

分布型土砂移動モデルを用いた流域内の土砂移動予測について

国土交通省北陸地方整備局松本砂防事務所 石尾 浩市^{※1} 小口 貴雄 渕別 光^{※2} 石畠 正暉
八千代エンジニアリング(株) ○目 晋一 武蔵 由育 山本 茂友 本屋敷 涼

※1 現 関東地方整備局富士川砂防事務所 ※2 現 北陸地方整備局 河川部

1. はじめに

姫川水系の浦川流域は、上流域に土砂生産源を抱えており、年間 13 万 m³を超える多量の土砂流出が生じる流域である。そのため、土砂災害防止の観点から、砂防施設の効果的な維持管理や最適な除石実施計画が必要な状況にある。

砂防施設の効果的な維持管理や最適な除石実施計画を検討するためには、妥当性の高い中長期の土砂移動予測が不可欠である。本報告では、降雨をインプットとして流域内の土砂移動を追跡する「分布型の土砂移動予測モデル」を LP 差分により得られた浦川流域の生産土砂量および姫川への流出土砂量をもとに浦川流域の土砂移動予測モデルを構築した結果について報告する。

2. 分布型の土砂移動予測モデルの概要

2.1 土砂流出計算モデル

雨量を入力データとして kinematic wave モデルに基づく流出解析により流出量を算出する。図-2 に示すように流出解析モデルにより算出された流出量は中間流を多層化したモデルの斜面部・谷部を移動し、表面流に応じて粒径別の流砂量を算出して流出土砂量を計算する。流出量や流砂量の算出量は単位流域の透水係数や中間層厚を変化させることで調整が可能である。

2.2 一次元河床変動計算モデル

計算に用いる河道横断地形は、LP 測量成果から作成し、一次元河床変動計算は、土砂流出計算モデルより算出された谷部から河道部への流出土砂量を条件に計算される。

3. モデルパラメータの設定

3.1 浦川流域のモデル設定

水と土砂の供給を計算する単位流域は谷次数区分を参考に1次谷としながらも極端に小さい流域や大きい流域が生じないように区分を行った。流域面積 22km²に対して約 200 の単位流域を設定した。河床変動計算は浦川本川の他、稗田山を源頭部とした金山沢と板倉沢を設定した。(図-3)

3.2 流出量の再現計算

浦川流域は姫川との合流点付近で水位データが取得されており、モデルパラメータの検証には近年の比較的大きい出水であった平成 29 年の水位データを用いて検証した。透水係数および中間層厚を変化させた感度分析を行い、実績波形を概ね再現可能な流出量を算定した。



図-1 浦川流域の砂防施設位置

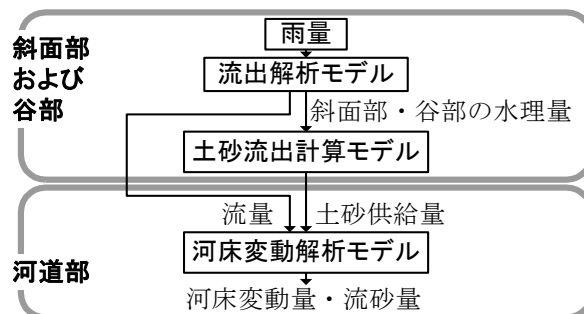


図-2 土砂移動予測モデルの概要

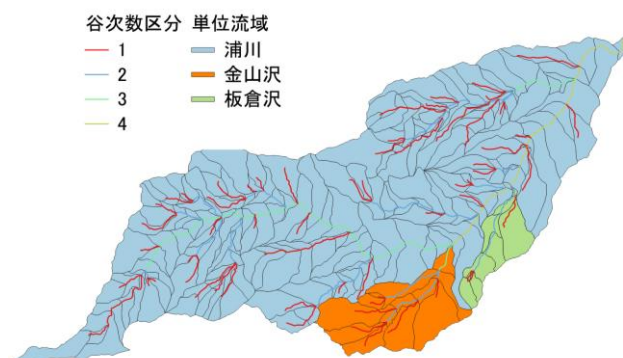


図-3 単位流域の設定

3.3 土砂量の再現計算

河床材料および山腹材料は令和 2 年に河床 6 地点、崩壊地 9 地点、溪岸 4 地点で調査されており、調査地点と地質との関係性を整理の上、河床材料の粒度分布と山腹材料（単位流域）の粒度分布設定に用いた。土砂量の再現計算は平成 23 年の生産土砂量および姫川への流出土砂量から検証し、計算の生産土砂量が実績と整合するよう、侵食可能深について単位流域毎に設定した。

4. 中長期の再現計算

4.1 融雪水量の考慮方法

対象流域は冬季の積雪が多い状況にあるため、中長期の計算においては融雪水量による土砂移動についても考慮する必要がある。融雪量は積雪量と気温や日射、風速等から熱収支によって計算可能であるが、計算された融雪量を検証するためのデータを流域内で充分に得ることが困難であるため、実績の積雪変化から融雪速度を算出し、融雪期の降雨量に上乗せして勘案した。また、流域内の積雪深観測（金山沢）は近5カ年のデータしか得られず中長期計算の実施にあたってはデータが不足するため、近傍の小谷観測所の積雪深（S59 観測開始）と金山沢の積雪深の関係性を整理の上、小谷観測所のデータを補正して使用した。

