

## 山地河川における CCTV 画像を用いた流量推定と水文動態の把握

筑波大学生命環境系 ○羽鹿孝文、内田太郎

## 1 背景

山地流域において、降雨と水流出の関係性の実態や決定機構を解明することは重要である。これまで、国内外で数多くの水文観測が実施されてきたが、大起伏な山地流域においては豪雨時の水・土砂流出が激しいことにより、観測機器が破壊されたり流失することがあるため、水文観測事例が乏しく水文データの蓄積が不十分である (Asano et al., 2020)。一方で、河川監視用のカメラ映像・画像データを用いることで、水位や流量を一定の精度で観測でき (藤田ら、2016)、水位計等による直接的な観測が困難な大起伏山地河川においては有用な観測手法であると考えられる。そこで、本研究では、これまで整理されてきた CCTV (Closed Circuit Television) 映像等による水位・流量のデータ (例えば坂井ら、2019) を収集したうえで、これまで水文観測が実施された流域の水文データと比較し、山地河川における CCTV の有用性を検討した。

## 2 方法

1991 - 2018 年にかけて、全国の国土交通省直轄砂防事務所で観測された CCTV による映像データ等を用いて、国土技術政策総合研究所により水位・流量に変換された 190 事例を解析対象とした。キャプチャ画像を目視で水位のピクセル座標を読み取ることで水位に換算し、床固工の水通しの設計に用いられる式を用いて流量に変換されている。雨量データは当該流域の雨量計及びレーダー雨量が計算されている。解析対象とした流域は 66 流域で、集水面積は 0.23 - 190 km<sup>2</sup> だった。本研究ではこれらの 66 流域について、起伏率 (流域の最高点と最低点の比高と水平距離の比) を計算した。また、坂井ら (2019) で対象とした 42 事例については、降雨開始・終了時刻や流出データの観測インターバルの整理、降雨・流出ピークの抽出、夜間の流出ピークの有無等を整理した。190 事例の雨量は 5 分毎の前 1 時間累積雨量が計算されていたため、後述の浅野 (2014) と比較するためアメダスの雨量観測値を収集し、無降雨継続時間を 6 時間としてイベントを分離したうえで、10 km<sup>2</sup> 以下の流域で観測されたイベントについて、日本の 126 の山地流域の降雨・流出データを網羅的に収集・整理し、特に 0.1 - 10 km<sup>2</sup> 程度の流域における観測が困難である実態を示した浅野 (2014) の結果と比較し、CCTV カメラの有用性を検討した。

## 3 結果と考察

## 3.1 CCTV により観測されたデータ

CCTV により観測された 190 事例は 295 に分割されたが、そのうち水位・流量が推定できたイベント数は 191 だった。総雨量と最大 1 時間雨量はそれぞれ 451 mm, 66 mm/h だった。CCTV カメラで観測された流域の比高は 487 - 3,430 m、起伏率は 0.059 - 0.64 だった。Asano et al. (2020) は、浅野 (2014) や集中して水文観測が実施されてきた斜面・流域スケールの観測事例を流域面積と起伏率から整理した (図 1)。0.1 - 1,000 km<sup>2</sup> の流域において、水文観測事例が豊富な起伏が穏やかな流域に加え、これまで水文観測事例がほとんどない

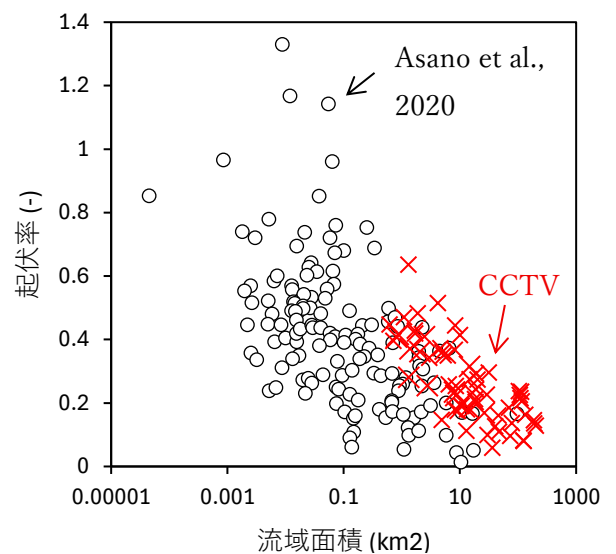


図 1 これまで水文観測が実施されてきた流域における流域面積と起伏率の関係 (Asano et al., 2020 に基づく)

