

那智川流域における土砂動態観測技術の高度化

国土交通省 近畿地方整備局 大規模土砂災害対策技術センター ○柴田俊^{※1}
 国土交通省 近畿地方整備局 紀伊山系砂防事務所 小竹利明^{※2}、山田拓^{※3}
 国土交通省 近畿地方整備局 大規模土砂災害対策技術センター 木下篤彦
 株式会社パシフィックコンサルタンツ 松澤真、豊福恒平

^{※1} 現 長野県 姫川砂防事務所、^{※2} 現 国土交通省砂防部砂防計画課、^{※3} 現 (国研) 土木研究所 土砂管理研究グループ

1. はじめに

近年、流砂水文観測データの警戒避難への活用や土砂・洪水氾濫の検討活用への動きが高まっているが、そのためには観測データの精度の向上が求められる。土砂流出量を正確に把握するためには、同じく正確な河川流量の把握が必要となるが、那智川流域のような出水時に流量が増大する現場では、接触型の水位計等を常設することは難しく、非接触型の水位計や流量計の活用や浮子による流量観測が行われている。

しかし、流量観測（≒流速観測）は計測機器や環境により一定の誤差が見込まれ、一般には、最大で20～30%程度の観測誤差が想定される。また、H-Q曲線による流量算出を行う際に、H-Q曲線作成に用いた水位・流量観測データを大きく上回る規模の出水を対象とした場合、約100%オーダーの誤差が発生し得るという問題もある。

そのため、本研究では紀伊山系管内の那智川流域を対象とし、警戒避難や砂防計画に資するような高精度のデータを得ることを目的に出水期の流速観測、および流量算出手法の検討を行った。

図1に那智川流域の位置を示す。那智川流域では複数箇所でも流量観測を行ったが、今回は金山谷2号堰堤で行った観測を取り上げて紹介を行う。



図1 紀伊山系砂防事務所管内および那智川流域位置図

2. 水位流量曲線の検討

2.1 以前までの観測結果とその課題

流速観測は、流量観測の主構成要素であり、那智川流域の既存の観測では、高水流量観測手法として浮子測法あるいはPIVを使用している。両手法とも、適切な場で適切な方法を取れば精緻な観測が可能であるが、今回取り上げる金山谷川2号堰堤における過去の観測ではカメラを鉛直下向きに設置し、PIVを実施していた。そのため、カメラは河岸のごく近傍を撮影しており、得られる流速は壁面の影響を受けた流速であった。そうすると算出される流速は主流部の流速と大きく異なるという、観測上の課題が存在していた。

同時に、同観測場所では流量算出手法上での課題も存在していた。具体的には、単発の流量観測で精緻な流量データを得てH-Qを作成したとしても、観測データの無い範囲のH-Qについては精度を担保することが困難だという問題である。金山谷川2号堰堤では、観測流量の最大値が約4m³/sであるのに対し、H-Q流量の最大値は約14m³/sを算出しており、約3倍の外挿を行っていた。このような極端なH-Q外挿を行った場合には、100%オーダーの誤差が混入している恐れがある。つまり、流量の大きなタイミングでの観測を行えないがために、H-Q外挿において特に高水位のときの流量予測の精度が著しく低下しているという課題も存在していた。

2.2 水位流量観測とH-Q曲線の改善に

前述した課題を踏まえ、金山谷2号堰堤で行う流速計測手法を検討した。河川流量観測において実用化されている主な流速計測手法を図2に示す。これらのうち、非接触・自動連続の要件を満足する手法は電波流速計および画像解析手法となる。電波流速計は簡便であるのに対し、画像解析は流速の算定までに解析を要

することから、今回は流速計測手法として電波流速計を採用した。金山谷川2号堰堤付近は機器を常設可能な用地があったため、機器の固定設置による連続観測を実施した。

また、幅広い川幅のうち、ごく一部の流速データのみを計測する場合、未計測エリアの流速分布を精度良く推算することが流量観測精度を担保する上で重要である。DIEX法（Dynamic Interpolation and Extrapolation method、力学的内外挿法）は、現地観測により得られた離散的な「点」流速データから、流体の運動方程式に基づいて「面」流速データおよび流量を算出するための数値解析手法である。図3にDIEX法のイメージ図を示す。DIEX法では運動方程式に基づいた流速内外挿操作を行うことから流速データ数が少ない場合でも高い精度で流量算出が可能であり、観測コストを削減可能であることに加え、流速データの欠測が生じた状況や未計測エリアが存在する場合でも高精度の流量算出が可能である。そういった利点を踏まえて、今回はこの手法を採用した。以上の手段を用いて、2020/8/7から2020/10/6の間、長期連続観測を実施した。本観測期間中、9/25～26にかけて、従前の観測規模を大きく上回る総降雨量約320mmの出水イベントにおける計測に成功したため、高水位のときの流量予測の精度が低下してしまうという課題も解決することができた。