4.2 中長期の再現計算

平成20年と令和5年の2時期のLP差分より16年間の土砂移動状況を整理し、生産土砂量および流出土砂量を比較した結果、融雪水量を考慮していない場合は実績と比較して30%土砂量が不足していた。平成20年から令和5年までの各年の融雪速度を整理し、浦川流域の主な融雪期間である3月1日から4月30日までの2ヶ月間に各年の融雪速度を降雨量として上乗せした結果、実績の流出土砂量と概ね整合する結果が得られた。

5. 中長期の将来予測計算

5.1 降雨シナリオの設定

将来予測計算のシナリオ設定は、長寿命化計画の検討対象期間（10年程度）から、砂防事業の長期計画（50年）までを想定し、10年・30年・50年の将来降雨シナリオを設定した。なお、過去と現在では雨の降り方が異なるため、将来予測に使用する降雨条件は近年の降雨データを優先するのが望ましいと考え、直近の降雨を優先して設定する方針とした。また、降雨解析を実施の上、各シナリオで過大または過小となる規模の年は設定降雨条件の調整をした。シナリオ毎に確率規模降雨の出現回数を確認した結果、30年シナリオに計画規模相当の平成7年が含まれていたため、計算シナリオから除外して調整を行った。また、将来予測計算では計画施設を考慮して計算した。

5.2 土砂収支

50年シナリオの土砂収支を図-6に示す。金山沢流域と本川上流の唐松沢流域の生産土砂量が多く、生産土砂のほとんどが姫川本川へ流出する結果となった。

6. まとめ

浦川流域を対象に分布型の中長期土砂移動予測モデルを構築し、将来の土砂移動予測を行った。モデル構築では、LP測量差分によって得られた土砂移動状況を活用し、これらの土砂移動状況を再現可能なモデルを構築

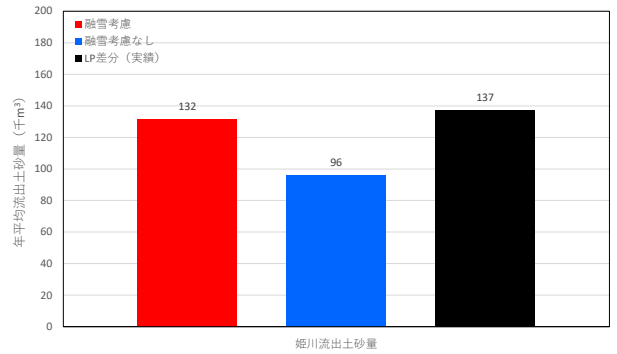


図-4 中長期土砂移動計算の再現性確認

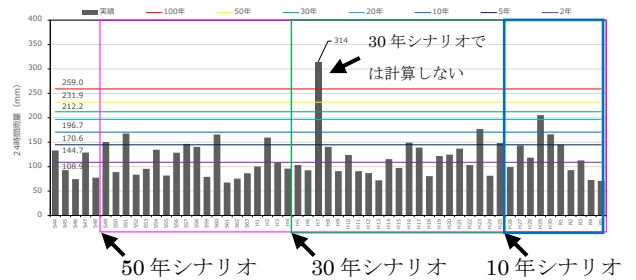


図-5 降雨条件の設定

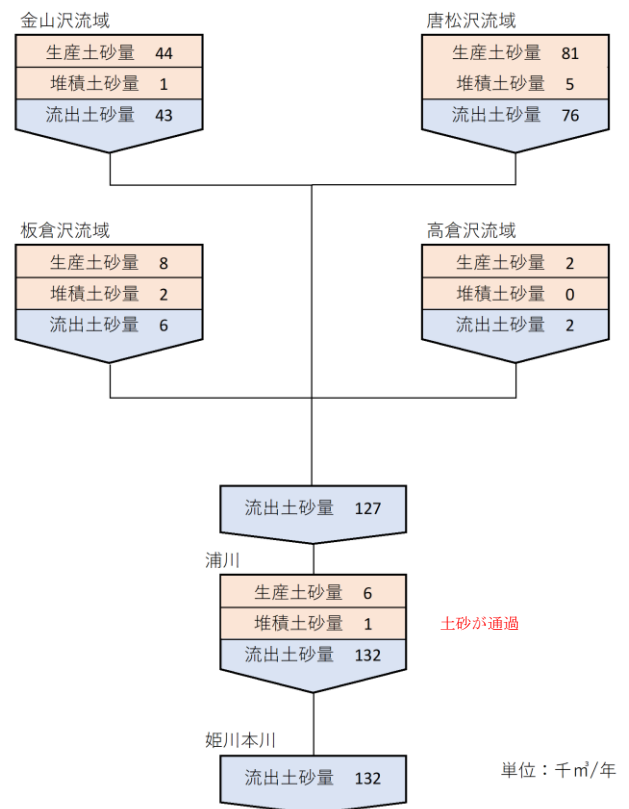


図-6 土砂収支図

した。また、中長期計算では融雪水量を考慮し、概ね実績と整合する流出土砂量の算出結果を得た。構築したモデルに将来の降雨シナリオをインプットすることで、砂防設備の通過流砂量や姫川への流出土砂量の予測が可能となったため、砂防設備の効率的な維持管理や最適な除石実施計画検討への活用が期待される。