

流域ツーミュレーションモデルの構成とその利水計画への適用

京都大学防災研究所 正員 池端周一
 京都大学工学部 正員 小尾利治
 京都都市市正員〇石川進
 清水建設 正員 喜森敏

1. はじめに 本研究は、水資源計画における諸問題に対処するため、降雨から河川表流水・地下水まで含め大量的把握はもうろこし、水質も考慮した総合的水循環システムモデルの作成を行ない、流域の水利用に対する影響を観察しようとするものである。さて、流域ツーミュレーションモデルを利水計画に適用する方法を示し、将来の水資源計画策定への有力な情報の提供をはかる。

2. ノード=リーチ表現 流域をノードとリーチの連続系として表現する方法は既にMITで行なわれているが¹⁾、本研究では降雨から地下水までの空間的要素をもとり入れた流域モデルを開発し、流域を產生・利用・排出・交換システムよりなる単純系として表現した。(fig-1 参照) 図中の降雨ノードは各部分流域への降雨を表し、流域ノードと連結により降雨ノードより降雨システムが形成されている。また流域ノードは降雨から流域への変換過程を内蔵したものとしてとらえることができ、河道の合流ノードとの結合によって流域システムを構成している。ただし、実際的な利用可能水は実線によるリーチ表現をし、実際の水の移動はあるものの利用可能水としては認識しがたい場合は破線によってリーチを表してある。また、時間ユニットは季節特性および計算時間、精度の点より、1ヶ月が妥当である。

3. 水循環システムモデルの構成 (1) 降雨システム；月降雨量がひと月前の降雨量および流域内他の地点の降雨量と極めて相関が高いことより、マトリックス法²⁾による多地点降雨ツーミュレーションモデルを用いた。すなわち、ひと月遅れの多地点線形回帰モデルであり、季節・地域間の相關性の保持をはめている。(2) 河道流出システム；流域をいくつかの小流域に分割し、河道への流量を次式のようく流域貯水池による貯留量の関数として算定する。すなわち

$$Q_{(t)}^N = K_N \times \{ S_{(t)}^N + R_{(t)}^N - EVAP_{(t)}^N \} \quad (1)$$

ここで K_N は流域 N の貯留係数、 $S_{(t)}^N$ は流域貯水池の期間 t における期首貯留量、 $R_{(t)}^N$ は降雨量、 $EVAP_{(t)}^N$ は蒸発散量である。(3) 地下水システム；流域貯水池を自由地下水層と考え、複数地下水層との間の相互作用を主として漏水現象としてとらえると水文式は、

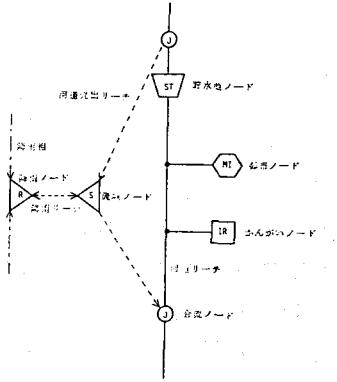


fig-1 ノード・リーチ表記

$$\sum_i (h_i - h_0) \times Y_{ib} = A_B \times \frac{\partial h_0}{\partial t} + d_B \times (H_B - h_B) \quad (2)$$

$$Y_{ib} = \frac{k_{ib} \times S_{ib}}{L_{ib}} \quad (3)$$

となる。ここで A_B は流域 B の面積、 H_B は自由地下水位、 h_B は被圧地下水位、 k_{ib} は流域 i と B の透水係数、 L_{ib} は中心間距離、 S_{ib} は通水断面積である。(4) 水質シミュレーション；水質評価指標として、BOD、COD、DO をとりあげ河川の自浄作用だけを考慮して 1 次あるいは 2 次の線形回帰モデルとする。

4. 木津川流域への適用 以上の理論を比較的データ豊富な木津川流域に適用した。

詳しくは講義時述べるが fig-2 は生産での流量を 50 ケース、シミュレーションした結果と実測値を比較し平均したものである。

fig-3 は岩倉橋～鳥ヶ原大橋の間での BOD の濃度の変化をシミュレートした結果である。さもなく、fig-4, fig-5 はこれらのパラメータを用いて、昭和 50 年での水利用状態、および昭和 60 年での需要予測をおこなった場合に対してのシミュレーション結果である。すべてのケースにおいて、流域のどの施設においても湯水は起らなかった。この点より木津川流域では、流域内に集大なる水利用を必要とする施設が存在しないこと、いいかえると、水量に関してまだ余剰能力があるといえる。

5. 利水計画への展開 流域の水資源開発、利用の代替案
6. 本研究で展開した流域シミュレーションモデルを適用することにより、各代替案の物理的・経済的效果を評価することができるよう、本研究では、流域における各施設の水利用をバランスよく保つことに留意して利水計画の策定を行った。(fig-6 参照) 図中の渦水確率や T_{sim} をシミュレーション期間、 N_d を漏水回数とするとき式により求まる。

$$P = \frac{N_d}{T_{sim}} \quad (4)$$

6. はしがき 本研究は月単位での流域シミュレーションモデルの構成法とその利水計画への適用について考察したものであるが、今後は、データの集積によってより精度の高いシミュレーションモデルをつくるとともに、より水系あるいは近畿圏を対象とした本域利水計画へと拡張していきたい。

参考文献 1) R. Lenton, K. Streeter. Theoretical and practical characteristics of the MIT river basin simulation model. MIT, 1977.
2) R. Bras, J. Cardova. Introductory note on operational hydrology, MIT 1978.

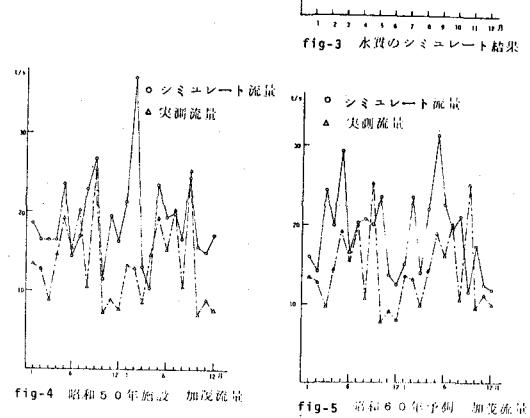
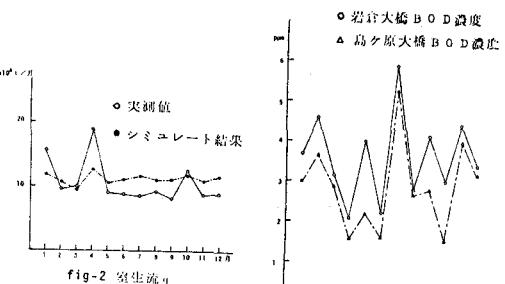


fig-2 生産流量

fig-3 水質のシミュレート結果

fig-4 昭和 50 年始段 加茂流量

fig-5 昭和 60 年予測 加茂流量

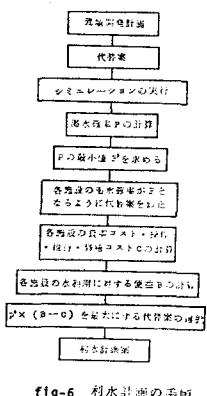


fig-6 利水計画の手順