

(1) アンケート調査をもとにした水使用影響要因関連分析

(株)日本水道コンサルタント 萩原良巳
都立大学工学部 小泉明
(株)日本水道コンサルタント ○西澤常彦

1. はじめに

近年、水道の計画・管理のために、個々の水需要者を対象として、その水使用実態の把握を目的とした種々のアンケート調査が行なわれてきている。このようなアンケート調査による実態把握プロセスは、①アンケート票作成過程、②調査実施過程、③調査結果の分析・解釈過程に大別される。本研究では、これらのうち③のプロセスについて述べることにする。すなわち、アンケート調査結果をもとに、水需要者の水使用構造の把握のための分析プロセスを具体的事例によって示すことにする。ところで、この水使用構造の把握においては、分析に用いる個々の要因に関する検討が、特に重要であるといえるが、従来の研究^{1),2)}では、この検討が不十分であったため、かえってその構造把握が、困難になっていたと考えられる。そこで、本研究では、水使用構造把握のための分析プロセスとして「要因選択のための分析」とこれをもとにした「水使用構造分析」の2段階からなるプロセスを提示し、これをA都市の世帯を対象としたアンケート調査結果に適用する。

以上のことより、本研究の構成は、次のようになる。

まず、2.では、本研究で提示する分析プロセスについて述べ、ついでこの分析プロセスに従って、3.では、要因選択のための分析として要因関連分析を行なう。さらに、4.では、3.の分析により抽出された要因によって水使用構造の分析を行なう。最後に、5.では、本研究の問題点および今後の課題について述べる。なお、本研究で用いたアンケート調査仕様は、①母集団：水道利用の世帯、②サンプリング方法：行政区別無作為抽出、③調査方法：郵便調査法であり、回収率は70%である。また、分析に用いるサンプル数は、2,350であり、世帯の使用水量としては、年間使用水量を用いることにする。

2. 分析の方針

世帯の使用水量に影響を与える要因およびその相互関連は、従来の研究^{1),2)}をもとにして考えれば、図-1に示すように5つの大項目で表わせる。しかし、本研究では、これらの大項目間の関連を仮定することせず、まず世帯の使用



図-1 水使用影響要因

水量に影響を及ぼす要因が、図-1に示す5つの大項目に分類できるとし、要因間の関連は分析を通じて明らかにすることとする。そこで、まず要因選択のための分析として要因関連分析を行なう。すなわち、世帯の使用水量もカテゴリー化して1つの項目とし、これを含むすべての質問項目(要因)間のクロス集計をとり、これに対して属性相関係数の1つであるクラマーの関連係数を求める。これにより、すべての質問項目相互の関連度を網羅的に把握する。次に、これらの項目間の関連のうち、まず使用水量と他の項目との関連度に注目して、大項目の位置付けを行なう。さらに、これをもとに使用水量との関連が認められる大項目について、その内部の項目間の関連状況を使用水量との関連度に注目して検討し、これにより大項目毎の代表要因を抽出する。次に、これらの代表要因によって水使用構造分析を行なう。すなわち、抽出された代表要因と世帯の年間使用水量との関連を数量化理論第I類³⁾によって分析し、要因の使用水量の変動に対する寄与の程度を示すレンジおよび相関係数を求める。さらに、この相関係数をもとに、代表要因間の関連状況を把

握し、これにより大項目間の関連を大項目毎の代表要因の関連から明らかにする。

以上述べたことが、本研究で提示するアンケート調査をもとにした水使用実態把握のための分析方針である。この分析の手順を図-2に示す。

3. 要因関連分析

本研究で用いる大項目毎の質問項目は、表-1に示す52要因である。

図-2の分析手順に従って、まずこれらの質問項目相互の関連をクラマーの関連係数(以下、関連係数と略称)によって把握するが、これは、次式で定義される。すなわち、関連係数 C_r は、

$$C_r = \sqrt{\chi^2 / (k-1) \cdot n} \quad \text{for } k = \min(K, L)$$

で表わされる。ここで χ^2 -値は、分類で与えられた要因 X と Y に対する独立性の χ^2 分布検定によって得られる統計量であり、 n はサンプル数、 K 、 L は、要因 X 、 Y 各々のカテゴリー数である。ところで C_r 値がどの程度以上であれば、2要因間に関連ありとしてよいかが問題となるが、ここでは、 χ^2 分布

