

渇水期における給配水オペレーション問題に関するシステム分析

京都大学工学部 正員 吉川和広  
京都大学工学部 正員 岡田憲夫  
京都大学工学部 学生員 渡辺晴彦

1) はじめに

都市域で、毎年夏期を中心に発生する種々の「渇水」問題は、主要諸都市において慢性化する傾向にあり、昨今の水不足問題の一典型として、1つの社会問題となってきた。これに対処するためには、長期的対策として、水道施設の整備・拡張および広域利水による水源開発を図る方法が考えられるが、その一方で、応急対策として実際に渇水になった場合の給配水オペレーションの合理的な方式を予の検討しておくことが望まれる。

本研究では、将来にわたって、定常的水不足による「渇水」が危惧される現状を鑑みて、応急対策としての給配水オペレーション問題の重要性に着目し、その具体的な有効な対策を検討するための1つのアプローチの方法を提示する。この際、当該問題を「渇水期の給配水オペレーションの問題」として捉えることが重要であるとの視点に立ち、このアプローチを、システムダイナミクス手法によりモデル化する。この場合、具体的な対象地域としては、昭和48年に「渇水」を経験した豊中市をとりあげ、実証的なシミュレーション分析を行う。

以下では、まず、ここで取りあげる「渇水期の給配水オペレーション問題」および「渇水期の給配水オペレーションの問題」の定義について、順を追って略述する。この場合、これらの概念はあくまで想定であるが、実際のアンケート結果に基づいてそのような想定が根拠のあるものであることを確認している。

2) 渇水期の給配水オペレーション問題

本研究においては、渇水期の給配水オペレーション問題は、単に供給者側の行動によるのみ規定されるのではなく、水需要者側の水利用行動との相互の対応関係として捉えることが肝要であると考えている。そして、これらの行動を規定するメカニズムとして、これを「給配水構造と水需要構造」と想定し、これを総称して「水需給構造」と呼んでいる。

① 給配水構造と水供給セクター

給配水構造は、

取水 - 貯水 - 給水

という3つのプロセスに別構成される。これは、河川での取水から各家庭への給水までの実際の水の流れを示すフローである。このように考えると、SDモデルでは、「貯水」の機能がレベルに該当し、「取水」「給水」はそのレベル量をコントロールするレートとしてその機能を定義することができる。取水レートのコントロールは、河川流量（換言すれば取水可能量）と貯水量と情報として行われ、給水レートでのコントロールは、需要水量と供給可能量（貯水量）との乖離（これを需給ギャップと呼ぶ）に応じて行われるものと仮定する。本研究では、以上の給配水構造を掌っている部門を「水供給セクター」と称することにする。

② 水需要構造と水需要セクター

さて、水需要構造とは、水需要者による水需要の発生と水使用方法を表現する仮想的な機構のことである。本研究では、この機構が次の3つのプロセスに構成されていると想定している。

潜在需要発生 — (節水行動規定 — 顕在需要発生) — (非節水行動規定)

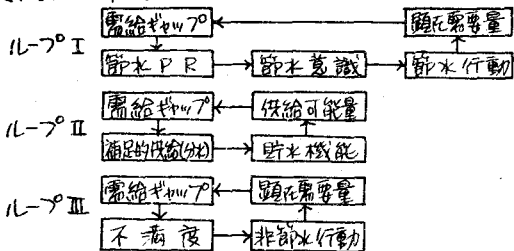
「潜在需要」とは、需要者が、気温などの自然条件と社会経済条件によって、節水意識などの制約が働かない場合に発生すべき用水需要のことである。この潜在需要量は次の節水行動規定プロセスによって、その需要量を抑制するような行動がとられると考える。この場合の抑制コントロールは、既述した供給セクター側の直接的な供給量のコントロール（給水制限方式）の他に、同セクターが行う節水PR活動を通じて、水需要者の節水化行動を呼び起し、これによって間接的に機能する需要量のコントロールを考えている。また、同時に、このような節水給水制限方式が長期間にわたる場合、水需要者の中には、次第に節水に対して非協力的になり、これを逆に需要を増加させることを欲求する行動があることに着目し、これを非節水化行動規定プロセスとして組み込んでいる。このようにして、水需要者が節水および非節水行動によって、自らの

