

陸面過程モデルと河道流追跡モデルで構成される 統合型水循環モデルを用いた河川流量推定における低水部の再現性向上に関する検討

京都大学大学院工学研究科 正会員 ○萬 和明
 京都大学大学院工学研究科 学生会員 神棒 淳志
 京都大学大学院工学研究科 正会員 市川 温
 京都大学大学院工学研究科 正会員 立川 康人

1 はじめに 気候変動による水災害の激甚化が懸念されており、特に洪水災害の顕在化が指摘されている。適切な水資源管理のためには将来気候条件下における河川流量を精度よく把握する必要がある。そこで、陸面過程モデルにより流出量の参照値を作成することにより、将来気候推計情報から得られる流出量のバイアスを補正する手法が開発されている¹⁾。しかし、参照とした流出量の渇水年での精度が十分でないことを理由として、河川流量の低水部分については同バイアス補正手法の適用可能性は言及されていない。そこで本稿では、陸面過程モデルによる流出量の作成手法を調整し、低水部を対象とした河川流量の推定精度の向上を試みることにした。

対象は日本の九州地方であり、河川流量の評価地点は筑後川瀬ノ下地点と大淀川柏田地点である。

2 統合型水循環モデル

2.1 概要 大気場を入力条件として、物理法則で表現される統合型水循環モデルを用いて河川流量を計算する。本稿では先行研究¹⁾と同様に、陸面過程モデルと河道流追跡モデルから構成される統合型水循環モデル²⁾を用いる。

2.2 陸面過程モデル 陸面過程モデルには SiBUC (Simple Biosphere including Urban Canopy) を用いた。入力データは先行研究¹⁾と同様である。すなわち、大気境界条件は JRA-55 再解析、APHRO JP 降水データ、Surface Radiation Budget 放射データを使用した。標高は HydroSHEDS、土地利用は GLCC の SiB2 カテゴリー、土壌パラメータは EcoCliMap、植生パラメータは GLASS の各データを使用した。

2.3 河道流追跡モデル 河道流追跡モデルには、kinematic wave 理論に基づく1次元河道流追跡モデル 1K-FRM-event を用いた。入力データは先行研究¹⁾と同様であり、標高と流下方向は HydroSHED から得た。1K-FRM-event では、モデル格子の集水面積に応

じて山地斜面と一般河道を区分し、異なる粗度係数を設定することで流量流積関係の違いを表現している。山地斜面と一般河道を区分する集水面積の閾値は 50 km²、山地斜面の粗度係数は m-s 単位系で 0.5 に設定した。なお、本稿で用いる 1K-FRM-event では貯水池操作を考慮しない。

3 河川流量の観測値 筑後川は九州地方最大の一級河川である。流域面積は約 2,860 km²、治水基準点の瀬ノ下地点での集水面積は約 2,290 km² である。一方、大淀川の流域面積は約 2,230 km²、治水基準点の柏田地点での集水面積は約 2,130 km² である。柏田地点は感潮区間に位置するため、低水の評価対象は集水面積が約 1,560 km² の高岡地点に設定した。

基準点の河川流量は水文・水質データベースで公開されているが、流域内には複数のダムが存在するため観測された河川流量には貯水池操作の影響が含まれている。ダム諸量データベースで流入・放流量が公開されており基準点から直上流に位置するのは、筑後川流域では、松原ダム、寺内ダム、山神ダムであり、大淀川流域では、岩瀬ダム、綾北ダム、綾南ダムであり、岩瀬ダムのみが高岡地点の上流に位置する。本稿では、河川流量に対する貯水池操作の影響を除去するため、流域に存在する上記ダム群による流入量と放流量の差分を観測流量に加えた、差し戻し流量を求めた。以後、これらを河川流量の観測値として用いる。

4 低水部の再現性向上に関する検討 先行研究で指摘される通り、統合型水循環モデルによる河川流量の再現性は渇水年を除いて良好である。詳細に分析した結果、洪水年でも低水部はモデルが過小評価であることが分かった。そこで、渇水年を含む低水部における再現性の向上を試みた。

