

II-61 分布型流出モデルにおけるタンクパラメータの無次元化

東北大学工学部 学生会員 ○木村 公生
株式会社パスコ 加藤 宏康
東北大学大学院 正会員 真野 明

1. はじめに

近年気象や地理関連の全球データセットの整備が進み、インターネットを通じて入手可能なものも増えてきている。加藤ら(2004)によって ISLSCP Initiative I の降水量データと地理データとを組み合わせ、大陸規模河川の数日単位の洪水ピーク流量まで評価できるモデルが構築されている。

本研究では加藤らによって構築されたモデルの問題点であったタンクパラメータの無次元化を行い、個々の流域に依存しない汎用的な洪水流出モデルの構築を目的としている。

2. 流出モデルの構成

地下の流出現象を表現するために、図-1 に示す 2 層のタンクを設置した。これらは中間流と基底流に関連する土壌層を想定している。地表に到達した降雨は以下の式に従って流出する。

まず降水量から蒸発散量を差引いた値として定義された有効降水量 q_{re} は、式(1)で表される土壌の飽和度に従って $\lambda_1:1-\lambda_1$ の割合で時間遅れなしに河川に流れ込む表面流と上層タンクへの浸透流に振り分けられる。上層からの流出水は $\lambda_2:1-\lambda_2$ の割合で中間流と下層タンクへの浸透流に振り分けられる。各タンクからの流出量 q_n はダルシー則に従い式(2)のように表される。但しダルシー則では表現できない現象を考慮するために全流域上下タンクで共通の係数 c を掛け合わせた。各タンク内の水収支は式(3),(4)で表され、単位面積からの総流出強度は式(5)のように各流出成分の和で表される。

$$\lambda_n = h_n / h_{\max, n} \quad (1)$$

$$q_n = c \cdot k_n \bar{l} \cdot h_n / (h_{\max, 1} + h_{\max, 2}) \quad (2)$$

$$\phi_{e,1} \frac{dh_1}{dt} = (1 - \lambda_1) q_{re} - q_1 \quad (3)$$

$$\phi_{e,2} \frac{dh_2}{dt} = (1 - \lambda_2) q_1 - q_2 \quad (4)$$

$$q_{run} = \lambda_1 q_{re} + \lambda_2 q_1 + q_2 \quad (5)$$

ここで、 h_n はタンク内の水深、 $h_{\max, n}$ はタンクの深さすなわち土壌深、 k_n は透水係数、 $\bar{l}$ は副流域内メッシュの平均動水勾配、 $\phi_{e,n}$ は有効間隙率、 n は 1→上層、2→下層を表す。地下水面が地表面と平行であると仮定して動水勾配には地表勾配を代用した。共通定数 c は、宜昌での流出波形の比較から決めた。

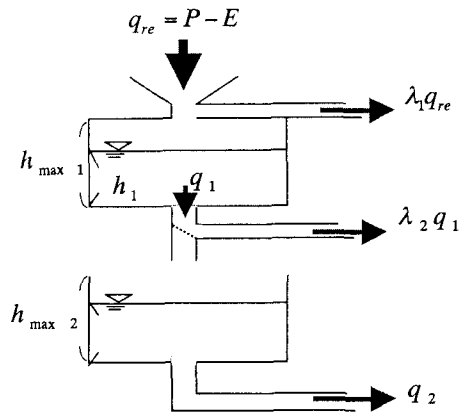


図-1 地下流出サブモデル

3. 対象領域

長江上流域の流域面積は約100万km²の領域に本モデルを適用した。

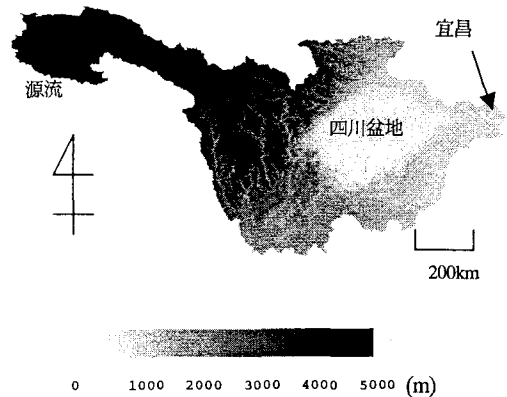


図-2 対象流域の標高分布

4. タンクパラメータの無次元化について

加藤らのモデルで流出を表す式に用いられていたパラメータ c は、次元を持ったパラメータであった。しかし今回のモデルでは流出を表す式をタンクの深さで割ることにより、 c を無次元のパラメータとして用いている。