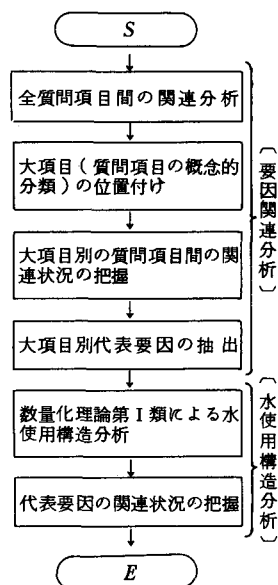


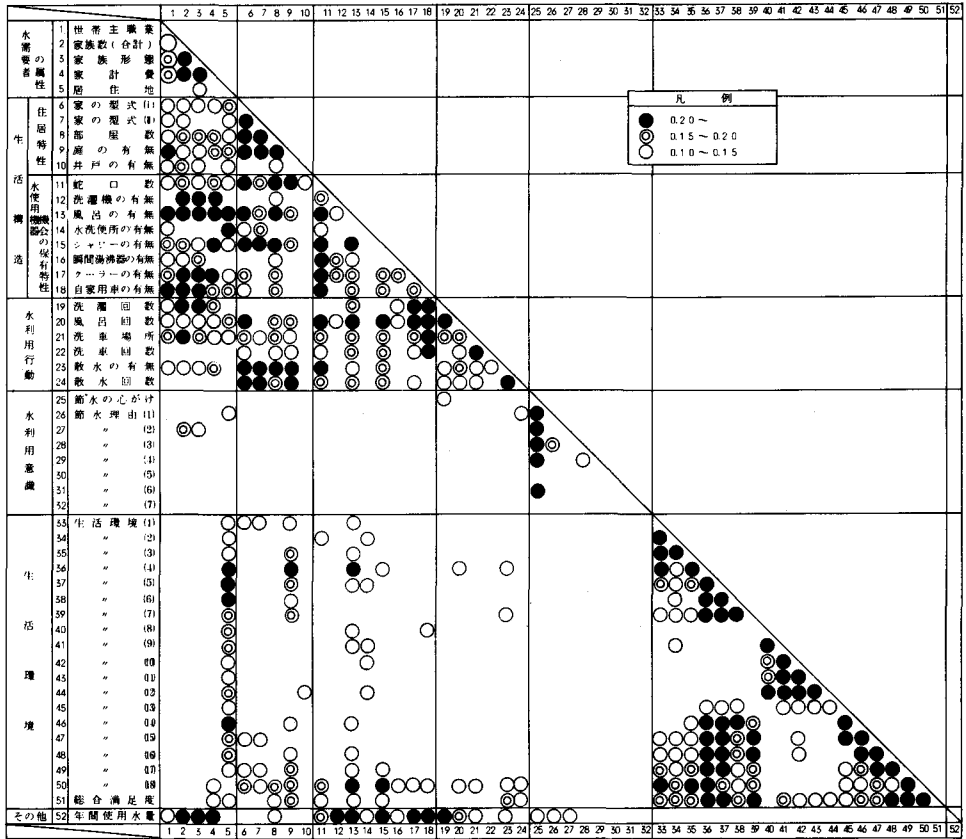
図-2 分析の手順

表-1 質問項目

大項目	番号	要因名	カテゴリー	大項目	番号	要因名	カテゴリー
水 需 要 の 性 質	(1)	世帯主職業	1.専門的技術的職業 2.管理業務 3.事務従事者 4.販売従事者 5.職人・熟練作業者 6.従業者 7.サービス的職業 8.無職 9.その他 10.N/A	水 利 用 実 態	01	取水回数(週)	1.1~2回 2.3~4回 3.5~6回 4.7回 5.8回以上 6.無 7.N/A
	(2)	家族数(合計)	1.1人 2.2人 3.3人 4.4人 5.5人 6.6人 7.7人以上 8.N/A		02	節水の意識	1.心がけている 2.思いついた時に心がけるようにしている 3.とくに気を付けていない 4.N/A
	(3)	家族形態	1.単身 2.夫婦だけ 3.夫婦と子供 4.夫婦と子供と親 5.その他 6.N/A		03	節水理由1	1.小さい頃から水を大切にすることが教わられているから 2. 2.水道料金が高くなるから 3. 5; ものをむだにするのはよくないから 4. 4. 水は限りある資源だから 5. 5. 役所などから節水の呼びかけがあるから 6. 6. 節水(節水)になると困るから 7. 7; その他
	(4)	家計費(月)	1.7万5千円未満 2.7万5千円~10万円未満 3.10万円~15万円未満 4.15万円~20万円未満 5.20万円~30万円未満 6.30万円以上 7.N/A		04	節水理由2	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(5)	居住地	1.A区 2.B区 3.C区 4.D区 5.E区 6.F区 7.G区 8.H区		05	節水理由3	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
住 居 特 性	(6)	家の形式I	1.持ち家 2.民間の賃貸住宅 3.公営の賃貸住宅 4.その他 5.N/A	住 居 特 性	06	節水理由4	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(7)	家の形式II	1.木造1戸建て住宅 2.木造1戸建て住宅 3.木造1戸建て住宅 4.木造1戸建て住宅 5.木造1戸建て住宅 6.N/A		07	節水理由5	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(8)	部屋数	1.1~2部屋 2.3部屋 3.4部屋 4.5部屋 5.6部屋以上 6.N/A		08	節水理由6	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(9)	庭の有無	1.ある 2.ない 3.N/A		09	節水理由7	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(10)	井戸の有無	1.ある 2.ない 3.N/A		10	節水理由8	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
