

S.Dモデルによる水量管理に関する一考察

京都大学工学部 正 員 高 棹 琢 馬
 京都大学工学部 正 員 池 淵 周 一
 大 林 組 正 員 〇 園 淳 生

① はじめに

本研究は、従来別個に扱われることが多かった水量・水質問題を同一のものとして総合的にとらえ、質・量の両面にわたってバランスのとれた合理的な水資源計画を策定するうえで必要となるいくつかの指針を与えようとするものである。

② システムの目的と範囲

その対象と、水資源問題を考えるうえで将来とも特に問題となる工業用水のフローに限定し、それを中心として構成されるシステムを考え、水量の側面からは、工業用水の供給源として重要性を持つと考えられる工業用水道の開発と、水質の側面からは、河川の水質汚濁防止のカナメとなる下水道の整備を柱として、システム・ダイナミックスの手法を用いることによって、いくつかの政策変数ともいえる外生変数を組み込んだモデルを作成して一つの展開を試みる。システムの目的はそれらの外生変数の変化にともなう水の供給構造や河川の汚濁状況、およびその変化過程に及ぼす影響を定量的に表わし、その結果必要な工業生産を可能にし、人間生活を営むのに十分なだけの水資源を確保しながらしかも廃水の排出先である河川の環境基準を守っていくためには、どのような手段を用いて、いかなる政策ルールによって実施していけばよいのかを見い出すことにある。

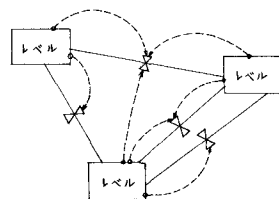
③ システム・ダイナミックスとその基本的概念

上のような目的を満たしてくれる手法の一つとしてシステム・ダイナミックス(S.D)がある。S.Dはフィードバック・ダイナミックスを取り扱う一群の理論と定義され、以下の三つの特徴を持っている。(i)時間の流れを入れたダイナミックなとらえ方をする。(ii)システムにおける関連部門の間の相関を有機的に表現する。(iii)システムがもつ動特性、およびその影響をはっきりと見ることが出来る。

つぎにS.Dモデルの基本的な構造と計算の方式をそれぞれ図1、図2に示す。本研究はこうしたS.Dの特徴を十分考慮して対象のモデリングを行なった。

④ 水利用問題のシステム・ダイナミックスモデル

モデルの作成にあたっては、本研究の主旨を十分に反映させるため、水供給部分・水需要部分・河川の汚濁過程に関する部分の三つのサブシステムを柱としてつぎの7つのレベルを導入した。①利用可能な開発水量②工業用水道による供給量③工業出荷額指数④上水



□ ; レベル
 ⊗ ; 意志決定機構
 — ; フローの通路
 - - - ; 情報の通路

図1

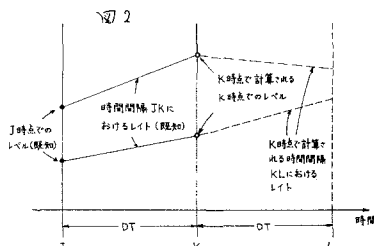


図2

道用水供給量⑤下水道普及率⑥工場廃水の下水道流入率⑦下水の再利用による供給量 これらのレベルにはそのフローを決定するレートが作用し、例えば一例として工業出荷額のレートでみると、その要因はシステム内より一義的に決定できず工業成長率という形で外生的に与えられ、しかもモデル内からのフィードバックとして水資源からの制約条件が意志決定機構内に入るので、これらの大小関係によってこのレートは決定される。その他のレートも個々の状況に応じに形の意志決定が行なわれるが、ここでは紙面の関係上省略する。またフローが通路を流れるときの遅れ、つまり意志決定から計画完成までの時間遅れと1次、2次指数遅れなどで示される応答のパターンについても考慮する。完成したトータルシステムは図3のようになる。

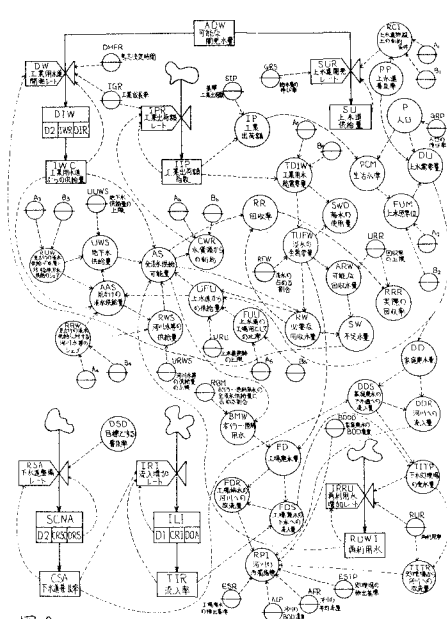


図3

このなかで種々の流れをつなぎ合わせて閉回路を構成しているのがインフォメーションフィードバックループであり、システム全体の動きを決定するうえで重要な役割を果たす。

5 シミュレーションの結果と考察

図3のモデルを用いて、外生変数を変化させることにより、各種の場合を想定したシミュレーションを行なった。その結果以下のことが言えよう。まず水の需給構造からみると今後回収水の大幅な増加が見込まれ、工業用水源としての依存度はますます高まる。また工業用水道による供給に関しては、工業成長率といった政策的な要素に大いに影響されるが、需要を賄うためには、回収水につく供給量を賄うことになる工業用水道の整備が必要となる。その他の水源については、多少の量的な差はあるにせよいずれも同様のパターンで限界に達していくと考えられる。需要面の工業生産についても概して工業成長率の与える影響は大きい。システム内からのフィードバックである水資源からの制約がかなり有効に働いたため成長率に一致するような大きな増加はなかった。しかし再利用による水供給へのフィードバックが考慮されたときには、成長率に匹敵するような方向に進む。最後に下水道整備については、確かに整備の進行状況によって河川の汚濁指標が鋭敏に影響されることがわかった。しかしながら汚濁防止の観点からすると、下水道整備・下水の再利用・排出基準の強化などの手段が考えられるが、結果的には個々の手段はそれぞれに汚濁防止に貢献はするが、単独の手段によっては決して究極的な解決策とはならなかった。

6 あとがき

総量規制を考慮したシミュレーションも行なったが、成長率が大きく落ちるなどの問題点が残された。今後の方向として個々の外生変数のシステム内での有機的な関連性をさらに追求し、それらを組み合わせる形で一つの最適な政策が生み出されていくと考える。