

## バイアス補正を考慮するカルマンフィルターを導入した実時間流出予測 Real-time flood forecasting incorporating Kalman filter with bias correction

- 立川康人・佐山敬洋・平田智行・寶 馨
- Yasuto Tachikawa, Takahiro Sayama, Tomoyuki Hirata, Kaoru Takara

This study develops a new data assimilation technique for distributed rainfall-runoff models by applying Kalman filter incorporating bias correction. The method considers spatially distributed river discharge as the state variables, and updates them with their covariance matrix. In the conventional Kalman filter, the effects of the filter tend to diminish easily due to the bias from rainfall-runoff models. To avoid the problem, the proposed method incorporates bias correction in Kalman filter algorithm. It updates bias estimates and their covariance matrix based on observed discharge. The application to the Katsura river basin shows that the improvement in flood predictions by incorporating bias correction.

### 1. はじめに

中小河川を含めた流域全体の洪水予測を目指して、筆者らはこれまで淀川流域を対象とした広域分布型流出予測システムを開発してきた。現行のシステムでは、6時間先までの予測雨量を入力し、リアルタイムで河川流量を予測する。今後、予測精度を向上させるためには、リアルタイムで取得する河川流量のデータを、いかに合理的にモデル出力と同化するかが課題である。同化手法のひとつであるカルマンフィルターは、これまでも集中型流出モデルに適用され、数多くの実績をあげている。一方、これを分布型流出モデルに適用する場合には、克服すべき課題がまだまだ数多い。例えば、空間分布する土壌水分量のすべてを状態量とみなした場合、淀川流域のような大流域への適用は、計算量が膨大となり実用的ではない。一方、河川流量だけを状態量とみなして更新する方法では、流出モデルの状態量を更新しないので、予測のリードタイムが長くなれば予測結果は流出モデルの計算結果とほぼ一致することになる。こうした問題を克服する方法として、本研究では、バイアスを考慮するカルマンフィルター（以降、バイアスカルマンフィルター）を河道の洪水追跡モデルに適用し、広域分布型流出予測システムのデータ同化を行う。

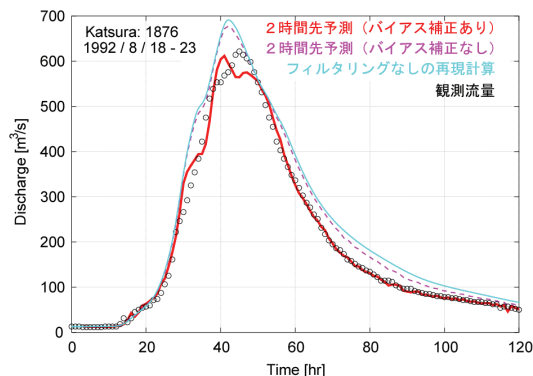
### 2. バイアスカルマンフィルターの広域分布型流出予測システムへの適用

通常のカルマンフィルターが状態量と誤差の共分散行列を時間更新するように、バイアスカル

マンフィルターはこれに加えて状態量のバイアスとバイアス推定の共分散行列を時間更新する。そして、予測した値からバイアスを差し引いた値を推定値とする。広域分布型流出予測システムは、流域内の河道を約3 km毎に分割している。今回、バイアスカルマンフィルターを適用するにあたり、線形の式で記述できるマスキンガムクンジモデルを各河道区分の洪水追跡モデルに適用した。

### 3. 桂川流域への適用

提案する手法を桂川流域の洪水予測に適用した。バイアス補正をする場合としない場合の2時間先の予測結果を比較する（下図）。補正をしない場合の予測結果はフィルタリングなしの再現計算にほぼ近い値となる。これは、流出モデルからの予測結果にバイアスを含むためである。一方、バイアス補正をした場合は、2時間先の予測結果が観測結果とより近い値になっており、バイアス補正の効果を確認することができる。



図：カルマンフィルターでバイアス補正をする場合としない場合の2時間先の洪水予測結果