

令和4年台風15号による安倍川支川八重沢の土砂移動について

国土技術政策総合研究所 ○山村康介（現：株式会社ニュージェック） 山越隆雄

1. はじめに

令和4年9月23日から24日にかけて静岡県内では台風15号による被害を受けた。八重沢は安倍川の支川であり、計画基準点の玉機橋から上流約2.4km地点で合流する溪流である。台風15号による降雨により土砂が流出し、下流域に位置する工場が被災した。そこで本研究では現地で得られたデータを活用して土石流数値シミュレーションの汎用プログラムである Kanako¹⁾を用いて本出水による土砂移動現象の再現を試みた。

2. 対象流域

2. 1 流域の概要

八重沢の流域図を図-1に示す。八重沢は流域面積5.1km²、本川の平均河床勾配約1/5.5（約11°）、流路延長約3.4kmの溪流である。本川中流で左岸側から比較的大きな支川が2つ合流しており、上流側の左支川は平均河床勾配約1/3（約20°）、本川合流点からの流路延長約1.9kmである。下流側の左支川は平均河床勾配約1/4（約15°）、本川合流点からの流路延長約1.2kmである。本川の砂防施設として八重沢砂防堰堤が1基（有効高8m、堤長55.7m、水通し幅20m、天端幅3m）あるほか、安倍川合流点から上流320mほどは側壁護岸が、八重沢砂防堰堤から上流には溪流保全工、谷止工が整備されている。



図-1 八重沢流域図

2. 2 災害の概要

八重沢より約3km下流の安倍川本川沿いにある県管理の俵沢観測所の観測記録によると、台風15号による降雨は9月23日4時30分ごろから降り始め、24日の3時20分まで続いた。時間最大雨量は24日2時に93mm/h、累積雨量は461mmを記録している（図-2）。

被災したのは非住家3戸と報告されている。特に八重沢砂防堰堤から下流約70mの左岸側に位置する工場建屋があるが、建屋内外に土砂が最大で1.5m程度堆積している様子が見られた。

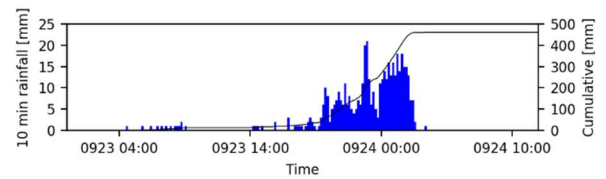


図-2 俵沢観測所の10分間雨量の時系列変化

3. 数値シミュレーション

3. 1 計算モデル

本研究では砂防堰堤が設置された領域における土石流の流動・堆積過程を解くため Kanako Ver. 1.44 を使用した。

3. 2 計算諸元

計算延長は八重沢下流端から本川と上流側の左支川の合流点から約140m上流にある谷止工の直下までの1170mとした。現地調査の結果、支川からの土砂供給は確認できなかったため、支川の影響は考慮しない。上流端から供給するハイドログラフは分布型流出解析より算出したものを与えた。ただし、本研究では比較的流量が小さい時間帯は計算対象外とした。ゼティグラフは供給地点の河床勾配と高橋の平衡土砂濃度式（ $\rho = 1.2 \text{ g/cm}^3$ 、 $\phi = 35^\circ$ ）から得られる濃度でハイドログラフと同じ時間だけ与えた。河床高は災害前の令和2年度のLPデータより算出している。河道幅は現地の痕跡水位より算出した流量を流せる断面をマニング則より算出した。

粒径は河床材料調査結果より決定した。図-3に土砂採取位置及び各地点の粒度分布を示す。現地調査結果を考慮して本研究ではY-5地点の粒度分布を持った土砂が給砂及び河床に存在するとして大小2種類の土砂の粒径及び割合を設定した。その他の計算パラメータは砂礫の密度（ g/cm^3 ）：2.65、水の密度（ g/cm^3 ）：1.2、河床の容積濃度：0.65、砂の内部摩擦角（°）：35、重力加速度（ m/s^2 ）：9.8、侵食速度係数：0.0007、堆積速度係数：0.05、マニングの粗度係数：0.03とし、計算を実施した。

3. 3 計算結果

現地調査にて痕跡の流動深を計測できた地点での実績と計算の流動深を図-4に示す。図より八重沢砂防堰堤より200m下流地点及び谷止工地点での最大流動深は概ね痕跡を再現できている。一方で、堰堤より100m上流の流動深の再現性が低い。当該地点は八重沢砂防堰堤の堆砂敷であり、堆砂敷は左回りに湾曲しているため、実地形ではより流速分布や水位分布が複雑であったことが考えられる。