水 使 用 実 態	(11)	蛇口数	1.1~2個 2.3~4個 3.5~6個 4.7~8個 5.9個以上 6.N/A	水 使 用 実 態	11	節水理由9	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(12)	洗濯機の有無	1.ある 2.ない 3.N/A		12	節水理由10	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(13)	風呂の有無	1.ある 2.ない 3.N/A		13	節水理由11	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(14)	水洗便所の有無	1.ある 2.ない 3.N/A		14	節水理由12	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(15)	シャワーの有無	1.ある 2.ない 3.N/A		15	節水理由13	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
水 利 用 実 態	(16)	洗濯機の使用回数(週)	1.1~2回 2.3~4回 3.5~6回 4.7回 5.8回 6.N/A	水 利 用 実 態	16	節水理由14	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(17)	風呂回数の週	1.無 2.1~2回 3.3~4回 4.5~6回 5.8回 6.N/A		17	節水理由15	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(18)	洗濯機の使用回数(月)	1.1回 2.2回 3.3回 4.4回 5.5回以上 7.無 8.N/A		18	節水理由16	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(19)	節水の意識	1.主として自宅 2.主として自宅以外 3.両方 4.N/A		19	節水理由17	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他
	(20)	節水の意識	1.1回 2.2回 3.3回 4.4回 5.5回以上 7.無 8.N/A		20	節水理由18	1. 1. 節水は環境にいいから 2. 2. 節水は健康にいいから 3. 3. 節水は経済的にいいから 4. 4. 節水は環境にいいから 5. 5. 節水は健康にいいから 6. 6. 節水は経済的にいいから 7. 7. その他