潜在需要をコントロールした結果、実際に使用される水量を、「顕在需要量」と定義する。

以上のプロセスを水需要構造を掌する部門を「水需要セクター」と称することを示す。

3)

前述した給配水メカニズムの基本的な構造は、図-1に示される。二の中で重要なフィードバックループは次の3つである。



給配水メカニズムは、以上のように需給ギャップ(水不足)を埋めるために作動するわけである。なおループI・IIは、このギャップを小さくする負のフィードバックループであり、ループIIIは逆に大きくする正のフィードバックループである。

#### 4) シミュレーション結果

SD手法による、シミュレーション計算の結果は、図-2・図-3に示される。これらにより、次の事柄を結論として得ることができた。

① 豊中市を対象として、実証的な分析を言及した結果、渇水状況の変化とともに需要活動は、かなりの不満を示すが、一方で、節水効果も大きくなってくるほど、実際にみられた現象を十分に説明できた。また、1つのアウトプットである給水量の変動パターンは、実績パターンと定性的・定量的にもよく一致していることが示された。

② 節水認識の遅れや、不満度の評価において設定したパラメータは、計算値に大きく影響するが、一部のパラメータは、ある範囲内で動かしても、計算値に大きな変化はなかった。

③ シミュレーションでは、フィードバックループI・IIを内生化したケースとこれを外生化したケースを比べて、計算を行ったが、いずれの場合も大きな変化はなく、また必要とあれば二つのフィードバックループ機構を内生化することが可能であることがわかった。

④ 以上の結論から、給配水メカニズムの解明と、そのシミュレーションにおいて、SD手法によるモデル化するその妥当性が確認できた。

図-1 渇水期における給配水メカニズム

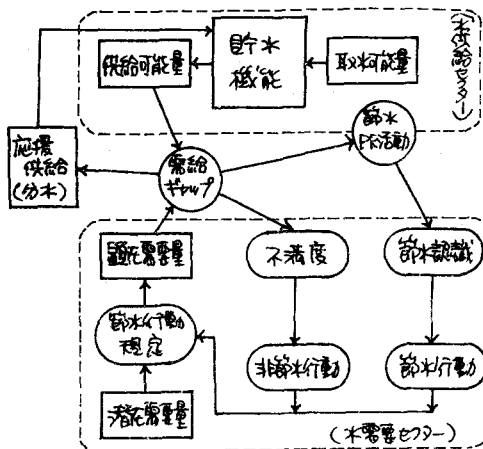


図-2 ループI・II外生化モデルの変動パターン

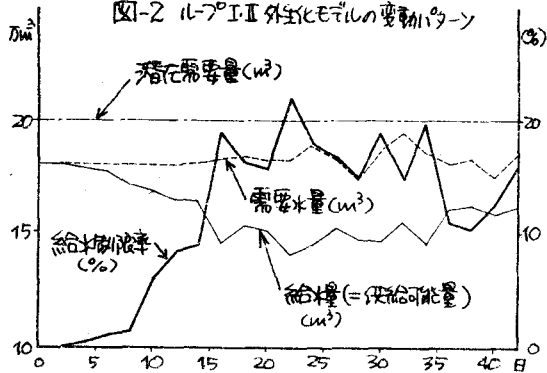
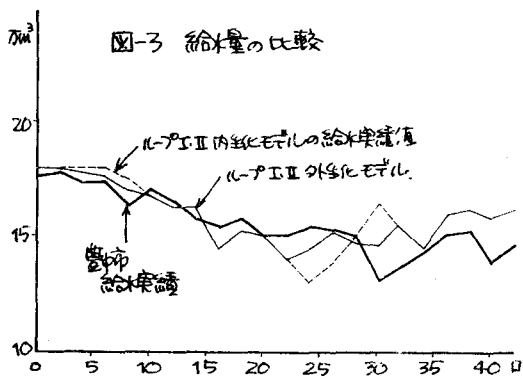


図-3 給水量の比較



参考文献

(1) 日建設計：渇水時に伴う水利用意識調査報告書、昭和三十九年3月