

途上国で入手が容易な衛星雨量と河川水位を用いた流出解析手法の構築

徳島大学大学院 学生会員 ○田中颯馬 徳島大学大学院 正会員 田村隆雄
徳島大学大学院 正会員 武藤裕則

1. 目的 洪水予警報などの避難警戒体制の構築には、流出解析により推定されたハイドログラフを使用する。しかし、途上国では河川水文観測所の整備・維持管理が十分ではないため、流出解析の入力データとして必要な地上観測雨量と河川流量のデータが乏しい。そのため、このような地域でも洪水評価・予測のためのツールとして、入手が容易な水文情報を用いた流出解析手法が求められている。そこで本研究では、地上雨量と河川流量の代わりとなる水文データを用いて流出解析を行う。まず地上雨量に関して、世界のほぼ全域を均一な精度と解像度でカバーしている衛星雨量の代用が考えられる。しかし、衛星雨量は過小評価される傾向にあるため、現地の限られた地上雨量による補正方法を提案する。次に河川流量に関して、より入手が比較的容易な河川水位を代用するために、H-Q 式内蔵型流出モデル¹⁾を使用する。衛星雨量と河川水位により、氾濫注意水位への到達時刻を精度よく再現した洪水水位ハイドログラフを推定することを目的とする。

2. 洪水イベント まず、本研究で提案する流出解析手法の妥当性を検証するために、那賀川（川口ダム-和食観測所）流域[約 90km²]における 2014 年台風 11 号、2015 年台風 11 号に伴う洪水水位ハイドログラフを再現する。次に、降雨の面的な偏りが再現結果に及ぼす影響を検証するために、吉野川岩津上流域[約 2,880km²]における 2004 年台風 10 号、16 号、21 号、23 号に伴うダム操作無しの場合の洪水水位ハイドログラフを再現する。**図 1** に流域の概要、**図 2** に 2004 年洪水に対する氾濫注意水位到達 1 時間前の時間雨量を用いて面的な偏り及び変動係数 CV を示す。

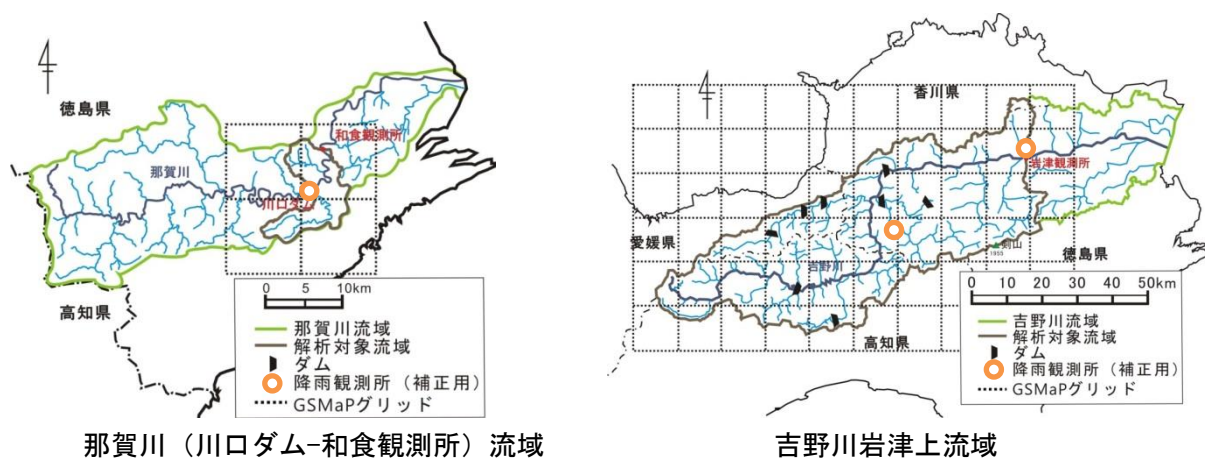


図 1 解析対象流域

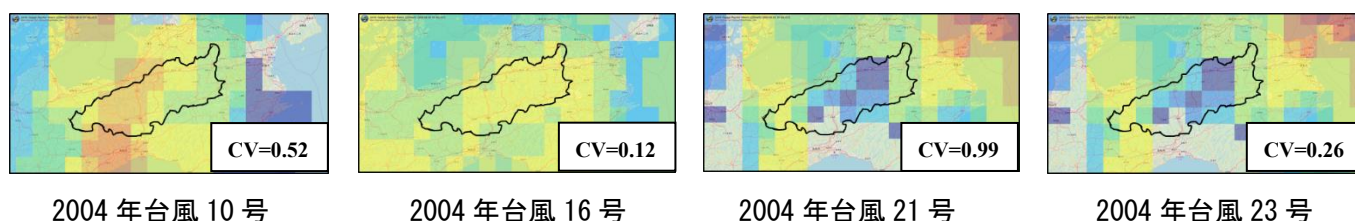


図 2 降雨の面的な偏り（氾濫注意水位到達 1 時間前の時間雨量）

3. 流出解析の手法 地表面流分離直列 2 段タンクモデル、斜面部からの横流入を考慮した修正 Muskingum-Cunge 法を組み合わせた分布型流出モデルにより衛星雨量から河川流量を推定し、H-Q モデルにより河川水位を推算する。その推定水位が観測水位に一致するように、これらのモデルパラメータを同定する。

4. 使用する衛星雨量の特徴及び補正方法 本研究では、衛星雨量として空間分解能が緯度経度 0.1° 格子（図 1 の点線）と時間分解能が 1 時間の GSMaP²⁾を使用する。衛星雨量は過小評価される傾向があるため、本研究で

