

(株)日本水道コンサルタント (正) 河沢 常夫

(正) 中川 芳一

(正) 立本 善博

1. はじめに: わが国における近年の水需要量の増大には著しいものがあり、かつ人口・産業等の都市集からより水需要量の地域的偏在も顕著となつてきている。一方、わが国の水資源は、場所的・時間的に偏在しているため水資源として利用可能な水量が豊富でないうえに、水源施設・水供給施設の整備は、増大する水需要に追いつかないという状況にある。このような水供給のアンバランスが生じている今日の状況を直視し、将来にわたって水資源の確保・有効利用を図り、水供給のバランスを指向するためには、現状の水供給構造を把握・検討し、水供給の長期的見通しを立てることが必要である。そしてこの前段階として過去から現在に至る水供給の状況が、このまま将来にわたって継続するかどうかという考察も必要となる。そこで現状の水供給構造の分析を行ない、かつこの構造を固定した場合の将来水供給の定量的把握検討を行なう。このような分析では、水供給のアンバランスの地域的偏在を考慮する必要があるが、ここではまず全国を対象とする。すなわち、まず現状の水供給構造を構成していると考えられる要因の特定と、これら要因間の関連を検討し、これをもとに水供給構造を定性的かつ定量的に表現するとみられる水供給システムモデルを構築する。次にこのモデルによる将来シミュレーションを行なう。本稿は、この水供給に関する検討を取水のうち特に上水に注目して述べるものである。

2. 水供給システムモデルの構築: 水供給システムモデルを構築するためにまず、現状の水供給構造を説明していると考えられる要因を特定し、これら要因間の関連を検討することより水供給要因関連図を作成した。ついでこの関連図を水の流水の各段階(水資源→水供給→水使用→排水)により以下の4セクターに分類した。

- (1) 水資源セクター: ダム・ため池
- (2) 水供給セクター: 上水道
- (3) 水需要セクター: 家庭・業務・工場用水
- (4) 排水処理セクター: 公共下水道

これらのセクターごとに要因間の定量的関係を示す構造モデル式を順次作成し、要因関連図にこのモデル式群を加えることにより水供給システムモデルを構築した。なお本モデルは内生変数と外生変数からなり、内生変数を記述する構造モデル式のうち論理式を除いたものにっしては、重回帰分析を適用し、重回帰式とした。また外生変数は、このシステムモデルのinputとなるものであるが、これについては外生変数の過去の実績値へ年度丁の関数を最小二乗法であてはめた。図-1, 2は、作成した水供給モデルのうちの、上水家庭用水需要と上水供給関係のサブシステムである。なお図中の細線は、要因間の定量的関係を論理式で、また太線は重回帰式で記述していることを示している。とこで本モデルでは、将来水

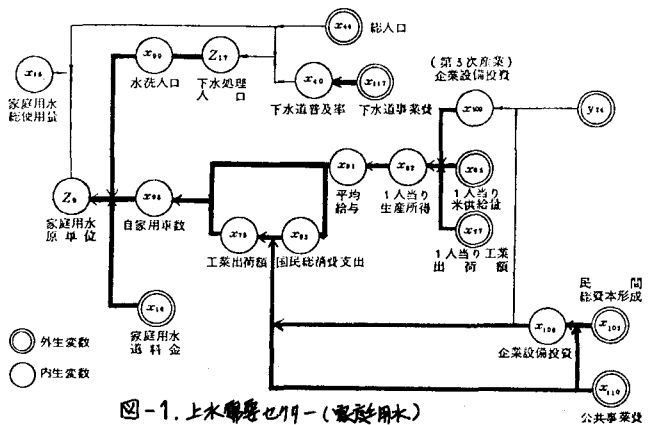


図-1. 上水需要セクター(家庭用水)

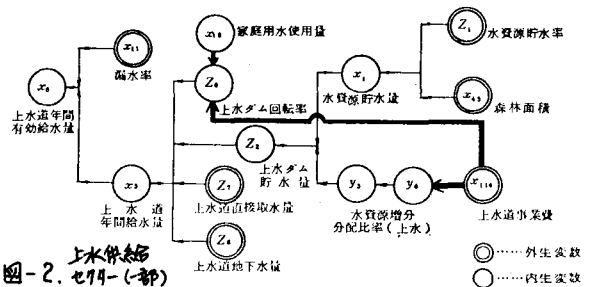


図-2. セクター(部)

需給のアンバランスが生じた場合、そのアンバランスを解消するためには公共投資を増し、水源施設および水供給施設の建設を促進するといった情報のフィードバックを考慮していないという点をこまわって書く。