低水部におけるモデルの過小評価を改善するためには、透水・浸透性を高める方法が考えられる。しかし、透水係数を増加したり、勾配を大きく設定したりと、

キーワード 水循環モデル, 河川流量, 低水, 再現, 陸面過程モデル, 河道流追跡モデル

連絡先 〒 615-8540 京都市西京区京都大学桂 C1

Email: yorozu [at] hywr.kuciv.kyoto-u.ac.jp

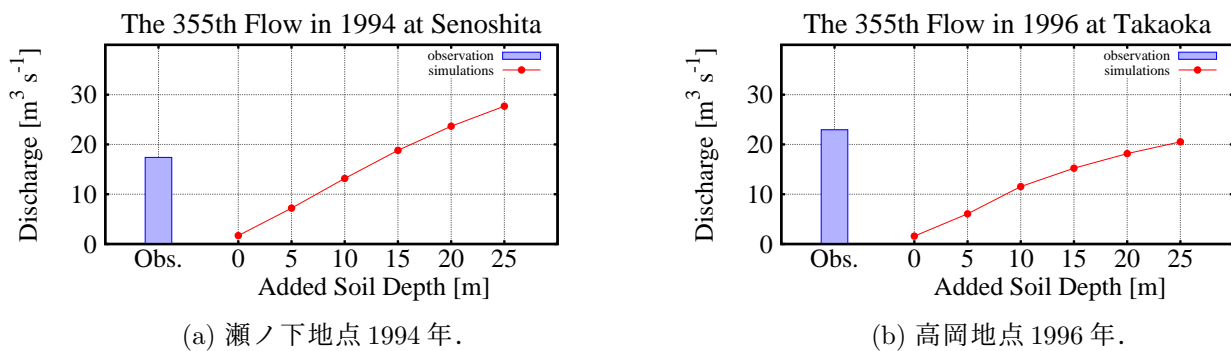


図1 湧水流量の土壌層厚の違いによる再現性比較. 青棒が観測値. 赤線が計算値.

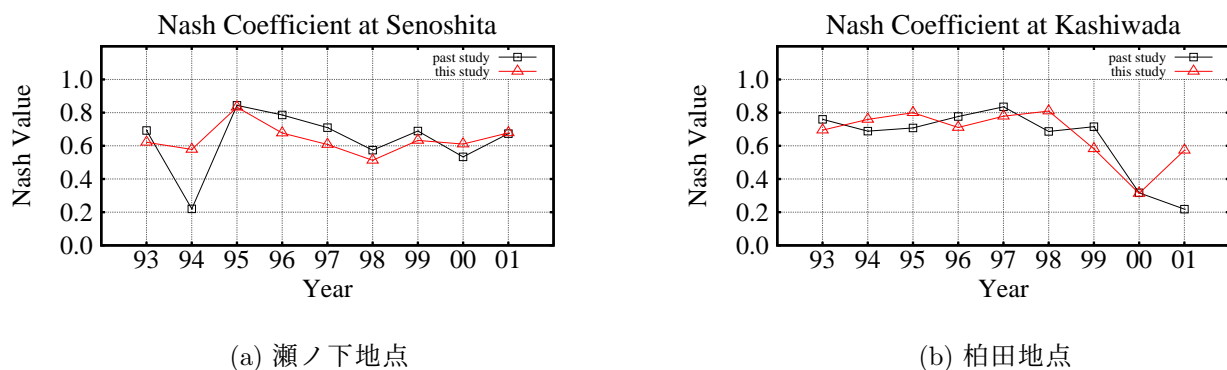


図2 河川流量の再現性比較. 黒線四角印が先行研究の場合, 赤線三角印が土壌層厚を厚くした場合.

いくつかの実験を行ったが, モデルの過小評価を改善できなかった. そこで, 透水・浸透性はそのままに, 土壌の貯水性を高めることにした. 具体的には, 陸面過程モデルの土壌層厚を5 m刻みで厚くすることにした.

5 検討結果と考察 土壌層厚を5 m刻みで厚くした結果, 湧水流量の推定結果がどのように変化したかを図1に示す. 同図では左端に観測値を棒グラフで, 土壌層厚を変化した結果を線グラフで, それぞれ示している. 同図より, 土壌層厚を厚くすることにより, 湧水流量が増加することがわかる. 本稿における結果からは, 筑後川流域では土壌層厚を15 m, 大淀川流域では土壌層厚を25 m, それぞれ厚くすることで, 湧水流量の再現性をもっとも良い結果となる.

次に, 土壌層厚を15 m厚くした場合に, 河川流量の推定結果がどのように変化したかを図2に示す. 同図には, 先行研究による結果も合わせて示している. 同図より, 瀬ノ下地点の1994年, 柏田地点の2001年でNash指標の改善が確認できる. また, 土壌層厚を厚くした場合でも, 特に豊水年においてNash指標の値が大きく変化しないことがわかる.

以上より, 土壌層厚を厚くすることにより, 河川流

量の全体的な再現性を低下させることなく低水部における再現性の向上が可能であると考えられる. ただし, 土壌層厚を10 m以上も厚く設定することは現実的であるとは言い難い. 本稿で用いた水循環モデルでは地下水を考慮していないことから, 現実よりも厚い土壌層厚を設定することで, 便宜的に地下水の効果を表現しているのではないかと考察している.

6 おわりに 統合型水循環モデルによる河川流量推定において, 先行研究で課題となっていた低水部の再現性の向上に取り組んだ. 検討の結果, 土壌層厚を厚く設定することで, 全体的な河川流量の再現性を低下させることなく, 湧水流量の再現性を向上させることができた. 土壌層厚を厚く設定することの妥当性に関する検討が今後の課題である.

参考文献

- 1) 萬和明, 市川温, 立川康人: 流出量に対するバイアス補正手法の開発, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.76, No.2, I.79-I.84, 2020. Doi: 10.2208/jscjhe.76.2.I.79.
- 2) Yorozu, K. and Tachikawa, Y.: The effect on river discharge estimation by considering an interaction between land surface process and river routing process, *Proc. of the International Association of Hydrological Sciences*, 369, 81-86, 2015.