

寒水川における LP データを用いた土砂移動実態の把握

株式会社パスコ ○本間哲郎、浦真、小更亨
九州大学 水野秀明

1. はじめに

2023 年 6 月 28 日～7 月 16 日、梅雨前線により西日本一帯で大雨が発生した。7 月 10 日には九州地方に線状降水帯が発生し、土砂災害や河川氾濫を各地にもたらした。この大雨により、筑後川水系の寒水川においても土砂・洪水氾濫が発生した(図 1)。本研究は、2023 年 7 月豪雨によって生じた土砂移動の実態を土砂収支として明らかにするとともに、水平方向の地形変位量を明らかにすることを目的とした。



図 1 寒水川氾濫状況 (2023 年 7 月 11 日撮影)

2. 対象流域概要



図 2 解析範囲位置図

対象流域は、筑後川水系の右支川に位置する寒水川流域(流域面積約 2.5km²、流路延長約 4.1km)である。寒水川流域は、平成 29 年九州北部豪雨において流域内で多数の崩壊や土石流が発生¹⁾²⁾し、流域下流で土砂・洪水氾濫が発生している。流域内の表層地質は、花崗閃緑岩や泥質片岩が分布している。解析範囲は、使用する航空レーザ測量(以下、LP)データが重複する大分自動車道横断部より上流側とした(図 2)。

3. 使用データ

本研究では、①2018 年 12 月 24 日計測(0.5m メッシュ)、②2022 年 10 月 8, 11 日計測(グラウンドデータより作成した 0.5m メッシュ)、③2023 年 7 月 27 日計測(0.5m メッシュ)の 3 時期の LP データ(以下、計測年で記載)を用いて解析を実施した。本研究では、2022 年と 2023 年のデータを使用し、標高差解析により 2023 年 7 月の豪雨時の土砂収支を整理した。また、2018 年のデータも使用して、平成 29 年九州北部豪雨以降の流域の変化状況の把握や水平変位量の解析を行った。

2018 年と 2022 年のデータ間には約 4 年の期間があり、期間内には比較的規模の大きな降雨も見られる(図 3)とともに平成 29 年九州北部豪雨後の人工改変が多く見られる。

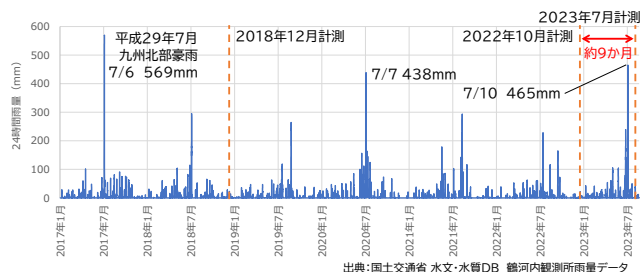


図 3 LP 計測時期と近隣観測所の 24 時間雨量

4. 標高差解析

4.1 解析方法

LP データより作成した地形強調図およびオルソを用いて、土砂移動が生じている変化箇所の判読を行い、変化箇所の変化量を算出した。判読範囲は、崩壊部や堰堤上流の堆積部に適宜区分し、着目する箇所の侵食量や堆積量を集計した。人工的な工事・土砂撤去範囲は算出から除外した。集計は小流域毎に行い、土砂収支図を作成した。解析対象は、2022 年-2023 年の期間とした。

4.2 解析結果

寒水川全体の土砂収支図(図 4)より、全体の流出土砂量は、約 8.4 万 m³であった。船底谷川から寒水川本川への流出量が約 6.5 万 m³であり、寒水川全体のうちの大きな割合を占めている。次いで寒水川本川上流部からの流出量が多く約 2.2 万 m³である。本川沿いの下流域では侵食量よりも堆積量が卓越している。

個別の施設に着目すると、寒水砂防堰堤で約 1.8 万 m³、上流の山ノ神砂防堰堤で約 1.1 万 m³の土砂を捕捉している。施設上流の生産土砂量と比較すると一部は施設を越流したと考えられ、災害調査の報告³⁾内容とも一致する結果である。

