

生活用水の原単位水量の高値群と低値群を目的変数にしたロジスティック回帰分析

東京都立大学大学院 正会員 ○荒井 康裕, 黄木 耀斗, 國實 誉治, フェロー 小泉 明

東京都水道局 藤川 和久, 堺 総一郎, 佐々木 慶太

1. 研究の背景と目的

水道事業者にとって利用者がどれくらいの水量を使用しているのか詳細に把握することは極めて重要な課題である。特に一般家庭での水道需要に関する情報は、水道料金の設定や収益予測、水道施設の更新事業等の取り組みに大きな役割を果たす。こうした生活用水の需要を把握するための実態調査が実施されており、これまで数多くの論文が発表されている¹⁾。先行研究及び現行の分析で用いられるアプローチの大半は「多変量解析」と呼ばれる手法であり、生活用水の場合、「1人1日当たりの原単位水量」が回帰モデルの目的変数となるのが一般的である。しかし、多変量解析を適用する狙いが「 y に及ぼす x の影響を把握すること」にあれば、原単位水量を直接的に y として用いる方法とは別に、例えば「水量の多い群と少ない群の差は、どの x に起因するのか」といった視点に立ち、使用水量の増加に寄与する要因を特定するアプローチも有効である。そこで本研究では、アンケート調査のデータに基づく説明変数と、原単位水量の多寡（平均値を基準に分類した「高値群」と「低値群」の2値変数）を目的変数にしたロジスティック回帰分析を試み、原単位水量の高値群に寄与する要因を明らかにする。

2. アンケート調査の概要

本研究では、東京都水道局が実施した水使用に関するアンケート調査データの内、2016年度を対象とした。調査規模は6,250世帯（区部：4,512世帯、多摩：1,738世帯）であった。ただし、実際の分析で対象となるサンプル数は2,746サンプル（有効回答：2,834 [45.3%]、対象外：88）となる。以降では、家族類型で最も多くの割合を占める単身世帯に焦点を当てた分析を実施することにする。本研究では、炊事・トイレ・風呂・洗濯の4つの水使用目的に着目し、これに関連するアンケート調査項目を分析対象とした。同調査では世帯人員構成、並びに高齢者（65歳以上）の有無について情報聴取が行われており、当該世帯の使用水量も一緒に把握している。

3. 本分析における目的変数と説明変数

本分析の目的変数は、原単位水量の平均値を基準に分類したデータであり、平均より大のサンプルを「高値群：1」、平均以下のサンプルを「低値群：0」と定義した2値変数となる。ロジスティック回帰モデルの説明変数に用いるデータ（要因）は、表1に示した12変数を対象にする。「食洗機の有無」「残り湯の洗濯使用」「高齢者の有無」の3変数については、該当すれば「+1」、該当しなければ「-1」で表現した名義尺度（カテゴリー変数）であるが、それ以外の9つは計量的なデータ（連続変数）である。

多変量によるロジスティック回帰分析を実施する前に、統計的検定に基づく単変量での基礎分析を行った。具体的には、図1に例示する「高値群」と「低値群」の差異に着目し、連続変数とカテゴリー変数の種類に応じ、前者は「平均値の差」に関する t 検定、後者は「2×2分割表」に関する χ^2 検定の2種類にて検討した。この結果、高値/低値の2群に有意な関係を有する「自炊頻度」「外出時間（在宅率）」「湯張り回数」「シャワーのみ回数」「浴槽容量」「洗濯回数」「高齢者の有無」の計7要因を回帰モデルに投入する説明変数の候補とした。

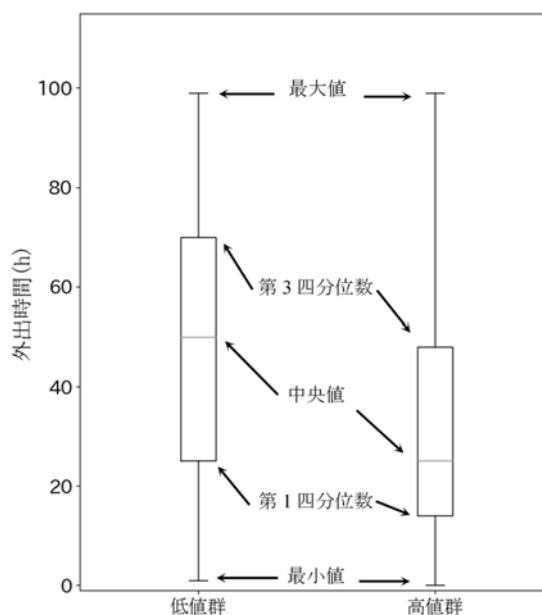


図1 「外出時間」(単身世帯)の比較

【キーワード】生活用水、高値群と低値群、ロジスティック回帰分析、2値変数

【連絡先】〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 TEL.& FAX.042-677-2947