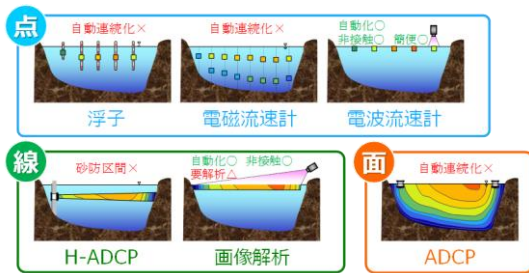


図2 実用化されている主な流速計測手法

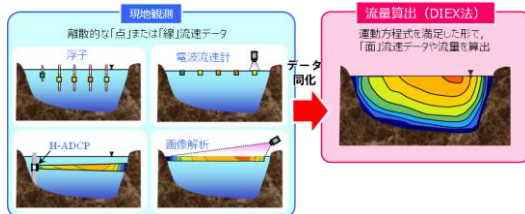


図3 DIEX法イメージ図

3. 流速観測結果

現地観測結果として、水位・雨量および流速の時間変化を図4に示す。これより、以下の三つの点が判

明した。1.流速データの変化は水位変動と類似しており、概ね安定的な計測ができていた 2.ピーク水位0.72mの出水イベントの計測に成功しており、既往観測の最高水位0.26mを大きく上回った 3.流速の最大値は6m/s程度である。こちらで得られた、流速の結果をもとにDIEX法によって流速分布・流量の推算を行った。その結果、金山谷2号堰堤において図5で示されるH-Q曲線が得られた。

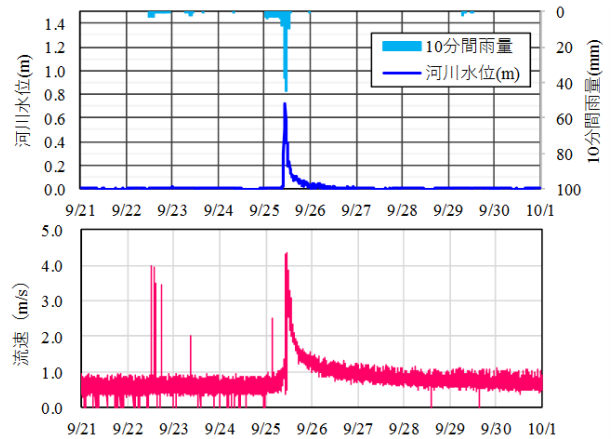


図4 金山谷川2号堰堤における水位・流量観測データ

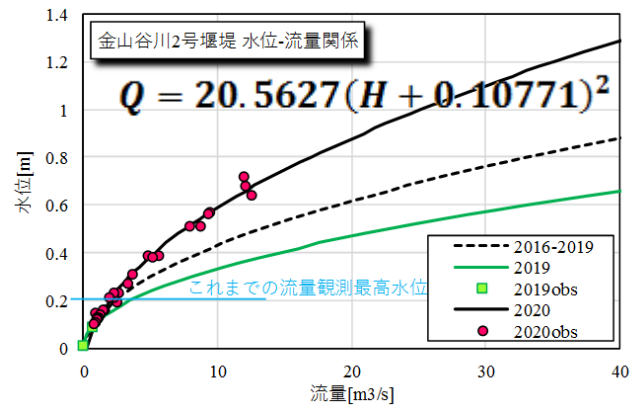


図5 金山谷川2号堰堤におけるH-Q曲線

4. まとめ・課題等

今回、既往観測の最高水位を大きく上回る出水イベント時の計測に成功し、H-Q曲線の大幅な改善を行うことができた。その結果、改善前のH-Qでは同じ水位でも流量を2倍程度過大評価していたことが分かった。今回の取り組みを行うことで、警戒避難や砂防事業計画に用いるのに十分な正確性を持った、流量を算出する手法が確定出来たと思われる。今後の課題としては、一か所にかかる労力やお金といったコストは通常よりも大きくなることであり、観測を実施する前に実施する箇所の選定が重要であると考えられ、同時に今後の手法の低コスト化が望まれる。