

宇都市上水道の需要分析

—水需システムと需システムの2, 3の考察—

山口大学 工学部 学生員 O 谷岡 隆

山口大学 工学部 正員 浦 勝

1. 水需給システムの構成

人間社会は様々な要素の複雑な相互関係から成り立ち、2つ3つと考えられ、1つの大きなシステムを構成している。そのシステムの中の1つのサブシステムとしての上水道のシステムについて、需要と供給という面から見た場合の構成および需要予測に関連して宇都市の給水特性について2, 3の考察を試みた。

問題となるのは、上水道システムとそれを包含する環境のシステムとの関連と境界、つまりシステムの範囲がどこまであるかということである。従来、上水道といえど一般に取水から導水、浄水、配水給水までのプロセスを示し、ほとんど独立した閉じたシステムとして考えられ、主に関係のある下水道、あるいは都市計画との有機的結合はなかった。そのため水道関係者の目的も市民への清浄豊富、低廉な給水ということにあった。そこでは水質汚濁という環境汚染の問題は、水源変化に伴う問題として考えられてきたが、努力の方向は水質汚濁防止とほかに要化水源の取水問題あるいは浄化技術の問題として取り上げられてきたように思われる。しかし水資源は上水道を通り、下水道を通り、再び環境に返るというところであり、その過程の一部に欠陥があれば当然水資源の循環のバランスがくずれくる。従ってこの循環する過程を1つのシステムつまり水需給システムとして考えなくては必要がある。図-1は水需給システムを示したものである。

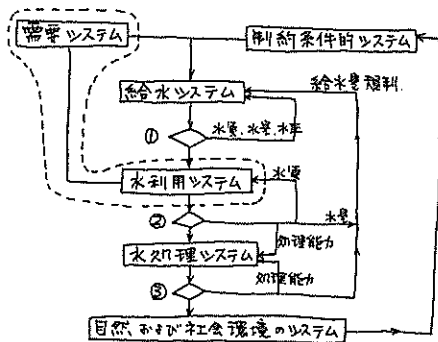


図-1. 水需給システム

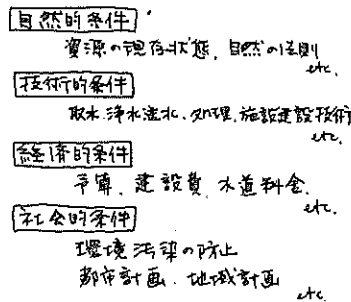


図-2. 制限条件的システム

自然および社会的環境は水需給システムを規定する制限条件的システムとして考えられる。水質汚濁を水道の対象として考えなくてはならない場合、このような水資源の循環するシステムが対象となる。◇は評価を表し、各段階でのチェックを意味する。①のチェックは水利用システムへの給水が必要を満たしているかどうか、水質、水量、水圧のチェックである。②のチェックは水利用システムから排出された汚水が、水質、水量について処理システムの処理能力を上まわった場合、排出水

管の規制あるいは給水量の節減を行なうためのものである。その予エックは最終的に処理された処理水の評価と自然および社会環境の維持とにいうことについて水質、水量について予エックする。水道関係者は清浄、豊富、低廉な水に需要に対してできるだけ供給する態度にまたなければならぬけれども、環境汚染防止のためには料金制度の改訂による利用水量の規制、あるいは給水の制限も必要であるの2つを併せようが。上に述べた3つの予エックは評価基準の設定や汚水規制の予注には大きな問題があつけれども、環境汚染の防止のためには、水処理システムの整備改善が第一にならなければならぬが、緊切な規制が必要である。

2. 宇都市の給水特性と水需要予測

宇都市の有収水量、有収工場用水、家庭用水(家事用水+共用用水)の経年変化を図-3、行政区城内人口、給水人口を図-4に示す。給水人口の変化と有収水、都市用水(家事、共用、公衆、洗滌、官公署、娯楽、船舶、特別、観覧用水等は都市生活で営む上で必要とする水とみなして都市用水と呼ぶことにする。)と家庭用水を比較すると主次のようなことが推定される。都市用水と家庭用水の1人1日当り給水量はこの20年間に60 l/day.cap.から208 l/day.cap.へ、家庭用水は45 l/day.cap.から131 l/day.cap.へ(ほぼ単調な増加傾向にある)。