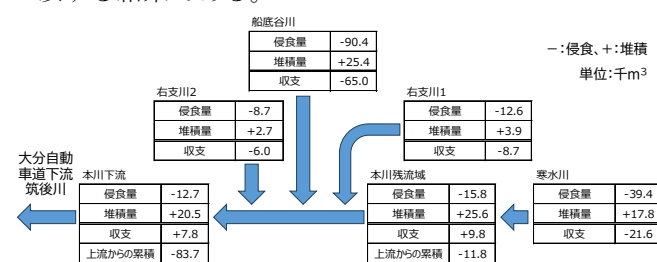


図 4 土砂収支図 (2022 年-2023 年)

船底谷川では、解析範囲内で最大の崩壊が発生していることが、崩壊(侵食)量や流出量が大きな値を示す要因となっている(図 5)。この崩壊地は、平成 29 年九州北部豪雨時も崩壊が発生しており、2018 年の LP データからも継続的な拡大崩壊等の土砂生産が確認出来る。2022 年-2023 年の期間における主要崩壊部の崩壊土砂量は約 5.9 万 m³であり、直下の船底谷川第二砂防堰堤で約 2.0 万 m³の土砂を捕捉している。

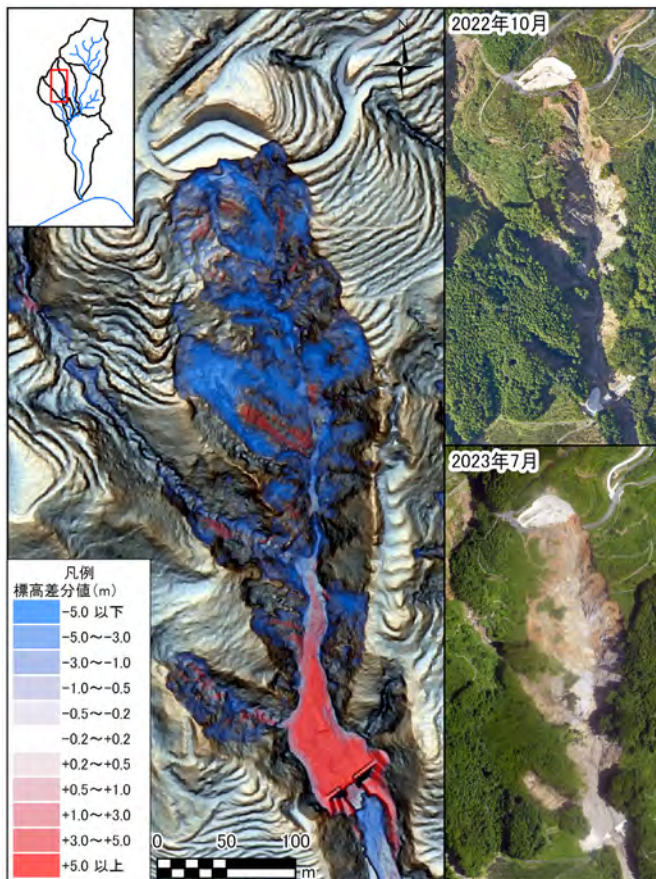


図 5 船底谷川の崩壊地（2022 年-2023 年）

5. 水平変位量解析

5.1 解析方法

前章の判読により、寒水川上流域において地すべり性の変動の恐れがある斜面が認められたため、変動量を定量的に把握することを目的として、該当斜面周辺について PIV (Particle Image Velocimetry) 解析を実施した。解析対象は、2018 年-2022 年と 2022 年-2023 年の期間とした。

5.2 解析結果

2018 年-2022 年の期間に寒水川上流の南向き斜面(図 6, a)において南～南東向きの変位量が検出された。

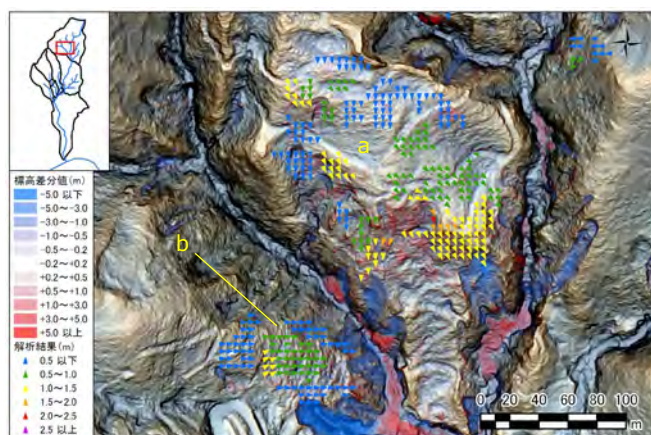


図 6 水平変位量解析結果（2018 年-2022 年）

変位量は、斜面上部に見られる円弧状のクラック付近から中央部にかけて確認出来る。斜面の末端部となる河道沿いは、標高差分やオルソによる判読で溪岸崩壊や侵食が確認出来る。変位量は斜面中央部付近で大きく、最大で 2m 程度である。また、河道右岸側の東向

