

(株) 日本水道コンサルタント (正) 萩原 良巳

シ (正) 〇小泉 明

シ (正) 辻本 善博

1. はじめに

現在、わが国における利水問題として、水源水量の不足、水質の悪化などが揚げられる。これは、水需要に比べ水供給が豊富であった前時代から水不足の深刻化してきた今日に至る過程の中で、水利用形態の適切な対策がなされなかったことに起因している。したがって、今後の利水問題を考える場合、水源水質の悪化も考慮した水需要と水供給のバランスの問題を総合的に考察する必要がある。

このため本稿では、水源水量の不足、水質の悪化を利水行政にフィードバックさせ、かつ水需給と社会経済活動との関連のうちにダイナミックに把握したシステムシミュレーションモデルを作成する。この分析結果により将来の水需給変化過程を観察することができ、さらに将来計画策定に必要ないくつかの指針を得ることも可能と考えられる。ただし、本稿では利水の件、特に上水に注目した水需給変化過程について考察を行なうものとする。また、空間的、時間的スケールとしては全国規模、年単位を用いることとする。

2. 上水需給システムモデルの概要

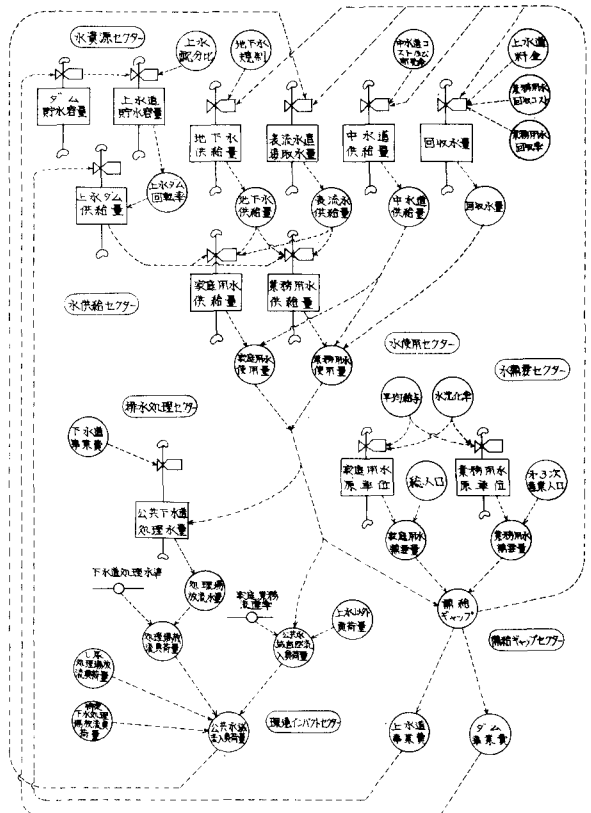
上水需給システムモデルとして記述する内容およびシステム境界として、上水需給システムを以下の7つのセクターに分割して考えることとする。

- ① 水資源セクター：ダムため池、地下水、表流水、
- ② 水供給セクター：上水道、中水道、
- ③ 水使用セクター：家庭用水、業務用水、
- ④ 排水処理セクター：公共下水道
- ⑤ 環境インパクトセクター：排水量、汚濁負荷
- ⑥ 水需要セクター：家庭用水、業務用水
- ⑦ 需給ギャップセクター：需給ギャップ

これらのセクターごとに、種々の要因との関係をSD(システムダイナミクス)により記述し、フロー・ダイアグラムを作成した。図1に上水需給モデルの概要を示す。ここで、フィードバックループとして特に注目していることは、ダム事業費、上水道事業費をそれぞれ水資源、水供給セクターのダムため池水量へ影響させ、水需給ギャップを水供給(地下水、表流水、中水、回収水量)へ影響させ、さらに表流水直接取水量に対しては、公共水域流入負荷量の影響も考慮していることである。

