

需要予測の考え方

— 上水道水の需要予測を中心として —

社団法人 日本能率協会 総合研究所
主任研究員 高 嶺 一 男

1. はじめに

国土審議会調査部会・国土資源専門委員会が最近まとめた「国土資源の利用・保全の現状と諸問題」によれば、工業用水と生活用水を合わせた都市用水の需要は三全総の想定値を下回る水準で推移してきている。しかし、これは日本の全国的な傾向であり、地方中核都市や産業誘致を進めている都市においては、相変わらず水需要は増加を続けている。

当然のことながら、水は余裕のある地域から需給関係が逼迫している地域へ容易に運ぶことはできない。広域利水として導水を行なっている例もあるが、水は地域の自然と密接な関係を持っているだけに問題は簡単ではない。

一方、一定の地域での水資源の確保には限度があり、またその開発期間を長期化しており、費用も大きくなってきている。筆者は、各地の行政担当者の委託を受けて水の需要予測を行なっているが、その中で、最近の特徴として目立ってきているのは、予測の目標年度が長期化してきていることである。その理由として最も大きなものは、ダム建設を始めとする水資源開発が長期化してきていることであろう。最近では、ダム建設などの水資源開発に10年以上の期間を必要とすることが多くなり、予測も10年、20年のオーダーで必要とされるようになってきている。

このように長期の需要予測を行なうとすれば、

その前提として水需要が構造的に把握されていなければならない。ここでは、水需要のうち、特に上水道の予測方法について述べていくが、この中には、単に上水道の需要予測にだけ当てはまるものではなく、予測一般についても当てはまる部分もあると考え、あえて「需要予測の考え方」という表題とした。

2. 上水道用水の需要予測方法の流れ

まず、過去に上水道用水の需要予測にたびたび使われてきた2つの方法の問題点についてふれておく。

① 過去の伸び率による予測

この方法は過去の年平均伸び率を利用して、将来も同じ伸び率で推移すると考え予測を行なうもので、水需要の予測に限らず多方面で使われてきた。上水道の予測でしばしば使われてきたのは、1人1日平均給水量の平均伸び率で将来の1人1日平均給水量を予測し、それに将来の人口を乗じるという方法である。

しかし、この方法で長期の予測を行なうと最近では過大な予測結果となることが多い。一般に水の需要でも人口でも、一定の範囲で見ると図1に示すようなS字型の成長曲線的な需要推移を示すことが知られている。これに対して伸び率を一定とおいた需要予測では図2に示すような需要推移となる。

図1. 一般的な需要の推移

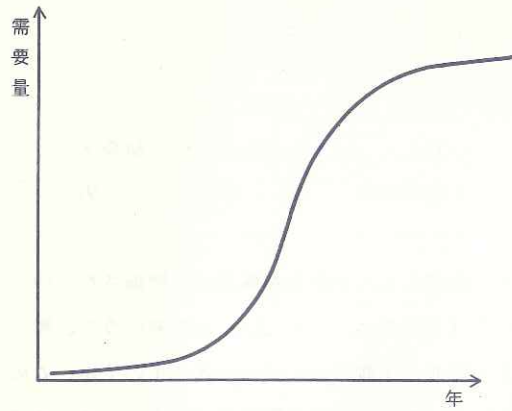
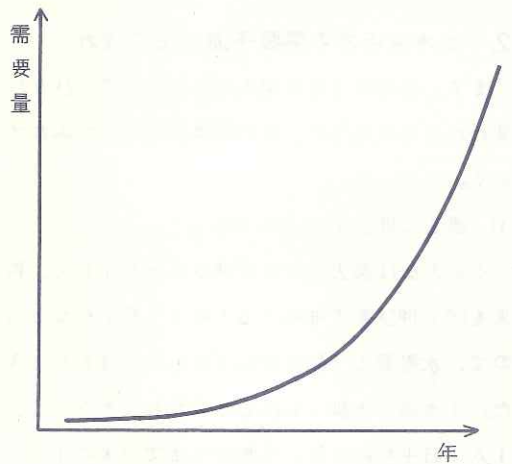


