and D. J. Molina [1989], "Comparing residential water demand estimates under decreasing and increasing block rates using household data," *Land Economics*, Vol.65, No.3.
- Nieswiadomy, M. L. and D. J. Molina [1991], "A note on price perception in water demand models," *Land Economics*, Vol.67, No.3.
- Williams, M. [1985], "Estimating urban residential demand for water under alternative price measures," *Journal of Urban Economics*, Vol.18, No.2.
- Wong, S. T. [1972], "A model on municipal water demand: A case study on northeastern Illinois," *Land Economics*, Vol.48, No.1.

(2013年2月8日 受稿)
(2013年2月15日 受理)