

北上川流域および筑後川流域における流域スケールの雨水貯留量推定

東北大学大学院環境科学研究科 学生会員 ○杉井 健太郎

東北大学大学院環境科学研究科 正会員 小森 大輔

1. はじめに

流出解析法としては予報期間の観点からモデルを作成する手法や、降雨と流出間の関係から求める手法等がある。これらの場合モデルのパラメータやモデルの構造に不確実性が含まれるという難点がある。一方で水収支式を用いて流域の貯留量 S を推定する方法は、蒸発散量 ET や流域貯留量 S 、流域貯留量の変化量 dS/dt を間接的にしか求める方法がなく、その推定値には不確実性がある。

Kirchner¹⁾は流域貯留量の推定法として、河川流量を利用して貯留量を求める方法を提案している。夜間・無降水期間といった、降水量、蒸発散量が少ない場合、また流量が降水量、蒸発量に比べ非常に大きく、降水量、蒸発量が無視できる場合を用いて、流域の貯留量を推定する方法である。横尾ら²⁾はこれを日本の流域に適応した。日本では北日本と南日本とでは降水強度が異なり、流出特性が異なると考えられる。本稿では平成29年7月九州北部豪雨で被害のあった北九州の筑後川における3流域と、平成27年9月関東・東北豪雨、平成28年台風第10号で被害を受けた、東北の北上川における3流域に適応しその流域特性の地域差を見ることを目的とする。

2. 研究手順

データは水文・水質データベース³⁾上のダムの流入量と降水量を用いた。対象流域の場所を図1に示す。対象期間は2013年から2017年の5年間である。流量の抽出条件として、蒸発散量の少ない、夜間の19時から5時までを対象とし、降水があった2時間前から6時間後までを除外した。

Kirchner¹⁾の貯留量導出法としては、まず流量 Q は貯留量 S の関数だとし(1)、これを水収支式(2)に代入し、流量 Q が降水量、蒸発散量 ET よりも非常に大きいという仮定を元に式を変形する(3)。観測データから、 a と b の値を求め、さらに式を変形し、貯留量 S を流量 Q の式で表す(4)。

$$Q = f(S) \quad (1)$$

$$dS/dt = P - ET - Q \quad (2)$$

$$-dQ/dt = aQ^b \quad (3)$$

$$S - S_0 = \frac{1}{a} \frac{1}{2-b} Q^{2-b} \quad (4)$$



図1 対象流域

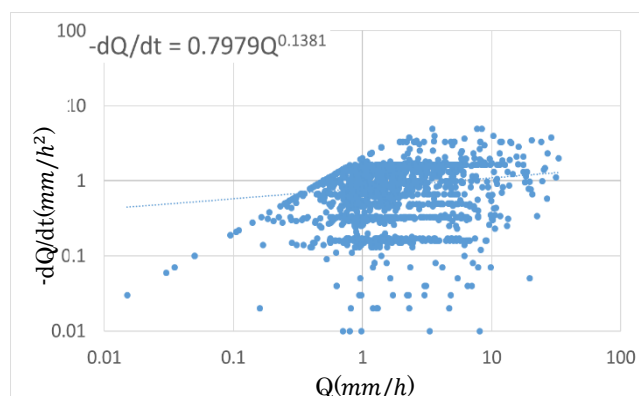


図2 寺内ダムの貯留量と貯留量変化の関係

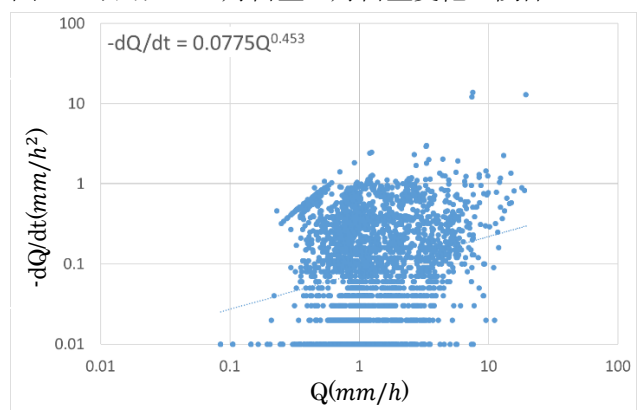


図3 江川ダムの貯留量と貯留量変化の関係

3. 結果

筑後川流域の3流域で行った分析の結果が図2、図3、図4であり、北上川の3流域で行った。分析の結果が図5、図6、図7である。プロット数はそれぞれ 2379

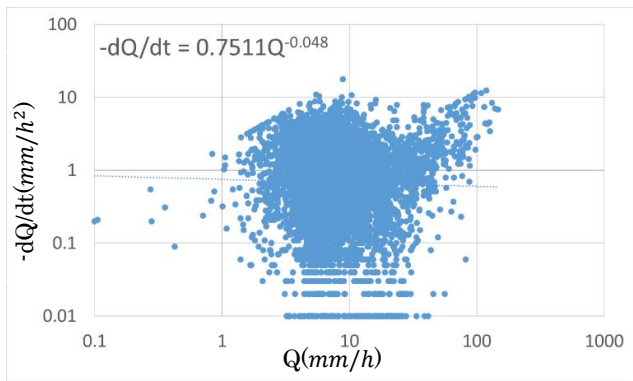


図4 下笠ダムの貯留量と貯留量変化の関係

点(寺内ダム), 3722 点 (江川ダム), 6102 点(下笠ダム), 5794 点(四十四田ダム), 5411 点(御所ダム), 5164 点 (田瀬ダム)であった。筑後川の平均プロット数は 4068, 北上川では 5456 点であった。

