

第II部門 陸面水文モデルと流出モデルとの結合に関する基礎的研究

株式会社 銭高組 正員 ○ 眞木康州 京都大学防災研究所 正員 立川康人
京都大学防災研究所 正員 椎葉充晴 京都大学大学院工学研究科 正員 田中賢治

1. 本研究の目的 現在、提案されているSiB¹⁾等の陸面水文過程モデルでは、対象領域からの流出は、河道、あるいは、対象流域外に一方的に流出するものとしてモデル化している。果たして、こう考えてよいのだろうか、流域の土壤が非常に乾燥していて、かつ、河道区間の貯留量がある程度多い場合などにおいては、河道から流域へ水が流れ込むこともあるのではないだろうか。こういった考えから、本研究では、流域の土壤含水量と、対象流域中の河道区間の貯留量との関係に着目して、陸面水文過程モデル(SiBUCモデル²⁾)と河道追跡モデルとを結合し、流域と河道との水分移動のインタラクションをモデル化する。そして、その結合モデルを用いた数値シミュレーションによって流域と河道との水分移動の相互作用が蒸発量の推定値に及ぼす影響について調査する。

2. SiBUCモデルとKinematic waveモデルとの結合 図1に結合する際概念図を示す。ここで、この結合モデルにおける土壤と河道での動水勾配 ∇h は以下の式で決定されると考える。

$$\nabla h = -\sin x + \frac{0 - \psi_3}{L} + \alpha \frac{\beta s - l}{L} \quad (1)$$

ただし、 $\sin x$ は重力ポテンシャルの勾配を表し、 ψ_3 は流域の土壤第三層のマトリックポテンシャルを、 l は流域の土壤厚さの中の水に相当する部分の厚さを、 s はKinematic waveモデルによって計算される河道区間の貯留量を流域面積で割った値(長さの次元)を、 L は流域から河道までの平均的な距離をそれぞれ表すものとする。また α, β は流域ごとに決定されるチューニングパラメータである。本研究においては、流域を一边が10000(m)の正方形と考えているので、流域から河道までの平均的な距離は2500(m)と考えて $L=2500$ としている。また、 $\alpha=100, \beta=2$ とした。

なお、土壤層と河道間の透水係数を k_{34} とし、

$$k_{34} = \frac{D_3 \cdot k_3 + s \cdot k_s}{s + D_3} \quad (2)$$

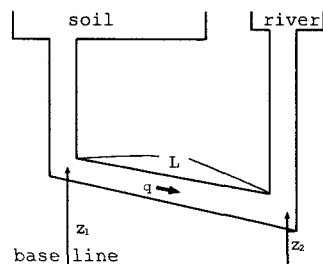


図1 結合モデルの概念図

で求められるものとした。ただし、 $k_3 = k_s(w_3)^{12.8}$ 、(k_s は飽和定数、流域の土壤第三層の厚さを D_3 とする。これらを用いて、 q_3 は以下の式で与えられる。

$$q_3 = -k_{34} \nabla h \quad (3)$$

これに流域面積 $10^8(m^2)$ をかけて、これを河道への側方流入量として与える。

図2に、 $W_1(t), W_2(t), W_3(t), s(t)$ の計算手順を示す。ただし、 W_1 は土壤第一層の含水量、 W_2 は土壤第二層の含水量、 W_3 は土壤第三層の含水量、 s は河道区間の貯留量を流域面積で割った値、 q_3 は土壤第三層から河道への単位面積あたりの流量、 P_1 は表層への降水の浸透量、 P_c はキャノピーへの降水の浸透量、 P_g はグランドカバーへの降水の浸透量をそれぞれ示すものとする。

3. 数値シミュレーションの結果 土壤が、乾いているとした場合の数値シミュレーションの結果を図3～図7に示し、この結果からわかることを以下に述べる。

まず、図5、図6から結合モデルにおいては、河道から土壤第三層に水が流入し、その影響が、土壤第三層の含水量にすぐに反映されていることがわかる。そして、図4からは、河道から土壤第三層に水が流入した影響が、約30時間の遅れをもって土壤第二層に反映していることがわかる。なお、図3と図7においては、もとのモデルと結合モデルの実行結果の