タンクの深さで割ることの意味として、まず加藤らのモデルでは各タンクからの流出強度はタンク内の飽和状態に関係なく、透水係数と副流域内メッシュの平均動水勾配のみで決定されていた。そのため動水勾配の小さい四川盆地周辺では各タンクの飽和度が大きくなり、表面流出強度が大きく評価されていた。そこで各タンクからの流出強度にタンクの飽和状態に関連させることを目的として今回のモデルでは流出を表す式をタンクの深さで割って用いている。

5. 結果と考察

流出再現計算は ISLSCP の気象データに対応する 1987 年 1 月 1 日から 1988 年 12 月 31 日まで行い、観測流量との比較を行った。Yichang(宜昌)は長江上流域の流域端に位置する。図-3~4 に観測流量と計算流量の比較結果を示す。観測流量データに関しては、日平均値である。図-3~4 の観測流量からわかるように、長江上流域からの洪水は、洪水ピーク流量も含めてよく表現できている。

長江上流域からの洪水は、春過ぎに増加し秋に減少してゆく半年単位の長期間続く洪水と、数日単位のピーク流量が重なって生じている。

5. まとめ

今回のモデルでは、加藤らのモデルでの問題点であったタンクパラメータの無次元化を行なうことができ、貯水量、斜面勾配、透水係数という物理的なパラメータを用いて地表面下の水文過程を表現可能であり、大陸規模河川の数日単位の洪水ピーク流量を評価できる、河川流域に依存しない流出モデルを構築できた。

流出を表す式をタンク深さで割ることにより、各タンクからの流出強度にタンク内の飽和度に関連させることができた。今後は、流出現象をより正確に表現できる精度の高いモデルの構築を目標とする。

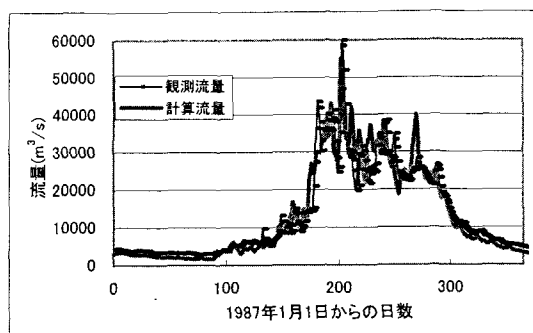


図-3 Yichang での流量比較結果(1 年目)

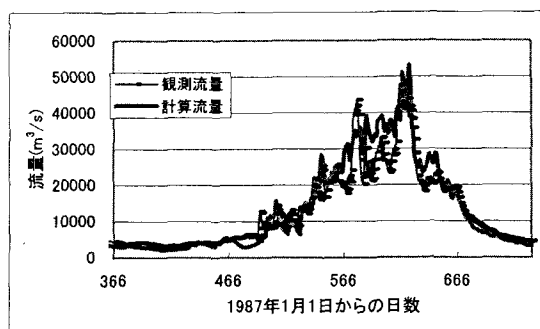


図-4 Yichang での流量比較結果(2 年目)

6. 参考文献

- 1) 加藤宏康, 真野明, ダルシー則を用いた分布型タンク流出モデルの提案 - 長江上流域への適応 - 東北大学大学院修士論文, 2004,
- 2) Reynolds, C. A., T. J. Jackson, and W. J. Rawls, Estimating soil water-holding capacities by linking the Food and Agriculture Organization soil map of the world with global pedon databases and continuous pedotransfer functions, WATER RESOURCES RESEARCH, vol.36, no.12, pp.3653-3662, 2000.
- 3) Jabro, J. D., Estimation of saturated hydraulic conductivity of soils from particle size distribution and bulk density data, ASAE, pp. 557-560, 1992.
- 4) Rawls, W. J., and D. L. Brakensiek, Prediction of Soil Water Properties for Hydrologic Modeling, Watershed Management in the Eighties, ASCE, pp. 293-299, 1985.