検定の結果と C_r 値を比較して、 C_r 値が 0.1 以上を関連あり、0.1 未満を関連なしとした。

このようにして、要因間の関連度が把握される。まず、表－1 に示す 5 2 要因の関連度の分析結果、すなわち、全質問項目間の関連状況を図－3 に示す。



図－3 全質問項目間の関連

同図より、客観的項目である水需要者の属性、生活構造項目および水利用行動項目が、年間使用水量と高い関連度を有していることがわかる。しかし、主観的項目である水使用意識項目および生活環境項目の使用水量との関連度は低く、特に後者の生活環境項目については、殆んど使用水量と関連がない。このように、主観的項目が、使用水量と必ずしも明確な関連を有しないのは、意識が他の客観的要因を媒介として使用水量と関連するという間接性のためと考えられる。

そこで、次に「生活環境」を除く 4 大項目から代表要因を抽出することとする。なお、「水利用意識」については、節水理由が「節水を心がけている」と回答した世帯のみに対する設問であるため、ここでは、「節水の心がけ」を水利用意識項目の代表要因とする。したがって、以下では、客観的項目である「水需要者の属性」、「生活構造」、「水利用行動」の 3 つの大項目について、その内部の要因関連状況を把握し、これにより大項目毎の代表要因の抽出を行なう。

さて、これら 3 つの大項目毎の要因関連状況を示せば、図－4～7 となる。これらは、要因間の関連係数が、0.10～0.15 を点線、0.15～0.20 を実線、0.20 以上を太線で示して要因間を結び、使用水量との関連係数が大である順に各要因を位置付けたものである。

(1) 水需要者の属性項目間の関連

図－4 に示す要因関連より、家族数、家族形態、家計費の 3 要因が、使用水量との関連度が高く、またこれらは相互に強く結びついていることから、使用水量との関連度が最も高い家族数を「水需要者の属性」の

本研究では、このように大項目から代表要因を抽出するが、この取り扱いをするのは次のような理由からである。すなわち、代表要因をとるかわりに例えば、上記の家族数、家族形態、家計費の3要因を総合化して1つの要因を合成する方法がある。この方法として3重集計をもとにしたパターン分類が考えられるが、この方法では作成されるパターンが理論的には210通りにもなり、実際にはこれを数個のパターンに統合する操作が必要となる。このとき、統合されたパターンの意味が不明確になり、結果として後述の水使用構造の分析結果の解釈が困難になることが考えられる。そこで、本研究ではこのような統合化に伴う問題を回避するために要因関連状況を把握し、これをもとに代表要因を抽出する方法をとることとした。この方法によれば、要因関連分析より代表要因と大項目内の他の要因との関連が把握されているため、代表要因の意味を明確にでき、これにより後述の水使用構造分析結果の解釈が容易になるといえる。

表-1に示すように生活構造項目は、住居特性を示すものおよび水使用機器・機会の保有特性を示すものに大別できる。

水使用機器・機会の保有特性については、図-6より蛇口数
が他の7要因すべてと関連を有していることから、代表要因と
しては、蛇口数をとることが考えられるが、ここでは水使用用

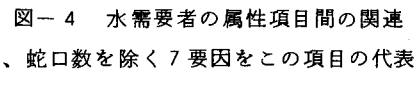
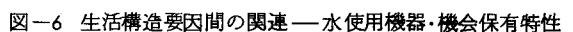
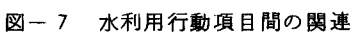
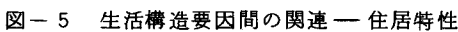


図-7に示す要因関連より、ここでは生活構造項目の場合と同様に水使用用途に注目し、使用水量との関



速度が、0.1以上の要因、すなわち洗濯回数、風呂回数、洗車場所、散水の有無の4要因をこの大項目の代表要因とする。

以上の大項目毎に抽出された要因は、14要因であり、次節ではこれらの要因によって世帯における水使用構造の分析を行なうこととする。

4. 水使用構造の分析

3.の要因関連分析によって抽出された要因は14要因であるが、このうち、風呂回数
のように風呂の有無によって回答が規定されるものがある。そこで本研究では、水利用
行動要因の方に注目し、表-2に示す11要因でもって構造分析を行なう。