図2. 伸び率一定時の需要推移



過去に、伸び率を一定とおいた予測でも比較的誤差が大きくならなかつたのは、水の需要が成長曲線の前半部(成長期)にあったためであると考えられる。この成長曲線の前半部は伸び率一定の曲線によく似ており、このため大きな誤差が発生しなかつたものと思われる。しかし現在では、ほとんどの都市の水需要は成長曲線の前半部を過ぎ、後半部にさしかかっており、伸び率一定の予測方

法では過大な予測値となってしまうことが多い。

② 回帰分析手法による予測

この方法は過去の需要量とそれに関連する指標(たとえば、人口、所得、工業出荷額、商業販売額など)の間に方程式をあてはめ、その方程式を用いて将来を予測しようとするものである。この方法は、現在では最も多く利用されている方法であろう。

回帰分析手法による予測は、比較的簡単にデータの収集が可能であり、モデル作りも容易であるという長所を持つ。しかも、統計的にモデルの妥当性を検定できる大きな特徴を持っている。それは、単に相関係数の高低だけではなく、t検定、F検定、ダービー・ワトソン比などモデルの妥当性を多面的に検討できると言うことである。

しかしその一方で、回帰モデルでは水の需要の変動を説明する変数として利用できるのが、せいぜい3~4つ程度の指標であり、複雑な需要の変動を所得や出荷額などの間接的、抽象的なレベルで説明しなければならないといった恨みがある。さらに、政策シミュレーションなどを行ないにくいこと、説明変数と需要量の間で単一のパラメータを設定し、一義的な関係を設定しているため、予測期間中の需要構造の変化を取り込みにくいことなどの欠点を持つ。

また、回帰モデルで相関係数が高く、各種の検定に合格したとしても、それはあくまでも過去のことであり、将来の需要変化の方向を保証するものではないことに注意する必要がある。

3. シミュレーション的予測方法の需要

需要予測をどのような方法で行なうにせよ、我々は需要構造をかなり単純化し、数式に表わしていかざるを得ない。本来、需要は種々の要因の合成で決定していくものであり、それほど簡単に数

式化できるものではない。しかも一般に、実際の予測に利用できるのは定量的なデータのみであり、定性的なデータは、何らかの形で定量化しなければ予測に使うことはできない。定性的なデータを予測結果に反映させることもあるが、その多くは予測者の主観にたよることになりがちである。

また、予測を行なうに際して、人によって将来の見通しが違ってくるのが当然である。具体的には、予測のフレームの見方が人によって違ってくるといふ問題がある。たとえば、工場立地について、これからは行なわれると見るのか、これからは工場立地は減少すると見るのか、判断は困難である。さらに、これらは採用する政策ともからみ合っている。工場誘致策を採用するか否かによって水の需要も変わってくる。この他に、上水需要の場合は下水道の普及を計るのか否かによって影響を受ける。さらに料金政策も大きな影響要因である。意識的に生活用水は安価にし、生産用水は相対的に価格を高くするなどの政策が取られることも少なくない。

結局、どのような予測を行なうにせよ、予測値はある程度の幅をもって行なわざるを得ない。予測とは、その精度を上げていこうとすればするほど、ある部分は計画とオーバーラップしてくる。そして、計画の確認と予測という手順のくり返しにならざるを得ない。つまり、予測手法としてはこれらの政策のシミュレーションも含めて行なえることが望ましい。

このような政策シミュレーションを行なうためには、まず需要構造ができるだけ明確にならなければならない。

従来、予測手法に対して、この方法で予測したら当たったとか、この方法では予測は当らなかったなどと、結果で評価されてきた。しかし、このような結果だけでの評価は極めて危険なものである。