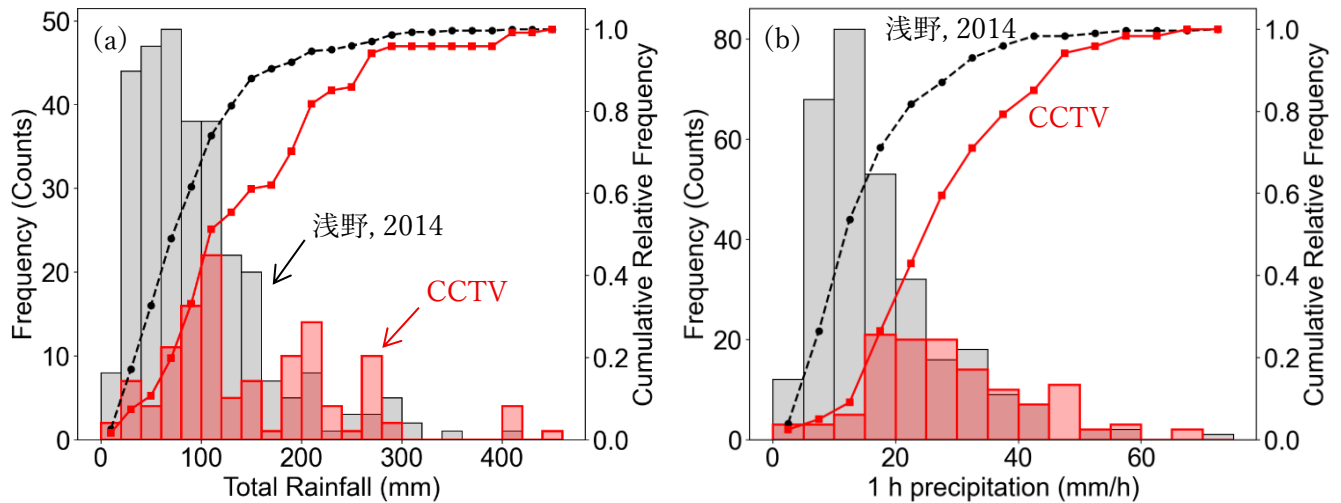


図2 浅野（2014）で収集された降雨流出データと、CCTVにより観測されたイベント数。(a)総雨量、(b)最大1時間雨量。

起伏の激しい山地流域でも、CCTVカメラを用いて水文観測ができることが示された。

### 3. 2 これまで観測されてきた1 - 10 km<sup>2</sup>の中規模流域との比較

CCTVで観測されたデータに関して、10 km<sup>2</sup>以下の流域で観測されたイベント数は121だった。観測されたイベントの最大総雨量は451 mm、最大1時間雨量は66 mm/hだった。CCTVにより観測されたイベントは、これまで水文観測が実施されてきた10 km<sup>2</sup>以下の流域において観測されたイベントとほとんど同等の総雨量・最大1時間雨量のイベントも観測されたが、より大きな総雨量・最大1時間雨量のイベントも観測された（図2）。ヒストグラムを比較すると、総雨量と最大1時間雨量の両方で頻度分布のピークは本研究事例のほうが右にシフトした。総雨量で見ると、既往の水文観測事例では400 mmを超えるイベントは1イベントしか観測されなかったが、CCTVを用いた観測により5イベント観測された。1時間雨量で見ると、既往の水文観測事例では40 mmを超えるイベントは12イベント、CCTVを用いた観測では25イベント観測された。このようにCCTVによるデータを活用することで、河川水に非接触で観測ができるため、これまで観測事例がほとんどなかった起伏の激しい流域（特に大起伏かつ中規模流域）において、より規模の大きい降雨流出データを蓄積できた。

## 4 結論

CCTVデータを活用することで、これまで水文観測事例がほとんどなかった起伏の激しい流域において観測ができること、さらに、これまで観測されてきたイベントより降雨規模の大きいイベントを観測できることが示された。今後は、CCTVデータを活用してより詳細な山地流域において、降雨と流出の応答をより詳細に解明する必要がある。

## 謝辞

本研究に用いたデータは、国土技術政策総合研究所から提供いただきました。ここに記して感謝の意を表します。

## 参考文献

浅野（2014）：日本の山地流域の降雨流出データ，水文・水資源学会誌；藤田ら（2016）：ゲリラ豪雨に対する都賀川の流出モデル開発と河川監視カメラを活用した水位流量ハイドロの検証，水工学論文集；坂井ら（2019）：山地河川の流出形態・流出場を考慮したCCTV等映像データによる流出解析、令和元年度砂防学会要旨集；Asano et al. (2020): Peak discharges per unit area increase with catchment area in a high-relief mountains with permeable sedimentary bedrock, Journal of Hydrology