

狩野川流域における降雨流出モデルの構築

日本工営株式会社 ○村上 秀香・西 陽太郎・山崎 祐介・伊藤 隆郭
国土交通省 中部地方整備局 沼津河川国道事務所 村松 弘一・山口 博久・舩橋 良太^{※1}

※1：現 中部地方整備局 富士砂防事務所 調査課

1. はじめに

静岡県の伊豆半島の中央部に位置する狩野川流域は、天城山系から駿河湾へ流入する流域面積 852 km²、流路延長 46km、の一級河川である。流域内は活断層や火山堆積物等の脆弱な地質と急峻な地形を呈しており、昭和 33 年 9 月の狩野川台風では崩壊土砂が下流域へ流出する等、甚大な被害が発生した他、近年の台風や集中豪雨では小支川において小規模な斜面崩壊が発生している。

本流域では降雨流出・土砂流出の把握等を目的に主要な支川の下流部または合流部の計 12 箇所（図 1）に水位計と濁度計を設置しており、流域の降雨特性や土砂流出に関するデータが蓄積されている。一方、土砂洪水氾濫に関する検討も実施されており、観測データの氾濫計算等への活用が課題となっている。

土砂洪水氾濫等では氾濫地点を抽出するため各地点における流量（または水位）が重要である。既往の観測から各支川で降雨流出特性に違いが見られており、これらの降雨・流出特性を踏まえた流量の再現が必要である。また土砂洪水氾濫等への活用の他、今後の気候変動により雨の降り方が変化した場合、異なる降雨流出となる可能性があるため、これらの予測も重要である。

本検討では降雨を入力条件とし、各流域の降雨特性を考慮した流出解析モデルの構築を検討した。モデルの構築にあたり降雨条件や観測結果の精度向上を図るとともに、複数出水により観測結果の再現性を確認し、降雨規模の変化した場合も検証可能なモデルを検討した。

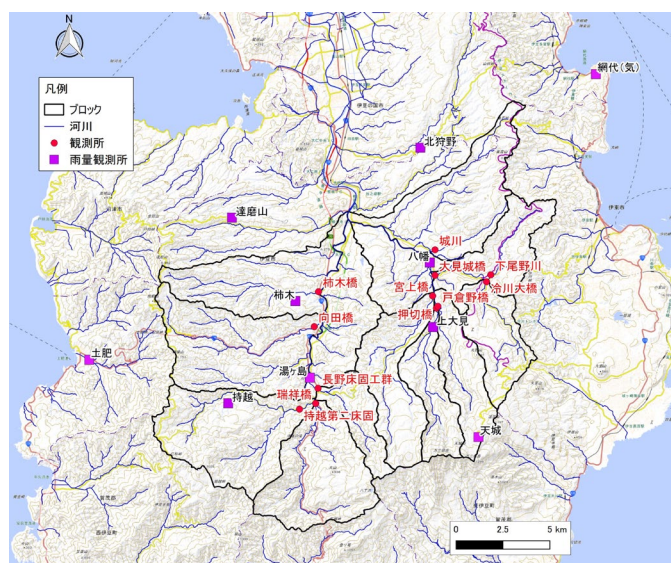


図 1 観測所（水位計・濁度計設置位置）

2. 計算条件

2. 1. 計算モデル

本検討では計算モデルとして、流域スケールを対象とする土砂流出モデル（山野井・藤田，2014）¹⁾を採用した。本モデルは、降雨流出モデル、土砂生産モデル、土砂供給モデル、土砂輸送・流出モデル²⁾が統合されている。降雨流出モデルは斜面を 2 層モデルとし、各層でキネマティックウェーブ法により斜面からの流出量を算出する。本検討では流域内の土砂生産・供給は考慮せず、降雨流出モデルによる流出計算を実施した。地形モデルは矩形斜面（単位斜面）とその接続する河道（単位河道）によって構成される（江頭・松木，2000）、単位斜面および単位河道は GRASS（GIS 地理情報システム）を用いて設定した。