は式(1)に示すように現地の限られた地上雨量を用いて補正する。補正にはベトナムの水文観測体制を参考に、図1の橙丸に示すように那賀川（川口ダム-和食観測所）流域では川口降雨観測所、吉野川岩津上流域では岩津降雨観測所と一字降雨観測所の12時間雨量を使用する。手順としては、まず雨量計の適用範囲をディセン分割により決める。次に、雨量計があるGSaPグリッドにおいて12時間地上雨量と12時間衛星雨量の差から衛星雨量の不足分を求める。最後に、不足分をGSaPグリッドごとに衛星雨量で重みづけして元の衛星雨量に加える。

$$R_{cor}(t_1) = R_{sat}(t_1) + \frac{R_{sat}(t_1)(R_{gro}(t_2) - \sum_{t_1=1}^k R_{sat}(t_1))}{\sum_{t_1=1}^k R_{sat}(t_1)} \quad \text{式(1)}$$

$R_{cor}(t_1)$ ：補正衛星雨量， $R_{gro}(t_2)$ ：地上雨量， $R_{sat}(t_1)$ ：衛星雨量

k ：観測頻度(hr) [$k=12$]， t_1 ：時間雨量， t_2 ：現地の観測頻度に応じた累積雨量

4. 本流出解析手法の妥当性の検証 那賀川（川口ダム - 和食観測所）流域における2014年台風11号と2015年台風11号に関して、本モデルにより推定したハイドログラフを図3に示す。氾濫注意水位8mに到達する時刻は、両洪水イベントとも実績と同時刻であり、本手法は妥当であると確認できた。

5. 降雨の面的な偏りが再現結果に及ぼす影響の検証 吉野川岩津上流域における2004年に発生した4つの洪水イベントに関して、本モデルにより推定したハイドログラフ及び氾濫注意水位到達の遅れ時間を図4に示す。氾濫注意水位到達1時間前の時間雨量の変動係数が1以下の洪水イベントに関して、地上雨量による推定時刻に比べて氾濫注意水位到達の1～3時間遅れで推定された。

6. まとめ 本研究では補正衛星雨量と河川水位を用いた流出解析手法の妥当性及び、降雨の面的な偏りが再現結果に及ぼす影響を検証した。流域面積が小さい流域[約90km²]における氾濫注意水位到達時刻は実績と同時刻であり、本手法は妥当であると確認できた。また流域面積が大きい流域[約2,880km²]における氾濫注意水位到達1時間前の時間雨量の変動係数が1以下の洪水イベントに関して、地上雨量による推定時刻に比べて氾濫注意水位到達の1～3時間遅れで推定された。実際に適用する際には、流域面積や降雨の面的な偏りなどにより、氾濫注意水位到達時刻の誤差、特に推定時刻よりも早く到達する傾向があることを理解することが必要である。

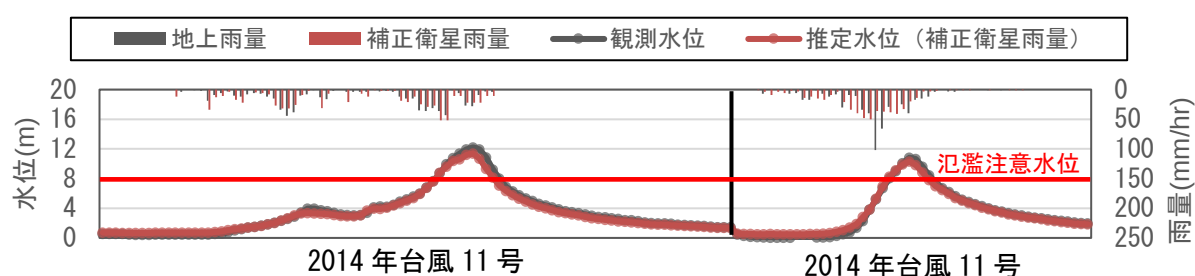


図3 那賀川和食観測所における水位ハイドログラフ

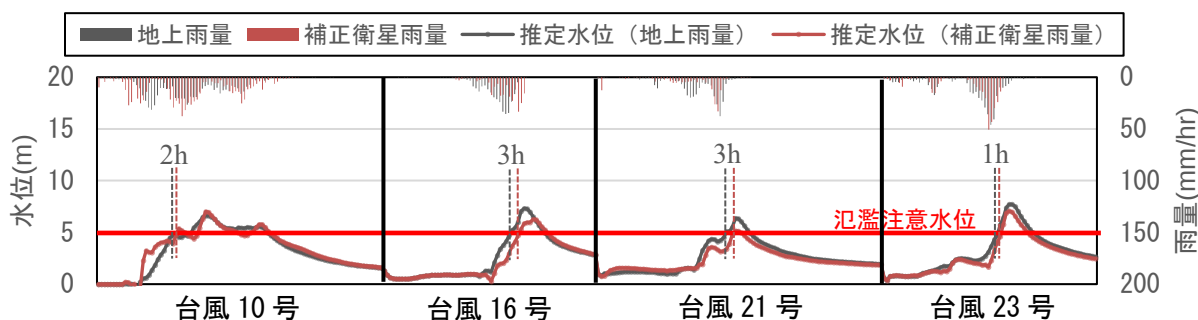


図4 吉野川岩津観測所における水位ハイドログラフ

参考文献

- 1) 田村隆雄ら；雨量・水位データを使用したH-Q曲線の作成方法，平成18年度自然災害フォーラム論文集，pp. 1-8, 2006.
- 2) JAXA ；世界の雨分布速報（GSaP），https://sharaku.eorc.jaxa.jp/GSaP/index_j.htm