回帰式の b の値は流域の流量の遞減傾向を示しており, それぞれ 0.1318(寺内ダム), 0.453 (江川ダム), -0.048(下笠ダム), 0.8149(御所ダム), 0.1634 (四十四田ダム), 0.1737 (田瀬ダム)であった。下笠ダムを除く, 5 流域で貯留量と貯留量変化の間には正の相関があることがわかった。

4. 考察

b の値の大小は筑後川と北上川との間で大きな差はみられなかったが, 流量と流量変化のプロットの様相には大きな違いが見られた。

プロット数が北上川で多かったのは降水イベントが少なく, 抽出条件に当てはまる時間が長かったからであると考えられる。北上川流域で流量変化が少ない場合のプロットが多かった理由として, 北日本の流域では降水の回数が少なかったため, 中間流出や地下水流出が流量を決定付ける状態である時間が多かったのではないかと考えられる。

一方で, 北上川の 3 流域で流量変化が大きいプロットが多いまとまりが見受けられた。これは降水に対して土壌の保水力を上回り, 直接流出が卓越している状態が表されている可能性がある。

5. 結論

本研究から以下の結論を得た。

- 1) 北上川では抽出した時間数が筑後川の抽出した時間数より多く, 降水の頻度に差があり, それにより分析に偏りができる可能性がある。
- 2) 北上川の 3 流域では流量変化が大きいプロット郡と, 流量変化が小さいプロット郡がみられたが, 筑後川の 3 流域ではそのような集合は見られなかった。
- 3) 上記の違いは北上川における流出特性と筑後川における流出特性には違いを表している。

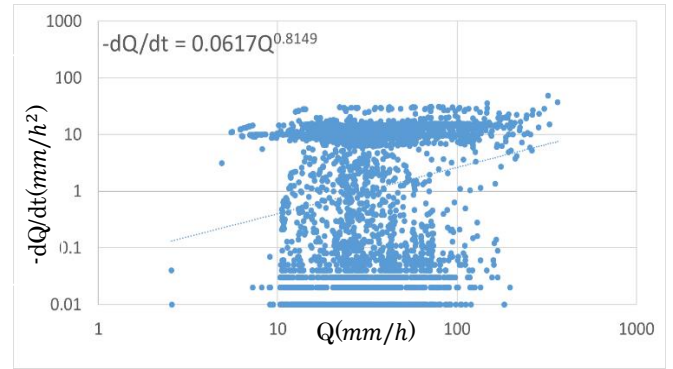


図5 御所ダムの貯留量と貯留量変化の関係

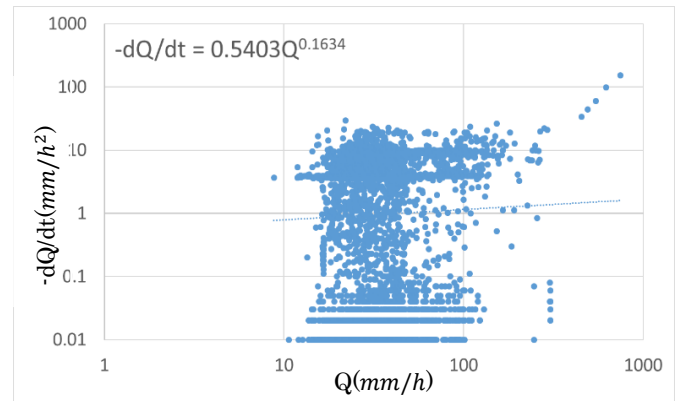


図6 四十四田ダムの貯留量と貯留量変化の関係

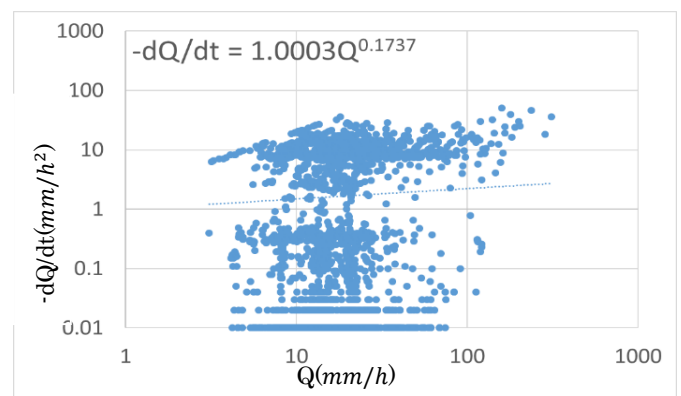


図7 田瀬ダムの貯留量と貯留量変化の関係

6. 謝辞

本研究は, NEXCO エンジニアリング東北の支援により実施された。ここに記して, 感謝の意を示す。

7. 参考文献

- 1) Kirchner, J. W. (2009). Catchments as simple dynamical systems: Catchment characterization, rainfall - runoff modeling, and doing hydrology backward. *Water Resources Research*, 45(2) W02429
- 2) 横尾善之, 小林秀平, 川崎雅俊. (2012). 日本の山地流域における貯留量変化および貯留能の推定に向けた基礎的検討. *土木学会論文集 B1 (水工学)*, 68(4), I_475-I_480.
- 3) 国土交通省 水文・水質データベース (<http://www1.river.go.jp/>)