3. 水需給シミュレーションの結果； 2.で構築した水需給システムモデルに、外生変数の将来値(回帰推定値)をinputすることにより、昭和35年から60年度までの水需給シミュレーションを行った。この結果、水資源関係、排水処理関係等について将来の動向を定量的に予測し得た。また昭和35年から48年度までの実績値とシミュレーション値を比較すると一部の要因を除いて、ほぼ一致しており、このことから本モデルの妥当性が検証されたと考えられる。以下、上水需給に関するシミュレーション結果の考察を行なう。すなわち上水道関係について水需給サイドからみると(図-1参照)、まず家庭用水使用量(X_{10})は急激な増加傾向を示し、昭和60年度には48年度の約2倍の値となっている。(図-3参照)これは人口(X_{14})が漸増し、原単位($10^3 m^3$)

(Z_9)が生活構造の水消費型への移行により急激に伸びているためである。一方その供給源である上水道家庭用有効水量(X_7)は直線的に伸びている。(図-3参照)これは、上水道給水量(Z_5)が直線的に伸びかつ漏水率が年々減少すると想定したため、有効水量(Z_6)も直線的に増加し、またその家庭用・業務用・工場用への配分比率が比較的安定しているためである。(図-2、3参照)また上水需給のギャップは、家庭用水については供給不足がしばしば解消されて昭和60年度には約12億 l の供給過剰という数値を出ている。(図-4参照)業務用水については需要量の増加に比して供給量の増加が上回ることを予測される。さて、ここで行なった水需給シミュレーションによる検討は、現在の水需給構造が潜在的に持っている、あるいは将来起こるであろう「無駄とアンバランス」の発見により、将来における水需給構造からこれを「無駄とアンバランス」を回避するためのさまざまな変革の可能性を検討する上での資料となりえるであろう。

4. おわりに； 本稿では、現在の水需給構造を定性的かつ定量的に表現するとみられる水需給システムモデルを構築し、このモデルによる将来水需給シミュレーションを行ない、これにより将来の水需給の定量的把握を検討を行なった。しかしながら本モデルでは、約150個の要因を用いたが、要因選抜が必ずしも完全であったとはいえず、目的にそって他要因も導入する必要がある。ところで、ここで行なったシミュレーションは、外生変数の将来値を変動させた場合の検討を行っていない。また前述したように、本シミュレーションは、現在の水需給構造を固定した場合のものであり、かつこの水需給システムモデルは、たとえば将来水需給のアンバランスが生じた場合、そのアンバランスを解消するためには公共投資を増し水供給施設の建設を促進するといった情報のフィードバックがないのである。これらのことについては、システムダイナミクス(SD)によるモデルの解説が考えられる。参考文献1)で、このSD手法による水需給

変化過程の分析を行なっている。なお、はじめにでも述べたように、本システムモデルは、全国を対象としたものであるが、これは地域を対象としても構築することができるとは。これについては、今後の課題である。

最後に、本稿の共同研究者は、(左側)萩原良巳、格雅文であり、また、本稿をまとめるにあたって多大な御協力いただいた建設省山中 敦、中村 昭の両氏に謝意を表します。

参考文献 1) 小泉・萩原・山本：SDによる上水需給変化過程の分析，本講演会発表

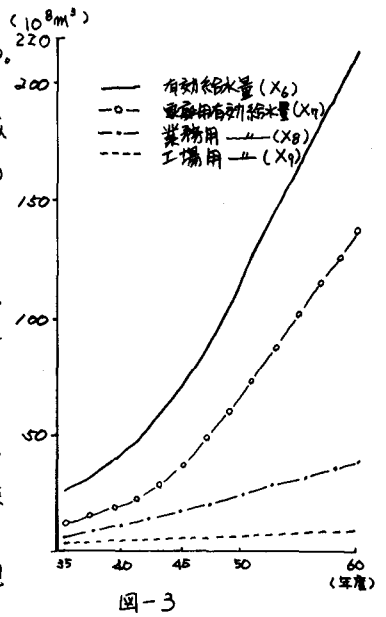


図-3

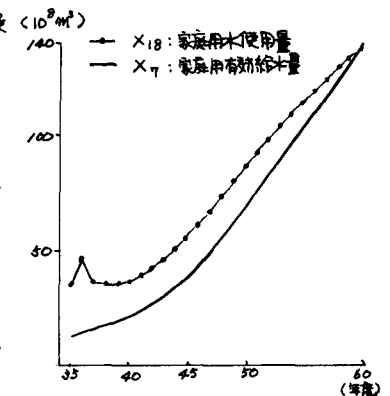


図-4