

経年ミクロ水利用調査による 世帯人数別水需要構造分析

山田 淳¹・田中 久美子²・佐藤 嘉宣³・東 佑亮⁴

¹正会員 工博 立命館大学教授 理工学部環境システム工学科 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

²東京都水道局 (〒351-0031 埼玉県朝霞市宮戸 1-3-1)

³名古屋市上下水道局 (〒460-0011 愛知県名古屋市中区三の丸 3-1-1)

⁴立命館大学大学院 理工学研究科環境社会工学専攻 (〒525-8577 滋賀県草津市野路東 1-1-1)

rv007003@se.ritsumei.ac.jp

生活用水の長期的な水需要予測は、施設計画、水道事業経営計画を策定する上で重要である。しかしながら、近年水需要に影響を与える要因が多岐にわたり、水需要構造の複雑化が進行している。本研究では、水需要に影響を与えている要因、およびそれらの要因間の関連を明らかにする。また、経年調査の結果を用い、水需要の影響要因の変化を把握する。その結果、各要因におけるカテゴリ間の個人原単位水量の差の検討、節水意識・節水行動の構造を把握することができた。これにより、水需要予測手法の提案につながる知見を得ることができた。

Keywords : structural analysis, effecting factor, correlation questionnaire survey on water usages

1. はじめに

生活用水の長期的な水需要予測は、施設計画、水道事業経営計画を策定する上で重要である。最近の需要の停滞や減少傾向は、老朽化した施設の更新や効率的な経営体制の確立などにおける大きな課題とされ、従来よりも詳細な水需要予測が求められている。

水需要はさまざまな影響要因から構成されているが、近年はライフスタイルの変化から、それらの要因も多岐にわたり、複雑化が進んでいる。特に少子高齢化、核家族化、女性の社会進出などは水需要に与える影響が大きいと考えられている。さらには、生活水準の向上などに伴い、水利用機器の普及が進み、その影響も大きくなっていると考えられる。

これまでも、生活用水の個人・世帯レベルでの水利用に着目した水需要予測手法の提案は数多くなされてきた。¹⁾²⁾しかし、水需要に影響を与える要因が多岐にわたり、構造が複雑になっていることから、それらを考慮に入れた新たな水需要予測手法の確立が求められている。

そこで、本研究では8年の間隔において実施した一般家庭の水利用に関わるライフスタイルと使用水量の詳細調査(ミクロ水利用調査)結果を用い、水需要予測手法確立のために、水需要構造と影響要因を明らかにし、その経年変化を定量的に把握することを目的とする。

2. 経年ミクロ水利用調査

(1) 調査概要

個人・世帯レベルでの水需要構造に着目し、調査対象家庭の属性及び水利用行動、水利用機器の保有の状況や節水意識、水利用行動、使用水量についての情報を得るためのアンケート調査を実施した。表1に調査対象地域・住宅形態別サンプル数、表2に世帯人数別サンプル数を示す。調査年度は1994/1995年(以下、94/95年とする)、2002/2003年(以下、02/03年とする)である。調査方法は留置調査である。調査員が各家庭を訪問し、調査票を配布、後日回収を行った。

表1 調査対象別サンプル数

地域	住宅形態	94/95年	02/03年
草津市	戸建住宅	141	513
	集合住宅	142	58
大津市	戸建住宅	190	92
	集合住宅	92	22
計		565	685

表2 世帯人数別サンプル数

人数	94/95年	02/03年
1人	22	24
2人	104	161
3人	120	189
4人	226	209
5人以上	93	102
計	565	685

(2) 調査項目

主な調査項目を表3に示す。94/95年、02/03年に実施したアンケート調査における共通の45項目である。本調査では、水利用は社会的要因と機器利用要因である水利用機器、水利用行動から成り立っていると考え、以下のように質問項目を設定している。

(3) データベース

使用水量（個人原単位水量（L/人・日））に最も大きな影響を与える要因は世帯人数であることがわかっている。そこで、原単位水量を世帯人数別に整理し、異常値を排除し、データベースとした。ただし、単身世帯はサンプル数が十分でないため、分析対象外とした。

3. 水需要構造分析

水需要構造分析には前述の45項目のうち、社会的要因と機器利用要因である水利用機器、水利用行動の3つの項目から5要因ずつ選定した。選定方法は、まず有効サンプル数が十分であること、社会的要因ではライフスタイルの変化を考慮し、少子高齢化・女性の社会進出などに関連すること、水利用機器では近年普及率の変化が大きいこと、水利用行動では節水に関わるものとして、最終的に15項目を選定し表3に示す。