単に、結果だけで評価するのであれば、勘にたよった予測も評価することになりかねない。

勘にたよった予測は、それが当たっても、外れても何ら予測上の蓄積にならないし、将来もまた行なわれるであろう予測への適用も不可能である。

むしろ予測とは、需要構造の分析であると考えべきである。需要構造が明確になっている手法であれば、もし予測値に誤差が発生しても、対応方法が明確になる。誤差の発生理由が需要構造分析の誤りであれば、モデルを修正し、より精度の高いものとしていくことができる。需要構造が明確になっているモデルであれば、このような場合でも、全面的な手直しとなることは少なく、一部の修正または、追加で対応できることが多い。また、需要構造の分析が正しいのであれば、それに外挿した人口や産業活動水準等の予測値を修正するだけで、より確度の高い予測値に修正することができる。また、外挿するデータの精度を上げることの必要性が明確になれば予測者の努力の目標が明確になる。

このように、予測とは政策と複雑にからみ合っており、したがってシミュレーション的に値を算出していくことが必要である。そして、そのためには需要構造がブレークダウンされており、明確になっていることが必要である。

4. 水需要の変動要因

水需要に限らず、一般に需要は3つの変動要因を含んでいる。それは、

- ① 傾向変動
- ② 循環変動
- ③ 不規則変動

の3つである。

傾向変動とは、年々の人口増大や経済活動水準の上昇などに伴う需要量の変動である。一般に需

要予測とは、この傾向変動を抽出し予測するものである。

循環変動とは、夏には水の需要が多く、冬には少なくなるなどの季節による変動等のサイクルを持つ変動である。循環変動には、季節変動のほか、月変動、週変動、日変動、時間変動などがある。