家庭用水は生活様式や文化程度に応じて増加してゆくものと思われ、その増加にはシステムの限界としての限りがあると思われる。その限界は近づくにつれて増加の速度は弱まり、そして次に質的に新しい需要の要素が出現することによって再び増加の速度を速めゆく。

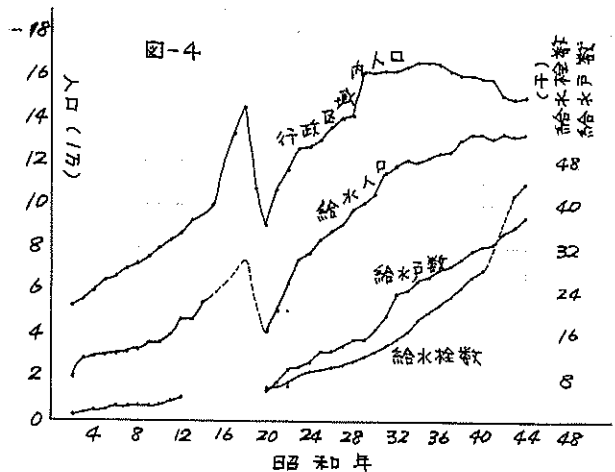
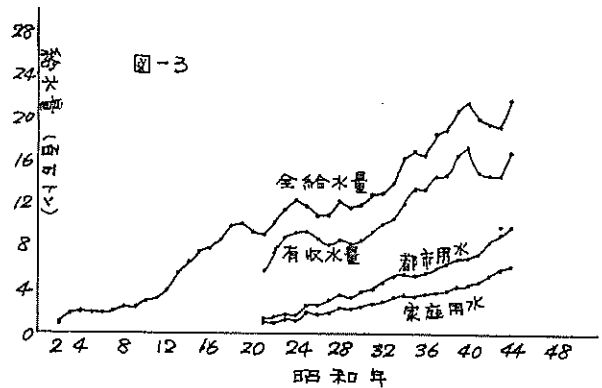
家庭用水は現在の水道技術やその需要増進率に大きな変化がないとすれば、いづれ将来において、その増加速度を減じ、ある限界に漸近してゆくだろう。この意味においてロジスティックカーブが家庭用水量の予測に適用される。

Logistic Curve の一般式

$$Y = \frac{K}{1 + e^{-at}}$$

変形して

$$\ln(Y) = a_0 + a_1 t$$



$$Y = \frac{K}{1 + m e^{-at}}$$

を用いて

$$Y = 40 + \frac{578}{1 + 1280 \cdot e^{-0.122t}}$$

なるロジスティックカーブが求まる。

866

これを図-5に示す。これは市川氏の京都の水需要分析における生活用水の値とほぼ同程度の値を示すことは興味深い。

家庭用水は総計に市民の家庭に用いられる使用工水のみであり、市民生活の場が家庭を単位とするものである。使用水量を個人の1日の使用水量と考えるよりもむしろ1戸当り1ヶ月当りの使用水量として考える方がより適切である。

う。このことは家庭生活における水消費

費物質(例えば、風呂、電気洗濯機、水洗便所等)