(1) 原単位水量への影響要因

原単位水量への影響要因を明らかにするために、行った分析はアンケート項目でのカテゴリ（年齢、水利用機器の使用有無等）間の水量差、原単位水量とアンケート項

表3 調査項目と選定項目

社会的要因		機器利用要因	
家族人数	家族構成	65歳以上人数	6歳以下人数
高齢者・子供有無	就業人数	就業人数(男)	就業人数(女)
家事従事者性別	家事従事者年齢	家事従事者職業	主婦労働時間
休日数(世帯主)	旅行(世帯主)	朝食めき	外食
外泊(年単位)	住宅形態	居住年数	
水利用機器	食器洗浄機	浄水器	シャワー付き洗面台
全自動洗濯機	二槽式洗濯機		
水利用行動	衣類乾燥機	シャワー	循環式風呂
温水洗浄便座	水利用機器保有台数	増加要因保有台数	減少要因保有台数
食器洗いの方法	洗濯回数(通年)	洗濯回数(夏)	入浴人数(通年)
シャワーのみ利用回数(通年)	シャワーのみ利用状況(通年)	シャワーのみ利用状況(夏)	洗濯方法
節水意識	蛇口のコまめな開閉	風呂水の有効利用	洗濯のまとめ洗い
水洗トイレの有効利用	節水行動該当項目数		

選定項目

目との相関比、一元配置分散分析による検定の3点から検討した。以下、それぞれについて結果を示す。

a) カテゴリ間の水量差

図1～3にカテゴリ別個人原単位水量を示す。94/95年、02/03年を比較すると、住宅形態、食器洗浄機、節水意識のほぼすべての世帯において、カテゴリ間の水量差が減少していることがわかる。他の要因においては、特に2人世帯において、その傾向が顕著に見られた。

b) 相関比

個人原単位水量と影響要因との相関比を表4に示す。「住宅形態」との相関を見ると、すべての世帯において減少傾向が見られる。また、「節水意識」との相関比を見ると、ほぼすべての世帯において比較的高い値を示している。一方、「節水行動該当項目数」に関しては、減少の傾向が見られる。

c) 一元配置分散分析

一元配置分散分析によって、各影響要因におけるカテゴリごとの平均値の差の検定を行った。結果を表5に示す。社会的要因の中では、「6歳以下人数」において2人世帯を除き、ほぼ全てで有意な差が見られ、「居住年数」においても良く似た結果が見られた。また、「家事従事者年齢」においては、特に3人世帯、4人世帯で有意な差が見られる。「住宅形態」においては94/95年においては有意な差が見られるのに対して、02/03年においては差

■2人世帯 ■3人世帯 □4人世帯 □5人以上世帯

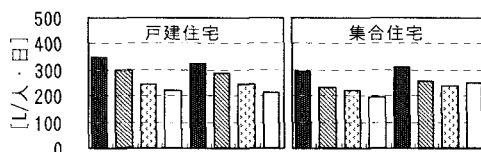


図1 カテゴリ別個人原単位水量（住宅形態）

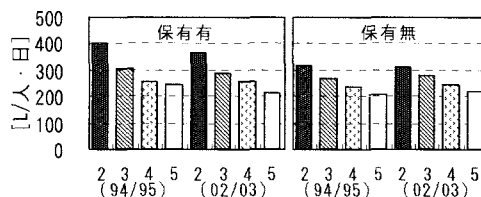


図2 カテゴリ別個人原単位水量（食器洗浄機）

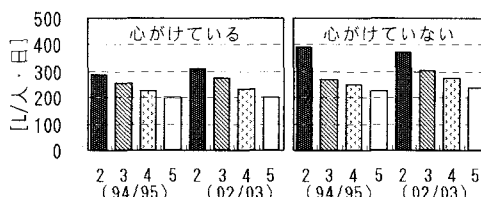


図3 カテゴリ別個人原単位水量（節水意識）

がほとんど見られないことがわかる。また、水利用機器では個々の保有の有無に有意な差はそれほど見られなかったが、「増加要因保有台数」（シャワー付き洗面台、二層式洗濯機、シャワー、温水洗浄便座などの保有台数合計）において有意な差が見られていた。水利用行動では、「節水意識」において、02/03 年で有意な差が見られる。一方、「節水行動該当項目数」においてはやや有意な差が見られなくなってきた。

(2) 影響要因間の関連性

次に(1)において、特徴が見られた節水意識と他の要因との関連を明らかにする。各影響要因間におけるクラーの関連係数を表6に示す。

社会的要因との関連を見ると、「65 歳以上人数」、「6 歳以下人数」などで、弱い相関はいくつか見られたが、顕著な相関は見られなかった。また、水利用機器との関連もほとんど見られなかった。このことから、水利用機