き斜面 (b) においても変動が生じている可能性がある。

2022 年-2023 年の解析では、今回実施した解析条件（パラメータ等）では明瞭な変動は確認出来なかった。

6. 考察

標高差分析の結果、各支川や寒水川本川上流域において多数の崩壊等が発生していることが確認された。寒水川本川では、寒水砂防堰堤・山ノ神砂防堰堤の 2 基で上流域の生産土砂の半分程度を捕捉しており、堰堤が下流への土砂流出抑制に一定の効果を発揮していることが分かった。一方で、寒水川全体の土砂収支（流出土砂量約 8.4 万 m^3 ）には船底谷川上流部で発生した大規模な崩壊（崩壊土砂量約 5.9 万 m^3 ）が大きく影響していることが分かった。崩壊地下流の砂防堰堤で生産土砂の一部が捕捉されているものの渓床勾配が比較的急勾配であることも影響し、船底谷川流域全体では侵食量が卓越している。下流域で発生した河道内への土砂堆積および土砂・洪水氾濫は、寒水川の右支川流域から流出した土砂（特に船底谷川）が大きな要因となっていることが分かった。差分析は、極力災害発生前後の最も直近のデータを選んで実施したが、①比較データに半年以上の期間があり、その間の人工的改変の可能性があること、②被災後データ（2023 年 7 月 27 日）は、災害が発生した 7 月 10 日から 2 週間程度経過していることから、氾濫した土砂の流域外への搬出量が考慮されていないこと、に留意する必要がある。

水平変位量の解析では、地すべり性の変動のある斜面の範囲を確認した。使用した解析手法は、画像処理手法を用いたものであり測量誤差等が含まれる。GNSS 測量や伸縮計等の観測機器による確認は出来ていないものの、標高差分で滑落崖付近の標高低下や斜面下方の地形の押出しが見られ、地すべりの変動の可能性があると考えられる。

7. おわりに

本研究では複数時期の LP データを使用し、寒水川の土砂移動実態として土砂収支と水平方向の地形変化量を推定した。その結果、本川上流域より 1.2 万 m^3 程度、右岸側流域の船底谷川流域より 6.5 万 m^3 程度、その他右岸側流域より 1.5 万 m^3 程度の土砂が本川に流出し、そのうち 0.8 万 m^3 程度の土砂が堆積し、8.4 万 m^3 程度の土砂が大分自動車道下流へ堆積または筑後川に流れ込んだことが明らかになった。また、船底谷川流域からの流出土砂が下流域で氾濫を引き起こしたと推測された。この点については、今後、土砂・洪水氾濫計算を行うことなどにより、より詳細にプロセスを明らかにしていきたいと考えている。さらに、上流域において尾根が水平方向で最大 2m 程度変位したことも明らかとなった。今回の土砂移動発生の場合や移動メカニズムを踏まえて、今後効果的な対策を講ずることが必要である。

8. 謝辞

本研究では、国土交通省九州地方整備局筑後川河川事務所の航空レーザ測量成果（2018 年, 2022 年）を使用して解析を実施した。ここに謝意を表します。

参考文献

- 1) 小室隆, 赤松良久, 山口皓平, 渡辺豊, 守屋博貴, 二瓶康雄: 平成 29 年九州北部豪雨における筑後川水系寒水川の土砂氾濫の実態解明 土木学会論文集 B1(水工学) Vol. 74, No. 4, I_1189-I_1194, 2018.
- 2) 筑後川右岸流域 河川・砂防復旧技術検討委員会 報告書, 2017.
- 3) 現地調査報告-令和 5 年 6 月及び 7 月の大雨に起因する災害調査- sabo Vol. 135 2024 Winter