が所帯単位であり、人口単位ではないことによる。

家庭用水量の月別変化の一例を図-6に示す。

これより9月に最大、3月に最小値となり、1年を周期とする変動があることがわかる。

又家庭用水量の変化は同図に示す温度の月変化とがほぼ同様の相関がある。

気温と使用水量とがどのように1ヶ月ずれているのは使用水量の算出が2ヶ月単位になされ、かつするし正確にその月の値を求めしめるためと考えられる。

月平均使用水量の平均値からのずれ

($q_i - q_m$)とその前月の平均気温 $T_{i-1}(^{\circ}\text{C})$ との相関

をみると、温度 18°C を境として使用水量が増減していることがわかる。

図-7参照。

一般にこれらの関係が次式で与えられる。

$$q_i - q_m = \frac{3}{10} (T_{i-1} - 18), \quad (T > 18^{\circ}\text{C})$$

$$q_i - q_m = \frac{14}{100} (T_{i-1} - 18), \quad (T < 18^{\circ}\text{C})$$

$q_i - q_m$ の変化は、この二本の直線のまわりをXダカ型のループを描いて変化している。

次に家族構成人員を考慮して、1戸1ヶ月当りの使用水量についてみると、35年以後の家族

構成人員の漸減にもかかわらず1戸1ヶ月当りの使用水量が増加していることは、一人が使用する水

図-5

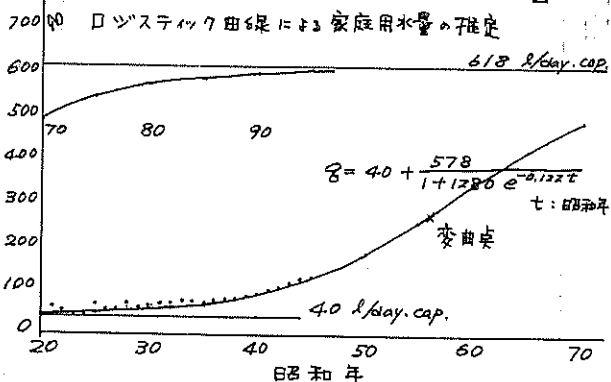


図-6

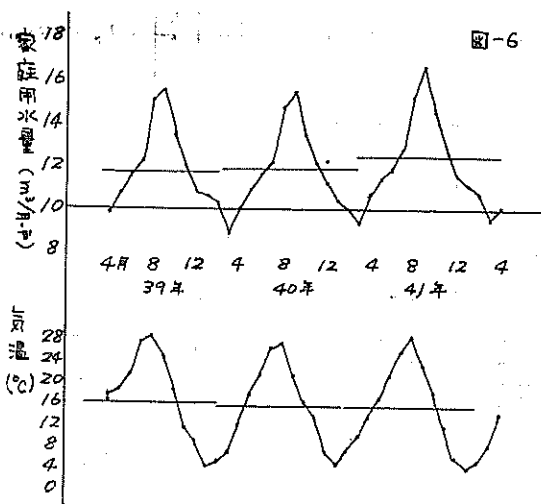
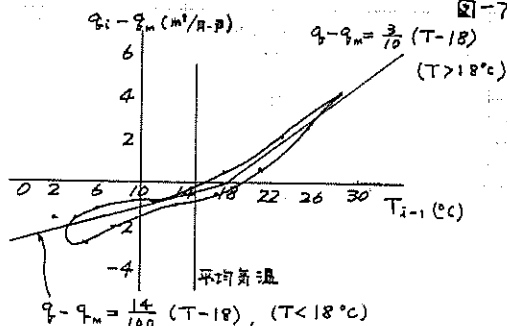


図-7



費の増加が大半の比重を占めているのであろうが、その増加費は人口に比例するものと、家族単位に比例するものと考えられよう。飲料、炊事、洗顔、手洗、掃除、雑用で約60 l/dayとみると、これらは主に人口に比例し、風呂、洗濯、水洗便所、洗車、冷房等は人口に依存するが、それより1戸当りの普及率に変動していることになる。しかしこれらの普及率の現状を把握することは困難であり、これからの課題がある。水需要の予測の方法としては、やはり何が水を必要としているか、そして必要とするようになる可能性があるという質的な需要構造の把握がなされなければならない。そのためには需要構造への理論的なアプローチと、実際のデータから因子分析によるアプローチが必要であるが、中小都市のデータは整理されている面が多く、実際のデータの収集および分析は下々の課題である。今後山口県内の市町村の水道の分析とあわせて検討を加えてみたい。

おわりに、貴重な資料をいただいた宇都市水道局と宇都市企画室に深い感謝の意を表す。

参考資料：

宇都市水道局：統計年表 (S.44)

宇都市：統計表