表4 個人原単位水量と影響要因との相関比

影響要因	2人		3人		4人		5人以上	
	94/95年	02/03年	94/95年	02/03年	94/95年	02/03年	94/95年	02/03年
65歳以上人数	0.003	0.045	0.008	0.000	0.009	0.002	0.041	0.057
6歳以下人数	0.002	—	0.136	0.033	0.047	0.113	0.039	0.128
家事従事者年齢	0.077	0.012	0.115	0.045	0.064	0.108	0.125	0.041
住宅形態	0.047	0.002	0.149	0.007	0.037	0.002	0.039	0.033
居住年数	0.002	0.010	0.032	0.049	0.003	0.109	0.153	0.049
食器洗浄機	0.010	0.046	0.009	0.000	0.010	0.010	0.053	0.004
浄水器	0.000	0.006	0.001	0.014	0.000	0.003	0.027	0.020
シャワー付き洗面台	0.015	0.012	0.049	0.028	0.012	0.000	0.078	0.061
温水洗浄便座	0.001	0.001	0.010	0.005	0.022	0.036	0.003	0.003
水利用機器保有台数	0.013	0.045	0.042	0.034	0.015	0.029	0.055	0.032
食器洗いの方法	0.002	0.082	0.022	0.033	0.049	0.041	0.013	0.014
節水意識	0.091	0.071	0.057	0.035	0.058	0.078	0.059	0.108
蛇口のコまめな開閉	0.037	0.001	0.000	0.000	0.021	0.019	0.001	0.012
風呂水の有効利用	0.074	0.001	0.000	0.028	0.048	0.016	0.080	0.032
節水行動該当項目数	0.112	0.007	0.058	0.042	0.048	0.031	0.133	0.104

表5 一元配置分散分析結果

影響要因	2人		3人		4人		5人以上	
	94/95年 (有意差)	02/03年 (有意差)	94/95年 (有意差)	02/03年 (有意差)	94/95年 (有意差)	02/03年 (有意差)	94/95年 (有意差)	02/03年 (有意差)
65歳以上人数	0.674	0.027 **	0.000 ***	0.675	0.005 ***	0.787	0.167	0.059 *
6歳以下人数	0.674	—	0.000 ***	0.012 **	0.005 ***	0.000 ***	0.167	0.001 ***
家事従事者年齢	0.074 *	0.601	0.006 ***	0.038 **	0.009 ***	0.000 ***	0.023 **	0.254 *
住宅形態	0.027 **	0.557	0.000 ***	0.248	0.004 ***	0.475	0.057 *	0.066 *
居住年数	0.322	0.696	0.300	0.010 ***	0.129	0.000 ***	0.027 **	0.083 *
食器洗浄機	0.322	0.013 **	0.300	0.785	0.129	0.143	0.027 **	0.507
浄水器	0.924	0.382	0.764	0.111	0.861	0.422	0.114	0.159
シャワー付き洗面台	0.214	0.181	0.015 **	0.024 **	0.096 *	0.939	0.007 ***	0.089 *
温水洗浄便座	0.697	0.689	0.274	0.362	0.027 **	0.006 ***	0.575	0.591
水利用機器保有台数	0.718	0.068 *	0.174	0.098 *	0.353	0.114	0.166	0.373
食器洗いの方法	0.919	0.011 **	0.637	0.184	0.027 **	0.076 *	0.768	0.864
節水意識	0.055 *	0.021 **	0.151	0.164	0.013 **	0.004 ***	0.246	0.025 **
蛇口のコまめな開閉	0.052 *	0.764	0.956	0.782	0.031 **	0.046 **	0.792	0.277
風呂水の有効利用	0.005 ***	0.632	0.975	0.021 **	0.001 ***	0.483	0.006 ***	0.073 *
節水行動該当項目数	0.018 **	0.902	0.137	0.091 *	0.028 **	0.167	0.013 **	0.030 **

注) ***1%有意 **5%有意 *10%有意

表6 節水意識との関連(クラーの関連係数)