さて、全世帯を対象として各世帯の年間使用水量を外的基準にとり、これと表-2に
示す11要因との関連を数量化理論第I類によって分析した結果、各要因のレンジおよ
び要因間の相関係数を得た。図-8は、この相関係数(r値)をもとに高い相関を有す
要因間を線で結び、年間使用水量との相関の高い順に要因を位置付けたものである。

なお、同図中には各要因の年間使用水量の変動に対する寄与率を示してあるが、これ
は、次式で定義されるものである。

$$i \text{ 要因の寄与率} = i \text{ 要因のレンジ} / \Sigma (\text{要因のレンジの総和}) \times 100$$

図-8より、11要因は、家族数と結びつく要因、
すなわち水洗便所の有無を除く10要因と、家族数と
結びつかない要因、すなわち水洗便所の有無の2つに
大別できることがわかる。このように家族数は、他の
多くの要因と関連しているが、このことは家族数の寄
与率が50%と高いことの説明を与えている。すなわ
ち、家族数によって水洗便所を除く機器の保有状況お
よび水利用行動がある程度規定されるためである。

ところで、水洗便所の有無は、他の要因のいずれと
も相関が低く、その使用水量に対する寄与は独立的で
ある。このことは、図-3に示す居住地と水洗便所の
有無の関連度が高いことからわかるように、水洗便
所の保有が下水道の普及と関連しているためである。

また、水洗便所の有無について家族数との相関が低
い節水の心がけは、洗濯回数とのみ関連しているが、
これは節水を心がけている世帯はそうでない世帯にく
らべて洗濯回数の少ない方に偏っているためである。
このことを、アンケート項目として取り上げた節水行
動でみると、節水を心がけている世帯の56%が、
「少量の洗濯はまとめて行ない回数を減らしている」
となっており、上述の結果と対応しているといえる。

さて、11要因のうち家族数とこれと最も相関の低い水洗便所の有無の2要因でもって、上述の構造分析
を行なえば、分析の精度を示す重相関係数は、0.504となる。図-8に示すように11要因の場合のそれ
は0.581であるから、家族数と水洗便所の有無の2要因の他に9要因を加えて分析しても精度的には約8
%向上するだけである。したがって、家族数、水洗便所の有無の2要因が、世帯の使用水量の変動を説明す
る主たる較差要因であり、これらのうち特に家族数が最も重要な較差要因であると結論づけられる。

表-2. 分析要因

順	要 因
1.	家 族 数
2.	部 屋 数
3.	洗 たく 回 数
4.	風 呂 回 数
5.	散 水 の 有 無
6.	水洗便所の有無
7.	シャワーの有無
8.	湯沸器の有無
9.	クーラーの有無
10.	洗 車 場 所
11.	節水の心がけ

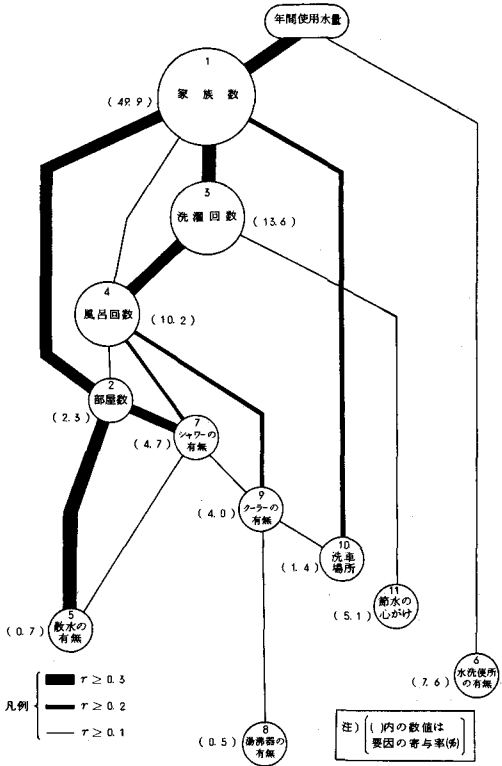


図-8 要因間の関連(外的基準:年間使用水量)