2. 2. 降雨条件

各流域における降雨量の設定については、狩野川流域は広域に及ぶため、地上雨量計による一様な降雨条件では流域の降雨特性を考慮できない可能性がある。本検討では降雨条件の精度を向上させるため、流域の降雨分布を考慮できる解析雨量（気象レーダーと全国の雨量計のデータを組み合わせ、1km 四方で降雨量を解析したもの）を用いた。解析雨量は気象業務支援センターより提供されているものを使用し、対象流域の流域平均雨量を算出し、各斜面への降雨量として設定した。

解析雨量は地上雨量計に比べて降雨が大きくなる可能性があるため地上雨量と解析雨量の比較を行った。雨量の比較には解析雨量が取得可能な 2018 年以降で 24 時間雨量が上位 3 事例を抽出し、流域周辺に位置する 7 観測所について地上雨量計（国土交通省および気象庁）の時間雨量と各地上雨量計の包括範囲（ティーセン分割）における平均雨量を比較した。多くの観測所で地上雨量が解析雨量を上回っており、解析には各流域の当該地上雨量計への換算式を反映した時間雨量を用いた（図 2）。

2. 3. パラメータ設定

解析時に設定した各パラメータを表 1 に示す。感度分析により斜面層厚は 0.2m、浸透係数は 5×10^{-3} (m/s) および 5×10^{-4} (m/s) として設定した。

表 1 解析パラメータ

計算諸元	設定値
損失水頭 (mm/hr)	0.0
斜面のマニングの粗度係数 (s/m ^{1/3})	0.7
河道のマニングの粗度係数 (s/m ^{1/3})	0.04
有効降雨係数	0.9

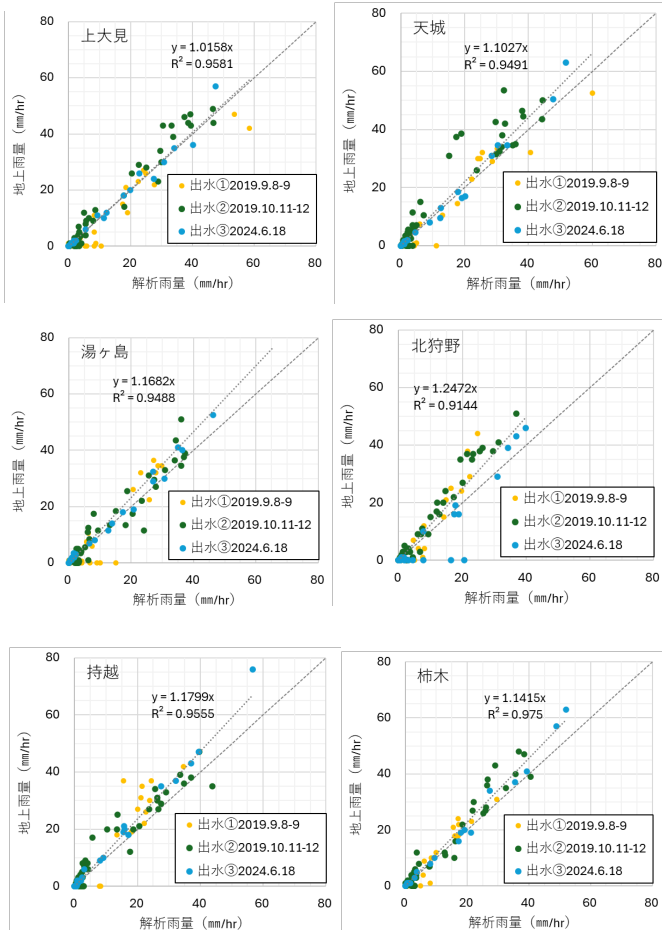


図2 解析雨量と地上雨量の比較

3. 解析結果

上記で設定したパラメータを用いて、2出水による降雨流出解析を実施し、降雨流出モデルの再現性を検証した。対象とする降雨は、流域内の雨量観測所で最も降雨量が多かった台風19号による出水（2019年10月11日～14日）と、昨年の台風10号による出水（2024年8月29日～9月2日）の2事例とした。