影響要因	2人		3人		4人		5人以上	
	94/95年	02/03年	94/95年	02/03年	94/95年	02/03年	94/95年	02/03年
65歳以上人数	0.248	0.158	0.170	0.128	0.112	0.128	0.204	0.240
6歳以下人数	0.298	—	0.308	0.208	0.139	0.090	0.163	0.249
家事従事者年齢	0.297	0.218	0.258	0.200	0.172	0.104	0.203	0.190
住宅形態	0.228	0.084	0.277	0.245	0.167	0.070	0.296	0.259
居住年数	0.124	0.212	0.277	0.263	0.113	0.124	0.287	0.186
食器洗浄機	0.176	0.242	0.143	0.127	0.138	0.131	0.288	0.188
浄水器	0.172	0.104	0.237	0.153	0.083	0.094	0.217	0.201
シャワー付き洗面台	0.204	0.121	0.229	0.170	0.063	0.161	0.188	0.127
温水洗浄便座	0.093	0.229	0.190	0.191	0.187	0.092	0.183	0.164
水利用機器保有台数	0.185	0.203	0.138	0.171	0.127	0.146	0.182	0.214
食器洗いの方法	0.107	0.125	0.226	0.154	0.174	0.169	0.177	0.123
蛇口のコまめな開閉	0.460	0.487	0.568	0.504	0.361	0.327	0.543	0.322
風呂水の有効利用	0.339	0.112	0.327	0.232	0.211	0.199	0.440	0.394
節水行動該当項目数	0.241	0.201	0.317	0.322	0.231	0.217	0.373	0.303

器の保有は利便性を求めた結果であると考えられる。水利用行動では「蛇口のこまめな開閉」においてやや強い相関が見られている。「節水意識」と「蛇口のこまめな開閉」および「風呂水の有効利用」、「節水行動該当項目数」とのクロス集計の結果を図4～6に示す。節水を心掛けている人のほとんどが「蛇口のこまめな開閉」を行っていることがわかる。他の水利用行動の要因と比べ、制約条件が少なく、簡単に実行できるからであると考えられる。

4. まとめ

本研究により、得られた結果を以下に示す。

(1) カテゴリー間の水量差が94/95年から02/03年へと、減少傾向を示している。

(2) 身近な節水行動である「蛇口のこまめな開閉」が節水意識に対して、他の要因よりも強い影響を与える。

本研究は、世帯全体の使用水量と考えられる影響要因との関連性を検討したものであり、節水機器の普及など、使用目的に関わる要因の影響が十分明らかにできなかったが、社会的要因や節水意識の影響は明らかになった。

また、水需要に対する節水意識・節水行動の構造を把握したことは、今後の水需要予測手法提案のためにも有用な結果であった。

今後、単身世帯に関する調査を実施したい。

謝辞：調査に御協力していただいた大津市・草津市の住民の方々に謝意を表したい。

参考文献

1) 山田淳, 飯島直人, 他; 第54回全国水道研究発表会 pp64-65, 2003, 5

2) 山田淳, 田中久美子; 第31回環境システム研究論文発表会 pp137-139, 2003, 10

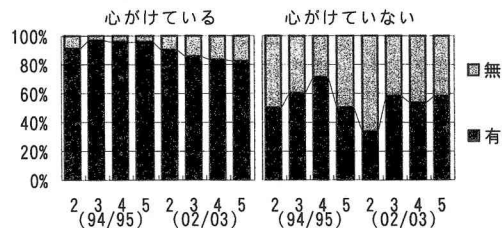


図4 クロス集計 (蛇口のこまめな開閉)

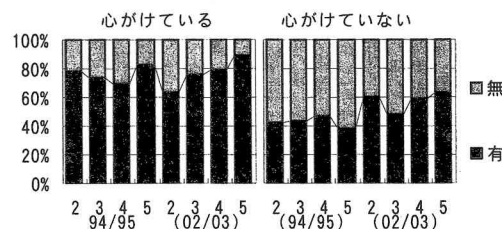


図5 クロス集計 (風呂水の有効利用)

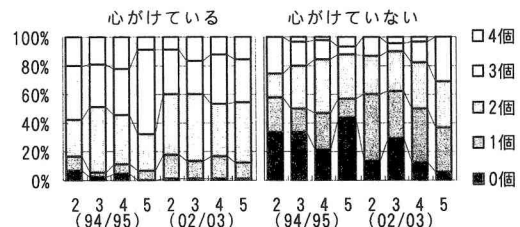


図6 クロス集計 (節水行動該当項目数)

The Structure Analysis of Domestic Water Demands according to the Size of the Households by Questionnaire Surveys on Detailed Water Usages carried out at Intervals

Kiyoshi YAMADA, Kumiko TANAKA, Yoshinori SATO and Yusuke HIGASHI

The results of forecasting domestic water demands in long terms are important for planning water supply facilities and operation and management systems. Recently, structure water demands are being complicated due to the variation of its effecting factors. Therefore, this study was purposed to clear up the factors effecting and their relationships between each other. Besides, changes of the factors were analyzed by the results of the surveys carried out at intervals. As a result, difference in water consumption among each category inside the factors and relationship between "awareness of saving water" and "behavior for saving water" were comprehended. Thus, information that lead up to develop the methods of forecasting domestic water demands were obtained.