

山地河川の合流点における流況観測（その2）- 赤木川・和田川の事例 -

アジア航測株式会社 ○滝澤雅之, 岡野和行, 井之本 信, 吉安征香, 鈴木 心, 松田紋佳
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 竹下 航, 岸本優輝, 小林正直, 高原晃宙

1. はじめに

土砂の生産や流出が多い支川が合流すると、合流に伴う水位上昇や河床変動が合流点で発生し、土砂・洪水氾濫のトラブルスポットになる可能性がある。土砂流出抑制による土砂・洪水氾濫防止を目的とした砂防事業の推進にあたり、土砂流出の多い支川と本川の合流点における流況と河床変動を予測することは、重要であると考えられる。

岡野ほか（2024）は、熊野川流域の滝川・栗平川合流点を対象に、簡易観測機器による観測結果から、本支川流水の流下領域と本支川の流量比の関係を確認し、水路実験（岡野ほか：2021）で示された「本支川の流水の境界位置は、流量比と相関関係にあり、その関係は合流点の河床地形に影響を受ける」ことが実河川でも起こっていることを示した。水路実験や数値計算で認められる現象を実河川で定量的に検証することは、より精度の高いシミュレーションモデルの構築や土砂動態予測に資する基礎データとなり得るため、その蓄積は砂防事業において重要と考えられる。

本稿では、既往研究事例と同様に、山地河川の合流点にインターバルカメラと簡易水位計を設置し、得られた画像から本支川の流水が流下する領域を確認した結果を報告する。

2. 観測地点

調査対象箇所は、熊野川流域の赤木川・和田川合流点とした。当該河川は、本川となる赤木川と支川の和田川がほぼ正面から合流する特徴のある河川で、合流点の左岸側には砂州が発達している。合流点にはインターバルカメラを設置しており、合流点より上流には簡易水位計とインターバルカメラを設置している（図1）。



図1 対象箇所と観測機器

3. 観測方法

流量を算出するために、本支川の合流点直上流にデータロガー内蔵型の圧力式水位計（Onset 社製：HOB0U20）を設置し、10分に1回データの取得を行った。過去の観測動画にSTIV法（Fujita et al., 2007）を適用して算出した複数時期の流速と水位の関係から作成したHQ式を用いて、観測水位から時系列の流量を算出した。さらに、その結果を用いて本支川の流量比（支川流量/本川流量）を算出した。

また、インターバルカメラ（Hyke 社製：HykeCam SP2）を設置し、合流点の流水の状況を20分に1回10秒間動画で撮影することで、合流点での本支川流水の流下領域を把握した。さらに、動画から画像を切り出し、図2に示す直線と、動画から判読した本支川流水の境界線との交点を特定した。特定した交点と直線上の右岸端との距離を計測し、支川流水の流下領域の距離（以下、境界位置とする）とした。

また、和田川の観測水位を参考に、図3に示す測線における横断面に対してインターバルカメラの撮影時刻と同時刻の推定水位を設定し流下幅を測定した。推定水位は、和田川の水水位の観測値から水位計設置位置と合流点付近の河床高の差を減じて設定した。



図2 本支川流水の流下領域の境界

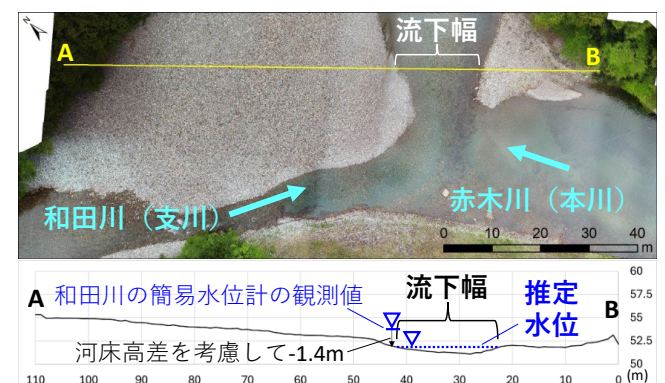


図3 横断測線の位置と流下幅測定の一例

4. 観測結果

観測は、主要出水と判断した2023年6月1～4日、8月14～17日、2024年8月28日～9月4日、9月29日～10月1日の4事例で実施した。

境界位置の観測結果と観測水位の関係を観測年別に整理した(図4)。2023年と2024年を比較すると、観測水位が0.5m～1.5m程度の時に、右岸側(赤木川)へ境界位置が偏る距離が変化している。また、観測水位が2023年より低水位の時でも2024年では、境界位置が中央付近となる観測結果もあった。2023年5月と2024年6月にUAVで撮影した写真からSfM処理で作成した三次元モデルを比較すると、砂州は平均的に1m程度低下していた。このことから、砂州が侵食等で縮小したことで、砂州による流下領域の規制が緩和したと考えられる。

観測対象の4事例について、境界位置、流下幅、流量比を時系列で整理した。整理結果から、岡野ほか(2024)が滝川・栗平川合流点で報告している結果と同様に、水位が高い時は流量比と境界位置の時系列変化の傾向が類似し、水位が低い時は、地形の規制を受けて境界位置が偏る傾向であった。水位が低いと流水が地形の影響を受けて流下幅が小さくなることから、流下幅が①60m未満、②60m以上80m未満、③80m以上となる3つに区分し、それぞれ流量比と境界位置の関係を整理した(図5)。その結果、①は、流量比に関係なくある一定の境界位置となり、②は、一部を除き概ね境界位置と流量比に関連性が認められた。③は、流量比に関係無く境界位置がばらついた。水位が高く流下幅が大きい時に流量と境界位置が無関係となるのは、赤木川・和田川合流点が正面からぶつかるように合流するため、洪水時は少しの条件変化で境界位置が乱れやすく、流量比との関連性が低下したためと推測される。