本検討では観測流量の精度向上を目的として、2024年8月31日に押切橋観測所と大見城橋観測所にて流量観測を実施している。流量観測では実測水位及び流速を計測し、H-Q曲線を算出した。本解析結果との検証には、流量観測により作成したH-Q曲線により算出した流量を用いた。

（図3）。観測流量と流出解析結果の比較は流量観測により観測流量の精度が向上した2観測所とし、本稿ではこのうち押切橋観測所の結果を示す（図4、図5）。

押切橋観測所では出水規模が異なるいずれの出水でもピーク流量は概ね再現できている。特に2024年出水の8月30日付近の流量の増加傾向は観測結果と一致している。減衰期は観測結果に比べて流量の低下が速い傾向があり、出水後半での降雨に対する流量の増加するタイミングが遅く、流量も小さくなっている。一方、増水期については再現性が高く、流量が増加するタイミング等も観測結果と一致している。

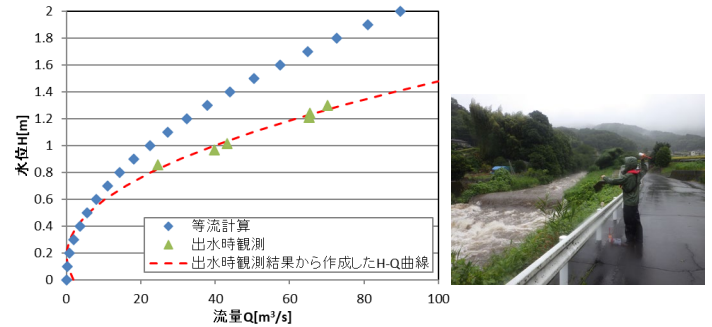


図3 出水時観測によるH-Q曲線算出（押切橋観測所）

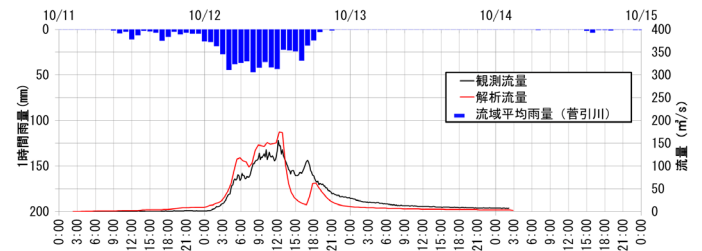


図4 観測結果との比較（2019年出水 押切橋観測所）

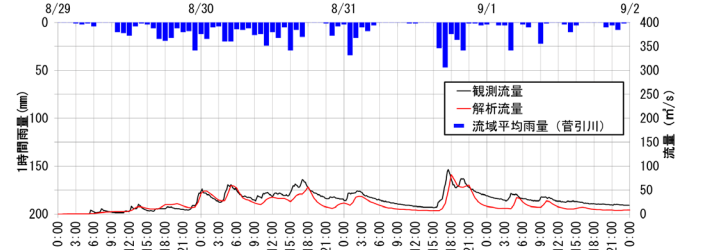


図5 観測結果との比較（2024年出水 押切橋観測所）

4. 結論

本検討では現地観測結果を踏まえた流量を用いて、降雨流出モデル再現性を検討した。降雨条件や観測流量の精度を向上させたことで降雨特性を考慮した流量の再現可能であることが示された。今後有意な出水があった場合は観測データとの比較によりパラメータの妥当性を適宜検証する必要があるが、本モデルを活用することで予測雨量や今後降雨規模が変化した場合の流出状況も検証できることが示唆された。また氾濫計算等での流量条件の設定として活用し、より流域の降雨特性に則した氾濫解析が可能になると考えられる。

参考文献

- 1) 江頭進治、松木敬：河道貯留土砂を対象とした流出土砂の予測法，水工学論文集，44，735-740，2000
- 2) 山野井一輝，藤田正治：土砂生産・土砂供給・土砂輸送堆積統合型モデルの開発と山地流域への適用，土木学会論文集 B1(水工学)，Vol.70，No.4，I_925-I_930，2014