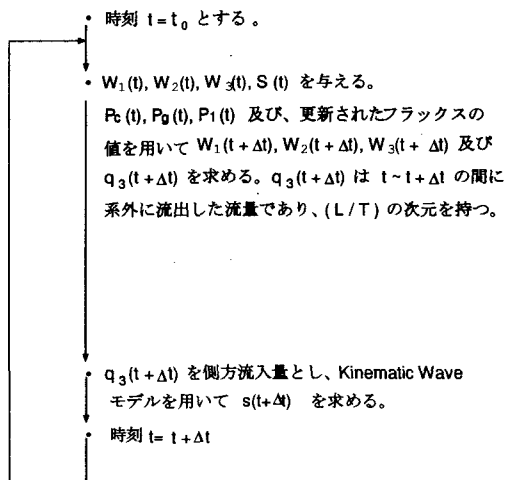


図2 結合モデルにおける計算手順

間にほとんど違いが見られない。これはシミュレーションの期間が4日間という短い期間であるために、河道から土壌第三層に流れ込んだ水の影響が、土壌第一層にまでは反映せず、それ故、蒸発量にも違いが見られなかったのだと考えられる。

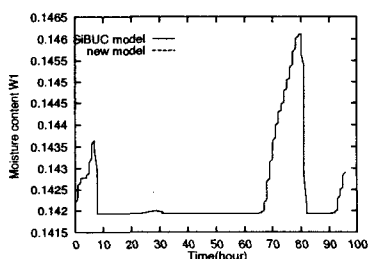


図3 W_1 の時間変化

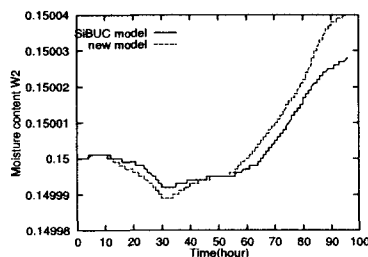


図4 W_2 の時間変化

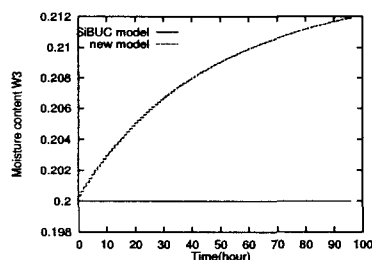


図5 W_3 の時間変化

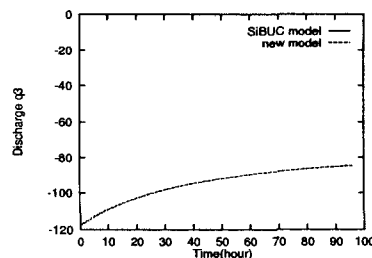


図6 q_3 の時間変化

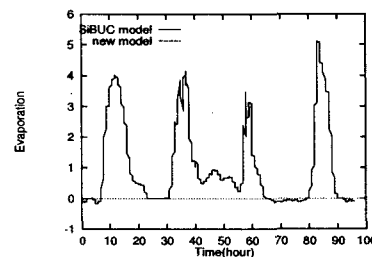


図7 蒸発量の時間変化

4. おわりに 本研究によって得られた結果から、土壌が乾燥している場合、河道から流域の土壌第三層に水が流れ込み、それが、土壌第二層へと伝わっていくことを確認できた。

参考文献

- 1) P. J. Sellers : A Simple Biosphere Model (SiB) for Use within General Circulation Models, Journal of the Atmospheric Science, vol. 43, no. 6, pp. 505-531, 1985.
- 2) 田中賢治・池淵周一：都市域・水体をも考慮した蒸発散モデルの構築とその琵琶湖流域への適用, 京都大学防災年報, vol. 37 B-2, pp. 299-313, 1994.