しかし、季節別や月別需要量を予測する場合を除いて、この循環変動を含めて水の需要を検討することは少ない。

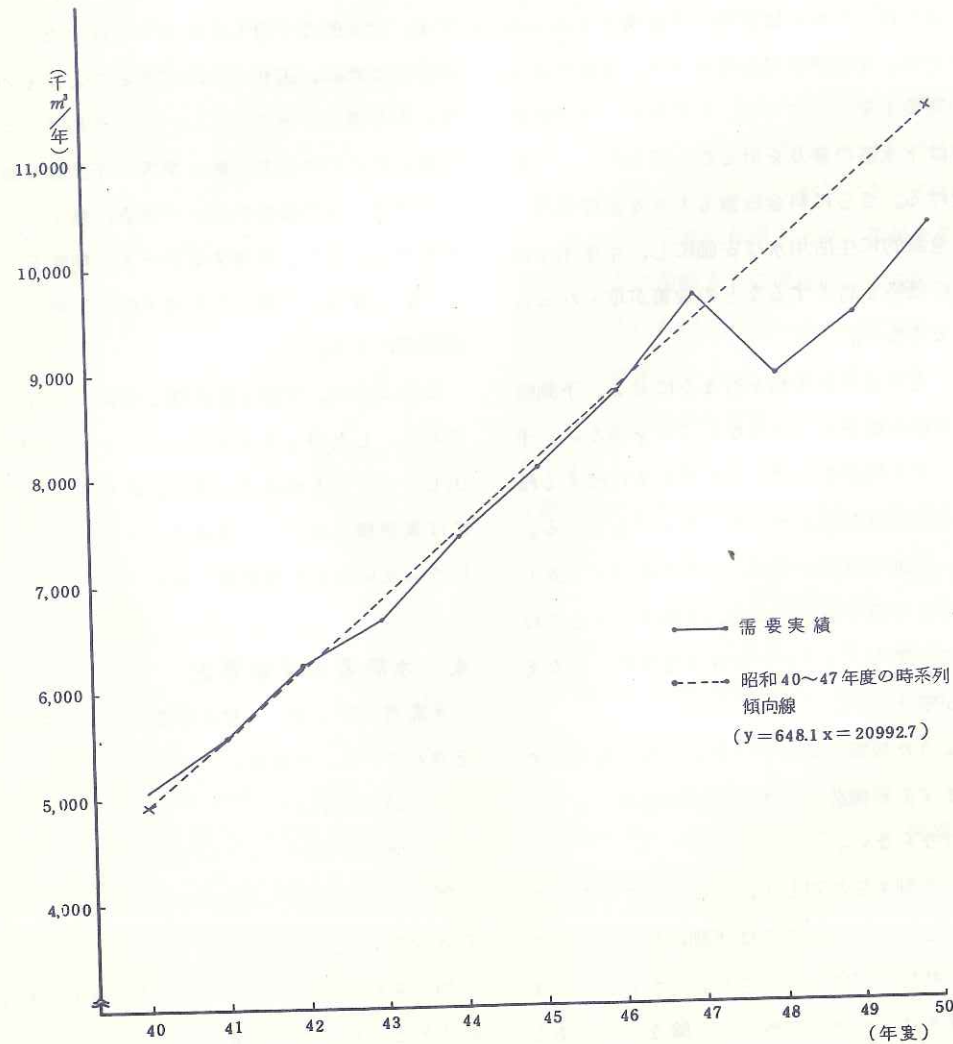
不規則変動とは、天候や気温、さらにはイベン

トの開催等の不規則な需要変動要因である。この不規則変動は、前もって予測することが困難であることもあり、予測上考慮されることは少ない。

しかし、これからは、この不規則変動も含めて予測をすることが必要になっていくと思われる。

なお、水の需要の場合、忘れてならないのは渇水による給水制限の影響である。これは、1つの不規則変動であるが、その後の需要にも影響を与えることがある。図3は昭和48年夏期に、実際に135日におよぶ給水制限を経験した松江市の水

図3. 松江市上水道の給水量推移



需要推移を示したものである。これを見ると判るように、給水制限があった昭和48年に給水量が大幅に落ち込んだが、給水制限が解除された昭和49年以降も、もとの水準に回復していない。

「つまり、昭和48年の渇水経験を経て節水マインドが浸透し、それが定着したために、もとの水準にもどらなかったものと考えられる。

このように、大幅な給水制限は単年度の需要に影響を与える不規則変動にとどまらず、その後の水の需要構造に変化を与えることがあることに注意する必要がある。

5. 上水需要構造分析に基づく予測方法
需要予測方式としては、需要の傾向変動が明確

表1. 上水需要構造式一覧

		外生変数区分	用途区分	構 造 式
家 庭 用 水	世帯の増加に伴って発生する用水	① 洗 濯	洗濯原単位×1世帯1日当り使用回数×総世帯数	
		② 自家用風呂	風呂原単位×1日当り使用回数×総世帯数×自家用風呂普及率	
		③ 掃 除	掃除原単位×1日当り掃除回数×総世帯数	
		④ 散 水	散水原単位×1日当り散水回数×庭あり住宅数	
		⑤ 自家用洗車	洗車原単位×1日当り使用回数×自家用車普及台数×(1-外出率)	
業 務 用 水	(イ) 家庭内で発生する用水	⑥ 飲 食	飲食原単位×1日当り食事回数×総人口×(1-外出率)	
		⑦ 手 洗 い	手洗い原単位×1日当り手洗い回数×総人口×(1-外出率)	
		⑧ 洗 面	洗面原単位×1日当り洗面回数×総人口×	
製 造 販 売 所 の 用 水	(ロ) 通勤・通学者の増加によって発生する用水	⑨ 水 洗 便 所	水洗便所原単位×1日当り使用回数×総人口×	
		⑩ 飲 食	同	× 通勤通学用外食事
		⑪ 手 洗 い	同	× 外出率
	(ハ) 買物レジャーの外出が増すことによって発生する用水	⑫ 洗 面	同	× 買物レジャー用外食事
		⑬ 水 洗 便 所	同	× 外出率
		⑭ 飲 食	同	× 買物レジャー用外食事
		⑮ 手 洗 い	同	× 外出率
	業務用建物が増加することによって発生する用水	⑯ 洗 面	同	× 買物レジャー用外食事
		⑰ 水 洗 便 所	同	× 外出率
	製 造 販 売 所 の 用 水	商品販売額等によって増減する用水	⑱ 冷 暖 房	m ² 当り原単位×冷暖房対象床面積×機器普及率
⑲ 掃 除			m ² 当り原単位×業務用建物延床面積	
⑳ 青 果 屋			1店当り原単位×店数	
㉑ 鮮 魚 屋				
㉒ 肉 屋				
㉓ 豆腐製造販売				
サービス・環境用水		㉔ 花 木 屋	同	上
		㉕ D P E		
		㉖ 理 美 容 院		
		㉗ クリーニング屋		
		㉘ 洗 車 屋		
		㉙ 公衆浴場	同	上
その他用水	㉚ 特殊浴場			
	㉛ 道路散水等			
	㉜ 噴 水 等			
工場用水	㉝ 実験研究用水	同	上	
	㉞ 治 療			
	㉟ 防火用水			
	㊱ 純生産用水	同	上	