表 1 本分析で用いた説明変数の一覧

要因	データの種類	データの定義
x ₁ 外出時間	連続変数	各世帯の総外出時間を世帯人数で割ったもの
x ₂ 在宅率	連続変数	各世帯における外出時間が35時間以内の人の割合
x ₃ トイレ購入時期	連続変数	水洗トイレ購入時期が何年前であるか
x ₄ 自炊頻度	連続変数	一週間の朝昼夕の調理頻度を点数化し、三食の平均値を求めたもの
x ₅ 食洗機の有無	カテゴリー変数	食洗機を所有しているか
x ₆ 湯張り回数	連続変数	世帯一人あたりの一週間の湯張り回数
x ₇ シャワーのみ回数	連続変数	世帯一人あたりの一週間のシャワーのみ使用する回数
x ₈ 浴槽容量	連続変数	浴槽容量は何Lであるか
x ₉ 洗濯回数	連続変数	一週間の洗濯回数
x ₁₀ 洗濯機容量	連続変数	洗濯機容量が何Kgであるか
x ₁₁ 残り湯洗濯使用	カテゴリー変数	風呂の残り湯を洗濯に使用するか
x ₁₂ 高齢者の有無	カテゴリー変数	世帯に高齢者(65歳以上)がいるか

表 2 単身世帯のロジスティック回帰モデル (変数選択：変数増減法及び最小 AIC 法)

目的変数のサンプル数は、高値群:169、低値群:233である						
	推定値	標準誤差	χ^2	p値	オッズ比	オッズ比の信頼区間
β_0	-1.0800	0.3851	7.86	0.0050		
β_1 (外出時間)	-0.0176	0.0061	8.19	0.0042 **	0.983	0.971 ~ 0.994
β_6 (湯張り回数)	0.2119	0.0651	10.60	0.0011 **	1.236	1.088 ~ 1.404
β_8 (浴槽容量)	0.0010	0.0007	1.98	0.1589	1.001	1.000 ~ 1.002
β_9 (洗濯回数)	0.2436	0.0729	11.17	0.0008 **	1.276	1.106 ~ 1.472
β_{12} (高齢者の有無)	0.3151	0.1525	4.27	0.0388 *	1.878	1.033 ~ 3.415
*: p<0.05 **: p<0.01						

4. ロジスティック回帰分析の結果と考察

候補となる多変量データを説明変数に用い、「変数増減法 (stepwise)」と「最小 AIC 法」のそれぞれの変数選択を実施した結果、表 2 に示す 5 つの要因から構成されるモデルが共通して得られた (モデルの Balanced Accuracy は 70%)。推定値の符号と p 値の値から判断し、「外出時間」が短い (在宅時間が長い) ほど、また「湯張り回数」「洗濯回数」が多いほど、原単位水量の高値群に寄与することが統計的に示された。「高齢者の有無」を見ると、オッズ比が 1.878 (1 以上) であることから、高齢世帯は原単位水量の高値群に寄与することが示された。(なお、2018 年度のアンケート調査データを基にした同様の分析においても、「外出時間」「湯張り回数」「洗濯回数」の 3 要因が有意な変数として判定されたことを補足しておく。)

本分析を通じ、原単位水量の高値群に寄与する要因を特定できた意義は、水道需要の「下げ止まり」も見極めながら種々の計画の意思決定を行わなければならない水道事業に対し、減少傾向を鈍化させる要素を明示した点にあっ

たとえる。生活用水は、近年では人口減少、節水機器の開発と普及等により、増加傾向から減少傾向へのシフトが数多く報告されている。しかし、在宅時間の長い高齢者の増加や、多人数世帯のような水使用に関するスケールメリットが働かない単身世帯や核家族化の増加、COVID-19 によって急速に展開する自宅でのリモートワークの推奨など、原単位水量の増加に寄与する側面もある。今後、水道需要がどのような速度で減少して行くのか、その仕組み・構造を正確に把握する取り組みに対し、本研究で検討した方法が有効な手段の 1 つになれば幸甚である。

【謝辞】本研究は東京都水道局と東京都立大学の共同研究 (人口構造やライフスタイル等の変化に着目した生活用水の使用実態に関する研究) により実施されたものである。

【参考文献】1) 荒井・稲員・小泉・酒井・藤川・佐々木・筒井：アンケート調査データに基づく水使用実態分析—単身世帯における高齢と若年の差異に着目した統計分析—，令和2年度全国会議(水道研究発表会)講演集，pp.100-101，2020。