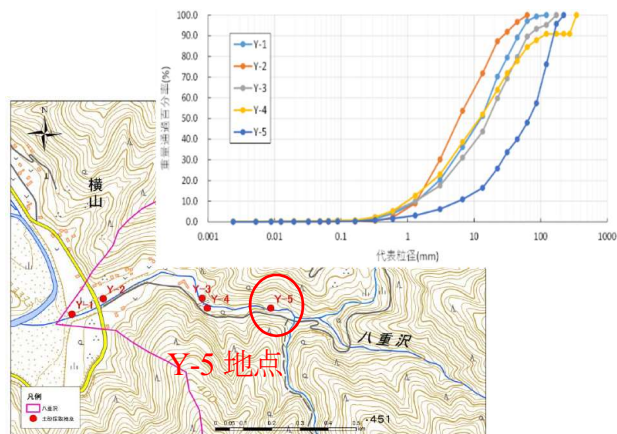


図-3 土砂採取位置及び粒度分布

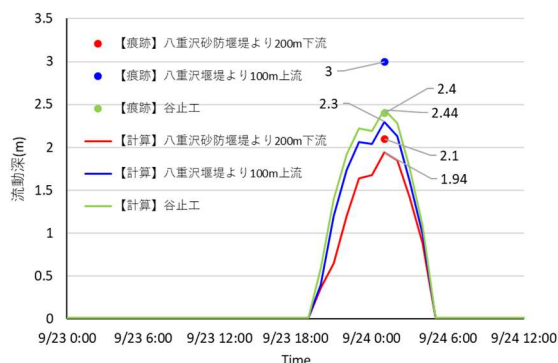


図-4 代表地点の流動深

また計算で八重沢より安倍川本川に流出した総土砂量は約 7,000 m^3 であった。台風 15 号の出水後調査として、流砂系全体で LP 測量が令和 4 年 12 月に実施されており、令和 2 年 10 月に計測されたものと LP 差分解析も実施されている²⁾。それによれば八重沢からの年間流出土砂量は 10,000 m^3 である。降雨と流出土砂量の関係性は不明ではあるが、八重沢近傍の雨量観測所のデータによると台風 15 号による降雨が年最大雨量であったため、台風 15 号の降雨によって年間流出土砂量の 7 割程度の土砂が流出していた可能性は十分に考えられる。

3. 4 類似成果との比較

山村ら³⁾は八重沢を対象に掃流砂・浮遊砂流れの一次元河床変動計算を実施している。Kanako で計算した場合と掃流砂・浮遊砂計算をした場合のそれぞれの流動深は図-5 に示す。八重沢砂防堰堤より 200m 下流地点はどちらも再現性が高いが、堰堤より 100m 上流地点はどちらも再現性が低い。また、谷止工地点に関しては Kanako では再現性が高いが、掃流砂・浮遊砂計算では低い。谷止工地点から上流にかけて河道幅が小さくなっておりそれに伴い掃流砂・浮遊砂計算では流動深が大きくなったと考えられる。

河床材料の粒度構成については、掃流砂・浮遊砂計算については河床材料の時間変化を再現できるようになっており、計算結果も比較的良好であった。一方、Kanako では河床の

粒度分布の変化は考慮できない。

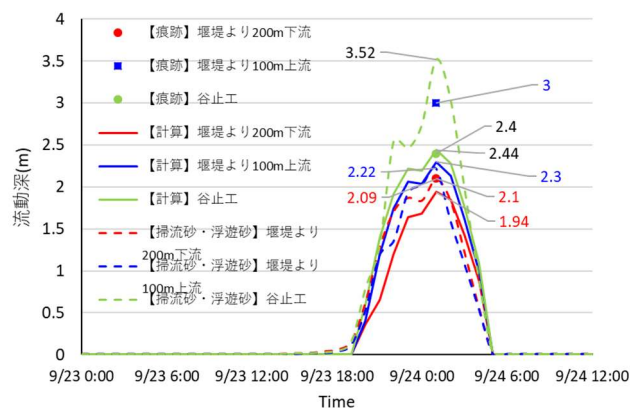


図-5 Kanako 及び掃流砂・浮遊砂計算の流動深

4. おわりに

Kanako を用いて台風 15 号による八重沢での洪水流の再現を試みた。今回の数値計算は一次元で実施しており、横断方向の変化は考慮できていないが、現地で計測した流動深を比較的精度良く再現できた。ただし、八重沢砂防堰堤より 100m 上流地点では再現性が低いため、侵食・堆積速度係数や土砂供給のタイミングの感度分析等のチューニングが今後必要である。また、山村らの掃流砂・浮遊砂計算の結果と本研究の結果はそれぞれある程度の再現性を有している一方で、粒度構成の変化を考慮できていない等の課題がそれぞれの計算プログラムにある。近年は八重沢のように災害後に調査が実施され、計算の入力や検証に使用できるデータが集まりやすくなっている。幅広い観点で再現性の評価等ができるようになってきているため、それに対応したプログラム整備が必要である。そのためには各プログラム及び採用している理論式の特徴をしっかりと理解し組み合わせたり、改良していく必要がある。

謝辞

LP データおよび LP 差分解析結果を提供頂いた国土交通省中部地方整備局静岡河川事務所の関係者の方々、現地調査および河床材料調査結果を提供頂いた（一財）砂防・地すべり技術センターの関係者の方々には心より御礼申し上げます。また本検討を実施するにあたり多大なご指導・ご助言を頂きました泉山主任研究官には深く感謝申し上げます。

参考文献

- 1) 中谷ら：GUI を実装した土石流一次元シミュレータ開発，砂防学会誌，Vol. 61, No. 2, p41-46, 2008
- 2) 国土交通省静岡河川事務所：第 10 回安倍川総合土砂管理計画フォローアップ作業部会資料-2, p12, 2024
- 3) 山村ら：安倍川支川八重沢における令和 4 年台風 15 号による土砂移動特性，令和 5 年度砂防学会研究発表会概要集