3. 上水需給変化過程の分析結果

図1 上水需給モデルの概要



2.で提示した上水需給SDモデルにより、レベルの初期値、定数および外生変数を設定した上でシミュレーションを行なった結果、昭和40～48年度の実績値とシミュレーション値については、事業費以外の全ての要因について推移の傾向および値の双方大きな差異は生じなかった。このことは作成したSDモデルの有効性を示していると考えられる。また、事業費については現実の値と差異が見られるが、これはモデルにおいて事業費を上水需給ギャップのみによるものと設定したためである。シミュレーション値としては種々の要因についての将来値が算出されたが、ここでは以下の2点に注目した結果についてのみ報告する。

i) 水需給ギャップと水需給量の変化について (図2)

水需給量の経年変化についてみると、昭和75年度には、家庭用水は現在の約1.7倍、業務用水についても約2倍の値に増加していることがわかる。これは人口の都市集中による第3次産業の増大、水多消費型生活への移行の進展等を顕著に表わしていると考えられる。一方、これら需要に対する供給についてみると、家庭用水の供給量は今後ますます上水道へ依存してゆくことがわかる。また、業務用水の供給量については、上水道からの供給量はもちろんのこと、今後特に回収水量が増加してゆくことがわかる。

つぎに、この水需給の変化に伴う水需給ギャップの推移は、振動しながら徐々に0になることが予想される。このことは、作成したシステムモデルを水需給ギャップ解消のための制御システムとしてとらえた場合、このシステムが安定であることを示しているものと考えられる。

ii) 政策実験による業務回収率の変化

業務回収水量は図3に示す業務用水使用サブセクターにおいて、業務用水回収コスト等の外生変数によって影響されるものと考えている。いま、政策実験としてとりあえず回収コストを標準型(昭和75年度回収コストを60%)と低減型(昭和75年度の回収コストを40%)とした2ケースについてシミュレーションを行なった。この結果、業務用水使用量は2ケースともほぼ同じ値を示したが、昭和75年度において、標準型では回収率が21%であったものが、低減型では30%になることがわかる。すなわち、回収コストの低下に伴って、業務用水では、回収水への依存が高まってゆくことがわかる。

図.3 業務用水使用サブセクター

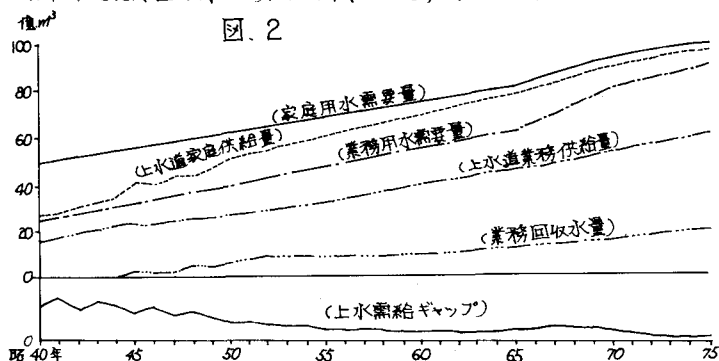
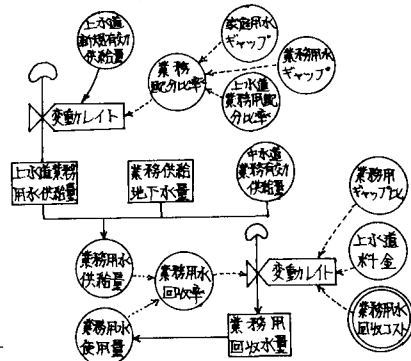


図.2



4. おわりに

本稿では、上水需給システムを一つの全体システムとしてとらえ、システムダイナミックスモデルのフローダイアグラムを提示した。そして、このSDモデルのシミュレーションを行ない、政策実験を伴う上水需給変化過程の分析を行なうことができた。しかしながら今後、各サブシステムモデルの検証が必要と考えられ、さらに、本稿で外生変数として用いた人口、産業、経済等のフレーム要因のモデル化を行ない、システムモデルの整備強化が必要である。最後に、本稿の共同研究者は建設省土木研究所、山中、中村氏である。

<参考文献>

- 1) 吉川・岡田: System Dynamics Approach to The Water Resource Management Related to The Regional Development, Pacific Regional Conference, 1975
- 2) 小玉 他: システム・ダイナミックス、共立出版, 1973
- 3) J.W. Forrester: ワールド・ダイナミックス、日本経営出版会