に把握できること、そして各種の政策シミュレーションが行ない得ることが重要なことを述べてきた。無論のこと、予測である以上、正確な需要予測ができることが重要であることは言うまでもない。

このような要請から、水需要をできるだけ細かな部分に分解していく。このようにして作成したものが表1に示す水需要構造式である。一見、煩雑な式の連続のようであるが、その1つ1つの多くは、

(原単位×使用回数×母数)

という単純な構造となっている。計算そのものも最近普及しているパーソナル・コンピュータ程度で十分に行なえるものである。

ここで、母数は各種の統計で把握可能であるが、原単位と使用回数の把握が問題となる。原単位は、過去に各種の計測調査が行なわれており、その値を利用することになる。使用回数は実態調査で把握することが最も確実な方法であるが、それが不可能であれば、原単位と同様に過去の調査結果を利用することになる。

このようにして、各用途の需要量を算出し、それを合計する。その結果と実際の統計値と比較し、誤差が大きければ、その原因を修正するという作業を行なう。これは、1時点だけではなく過去のデータについてもチェックできれば、なお精度が高くなる。

実際に、この手法を用いた経験では、数パーセントの誤差範囲におさめることも可能である。ただしこの方法では、合計値が実績と一致したからと言って用途別需要量の推計が正しかったとは限らないことに注意しなければならない。過大な推計値と過小の推計値が相殺し合っていることもあり得る。しかし、このように水需要を構造的に把握しておけば、各種の政策シミュレーションに役立てることが可能であり、また、必要に応じて原単位や使用回数の調査を行ない精度を上げていく

ことも可能である。しかもこれらの調査結果は、蓄積し、積み上げていくことが可能なものである。

将来予測は、各用途の母数と原単位、使用回数などを外挿して行なうことになる。一般に原単位は将来ともに大きくは変化しないと見ることになる。使用回数や水使用機器の普及率等は、実態調査結果から、所得との関係、生活パターンとの関係などを分析し将来値を設定することになる。

6. 上水需要予測の問題

前述の如く、上水需要構造式による需要予測についてふれてきたが、ここで重要なことは、予測する対象について、それが、どのような場面でどのように使用されるかを一度分解してみることである。予測方式としてどのような方式を採用するにしても、このような需要の分解というプロセスが必要であり、その上での予測手法の選択であれば、そのモデルが需要変動のどの部分をどの程度説明しているかが明確になる。

なお、ここでは需要構造式による予測を中心に述べてきたが、この方式のみが上水の予測方式として最上のものと考えているわけではない。予測には、当然のことながら、おのずから目的があり、その目的に合った方式が採用されるべきである。最後に、ここに示した構造式の問題点をあげておけば、次のようになろう。

- ① 予測工数がかかる。また、一般には実態調査が必要となるため費用がかかる。
- ② 水道料金の引き上げ、気温の影響などの要因が取り込まれていない。
- ③ 年平均需要量等の予測には向いているが、ピーク需要を明確にできない。

しかし、①の欠点はともかくとして、②③の欠点については、他の手法を採用することにより解決できる問題と考えている。