なお、今回のSTIV法による流速算出は、低水時のサンプル数が少ないため低水時のHQ式の適応性は低いと想定される。そのため、流量比と境界位置を定量的な式で関係づけるには、課題が残ると考えられる。

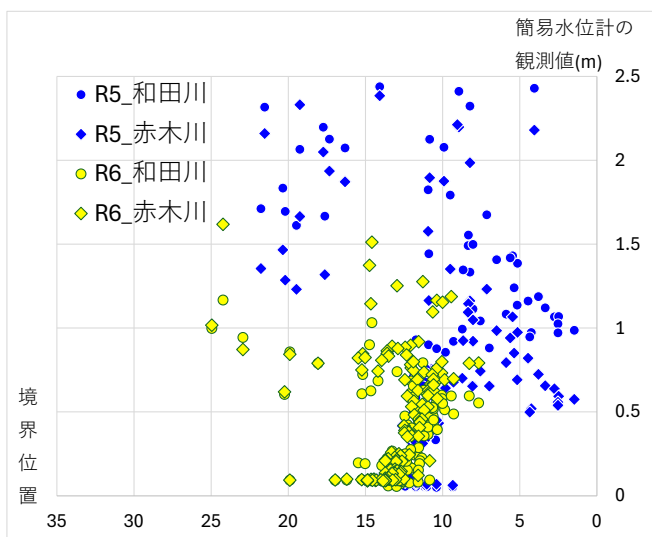


図4 境界位置と観測水位の関係

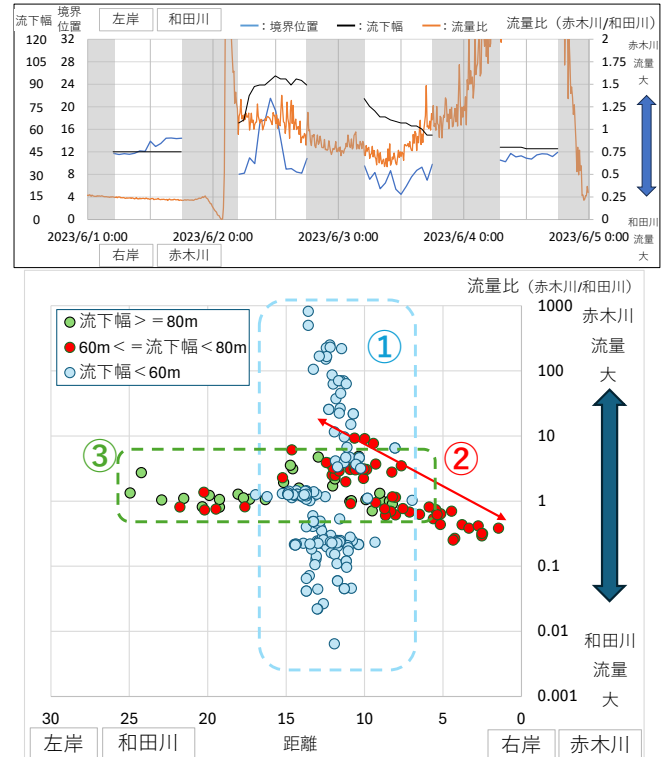


図5 流量比及び本支川流水境界の時系列変化(上)と流下幅別の流量比と境界位置の関係(下)

5. おわりに

山地河川の合流点で簡易水位計とインターバルカメラを用いた観測を実施し、本支川流水の流下領域と本支川の流量比の関係を確認した。その結果、支川からの流水によって本川流水の流下幅が小さくなること、砂州等の地形の規制を受けやすい低水時は、河道地形の規制を受けて流下境界に偏りが認められることが分かった。また、合流角度が大きい場合では、地形による規制の影響が小さいと考えられる高水位時でも流量比によらない境界位置になる可能性が示唆された。

土砂流出が多い支川の合流点は土砂・洪水氾濫のトラブルスポットになる可能性があるため、洪水時の土砂流出に伴う規制地形の発達や侵食の実態とそれに伴う流況変化を明らかにしていくことは重要と考える。そのためには、実河川での定量的な検証の蓄積が今後も重要になると考える。

参考文献

- 1) 岡野和行, 滝澤雅之, 井之本 信, 吉安征香, 鈴木 心, 小林正直, 竹下 航, 岸本優輝: 山地河川の合流点における流況観測—滝川・栗平川の事例—, 令和6年度砂防学会研究発表会概要集, p.403-404, 2024
- 2) 岡野和行, 柴田 俊, 吉安征香, 木下篤彦, 井之本 信, 山越隆雄, 山田 拓, 上杉温子, 里深好文: 山地河川の合流点における河床変動に関する実験的研究, 砂防学会誌, vol.74, No.2, p.31-38, 2021
- 3) Fujita, I et al (2007): Development of a nonintrusive and efficient flow monitoring technique: The space time image velocimetry (STIV), International Journal of River Basin Management, Vol.5, No.2, pp.105-114