以上のことより、A都市における今後の世帯の使用水量の動向は、水使用構造に大きな変化がないものと考えられ、家族数別の世帯構成比率の動向に最も大きく影響され、ついで水洗便所の普及の動向に影響されると考えられる。これら以外の節水の心がけを除く残り8要因は、家族数の動向と連動して変化する。さらに水利利用行動のうち洗濯回数が、節水の心がけによって変化すると思われる。

5. おわりに

本研究は、水需要者の水使用実態把握のための分析プロセスをA都市の世帯を対象としたアンケート調査結果に適用することによって示したものである。

すなわち、世帯における水使用構造を把握するに際し、従来、とかくあいまいにされていた要因選択の過程に要因関連分析を導入することによって、水使用に関わる多くの要因の中から、その構造を考えるうえで、何が重要な要因であるかを明らかにしえた。その結果、A都市においては、家族数と水洗便所の有無の2要因が重要な要因として把握された。

最後に本研究の問題点および今後の課題について述べる。

① 図-3に示す要因関連状況をみれば、水需要者の属性における家族数、家族形態、家計費のように相互に密接に関連した要因群がある。これをクラスターと呼ぶことにすれば、このようなクラスターはいくつも見い出せる。問題はクラスター間の関連がどのようになっているかである。ところで、本研究では、大項目毎の要因関連を検討することで代表要因を抽出し、これら相互の関連をとらえることで52要因全体の関連を把握した。したがって、52要因全体についてクラスター間の関連がどのようになっているか、すなわちそれら相互の関連にどのような構造的パターンが見い出せるかについては、まだ分析を行っていない。この分析の目的は、要因相互の関連が将来どこから変化するか、また変化し得るかの把握、すなわち水使用構造の変化の動向の把握を行なうための検討材料を得ることである。しかしながら、このような検討は、一時点での調査では不可能であり、調査の経年的積上げが不可欠である。

② 本研究では、使用水量と関連のある要因に注目したため、生活環境項目は分析から除いた。この生活環境項目は、図-3からわかるように居住地と密接に関連しているが、これらはともに使用水量とは殆んど関連がない。したがって、全市を対象とした場合には、生活環境項目は世帯の使用水量の変動を説明する要因とはなり得ないといえる。このことは、主観的項目が他の客観的項目を媒介として使用水量と関連するという間接性のためと考えられる。そこで、本研究の分析方針を逆にして、すなわち使用水量との関連度の低い要因から出発するアプローチを考えれば、使用水量と関連を有する要因をより明確にできよう。例えば、生活環境の良好な所とそうでない所の水使用構造の差異が把握でき、上述の構造的パターンをより明確にできよう。

最後に、本研究を行なうにあたり有益な助言を頂いた京都大学工学部衛生工学教室の住友恒教授ならびに本論文作成にあたり有益な助言を頂いた渡辺晴彦氏をはじめ、日本水道コンサルタント・システム開発室の各位に感謝の意を表する。

〔参考文献〕

- 1) 萩原良己、小泉 明、西澤常彦、今田俊彦：アンケート調査をもとにした水需要構造ならびに節水意識分析、第15回衛生工学研究討論会、1979。
- 2) 萩原良己、小泉 明、今田俊彦：節水意識と水需要要因の関連分析～家庭用アンケート調査をもとにして～、第16回衛生工学研究討論会、1980。
- 3) 安田三郎、海野道郎：社会統計学、九善、1977。