

中期土砂流出対策の検討例 ～魚野川水系水無川流域を事例に～

(株) 建設技術研究所 ○日名純也, 西尾潤太, 大坪隆三
国土交通省 北陸地方整備局 湯沢砂防事務所 松本 直樹, 小野 正博, 目黒 喜之, 間 亜希, 中村 大晏

1. はじめに

豪雨等による大規模な土砂生産があった場合、生産された土砂の全てが一連の降雨（短期）で下流へ流出せずに大量の土砂が流域内に残存することが多く、その後の活発な土砂流出によって河床変動が長期間続くことが予想される。したがって、短期的な土砂流出による被害だけではなく、土砂流出活発期（中期）における被害のリスクおよび有効な対策を効率的かつ合理的に評価することが求められる。

中期土砂流出に関する対策の基本的考え方については国総研資料第 1115 号¹⁾に示されているものの、中期土砂流出対策の検討事例の報告も限られており（例えば²⁾）、具体的な対策計画の検討手順は確立されていないのが現状である。

本研究では、砂防事業における中期土砂流出対策計画の立案に向けて、数値解析に基づく中期土砂流出対策を実施する上での検討フローを作成した結果とそれに基づく土砂処理方針の検討結果について報告する。

2. 対象流域

対象流域は、国土交通省北陸地方整備局湯沢砂防事務所管内の魚野川水系水無川流域（流域面積 55.9km²）とした（図 1）。水無川では、土石流被害や土砂・洪水氾濫被害の軽減・防止を目的として直轄砂防事業による砂防設備の整備が進められている。

3. 中期土砂流出現象を計算可能なモデルの準備

短期の土砂・洪水氾濫対策計画における被害想定や施設整備計画は、国総研資料第 874 号や第 1048 号に

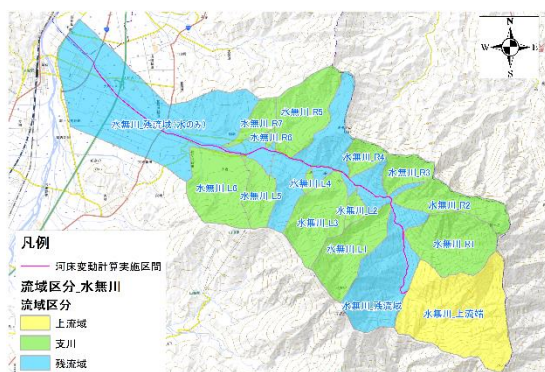


図 1 流域図

準拠した非平衡・非定常の一次元河床変動計算モデルを用いた検討が実施されている。このモデルは、大規模な土砂生産時の短期的な土砂移動現象を想定し、流砂の非平衡を考慮して通過土砂量や河床変動の計算を行っている。

一方、中長期的（数年～数十年）な土砂移動現象は、短期の現象と比較すると水位や流砂量の時間的な変化が小さく、掃流砂・浮遊砂状態で流下することが想定されることから、平衡・定常の一次元河床変動計算モデルを選定した。計算パラメータは管内の登川流域における再現計算にて再現性が確認されたものを用いた。

4. 中期土砂流出の被害想定

4.1 被害想定計算

被害想定において設定する中期的な出水は、過去発生した実績流量波形から、移動限界を超過する総流量等の順位が中位的な 5 年間の波形を抽出した。中期の供給土砂量は、短期土砂・洪水氾濫の被害想定計算時に供給しきらずに支川内に残存した土砂量とした。中期の初期河床高は、短期被害想定計算結果の最終河床位とした。

上記の計算条件をもとに被害想定を実施した結果、水無川本川において中期土砂流出に伴う土砂・洪水氾濫被害箇所が 80 箇所想定される結果となった（図 2）

4.2 中期土砂流出に伴う被害要因分析

中期的な土砂流出による被害の要因分析のために、一次元河床変動計算結果の時系列データを確認した。その結果、平常時の河床から短期出水による河床が上昇し、さらに中期出水時の土砂流出によって継続的に河床が上昇することで保全対象と河床高の比高（河積）が減少することが要因であることが分かった（図 3）。

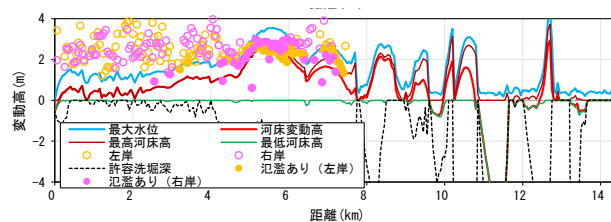


図 2 中期の被害想定計算結果（水無川本川）

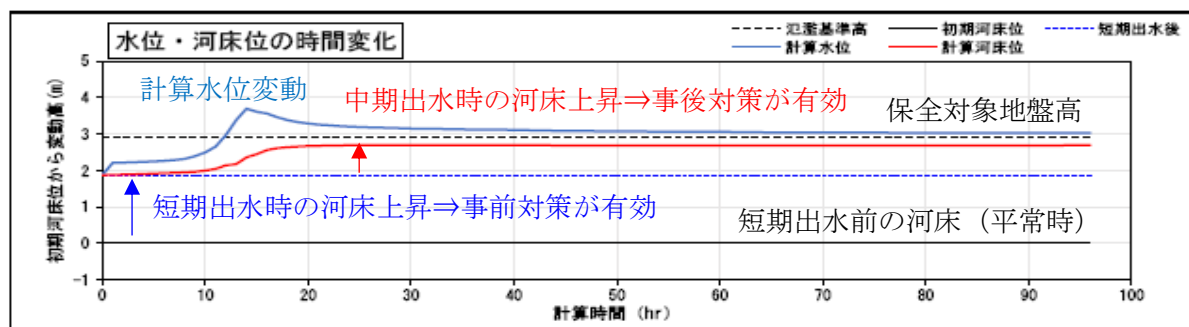


図 3 中期土砂流出に伴う土砂・洪水氾濫の要因分析結果例（3km 地点）

5. 中期土砂流出として有効な対策の検討

5.1 中期土砂流出対策の検討フロー

国総研資料第 1115 号に示された基本的な考え方によれば、中期土砂流出対策は、将来生じうる大規模土砂生産を想定して事前に実施する「事前対策」と大規模土砂生産が生じた後に実施する緊急的な対策（「緊急対策」）を組合せて実施することが基本となる。

しかしながら、事前対策と緊急対策の組合せは膨大となることから、事前対策として有効なもの、緊急対策として有効なものを、それぞれに絞った上で、整備目標が達成可能な検討フローを作成した（図 4）。

5.2 一次元河床変動計算による対策の効果検証

検討フローに従い、一次元河床変動計算による対策の効果検証を実施した（図 5）

Case01 では、中期事業計画における短期の土砂・洪水氾濫対策計画施設である 3 基（水系対策 1 基、土石流対策 2 基）を事前対策として整備したことを想定した。その結果、対策前の基本ケースでは 80 箇所あった氾濫発生箇所が、57 箇所に減少した（23 箇所減少）。

Case02 では、中期土砂流出対策のための緊急対策として除石等を実施する場合に有効な整備箇所を把握することを目的に、各ケースで支川からの中期土砂流出による流出土砂量を仮に 0 として整備効果を確認した。対象箇所の 5 箇所は計画施設または既存施設が位置する支川とした。Case02-1～Case02-5 の 5 ケースの結果から、氾濫箇所数の減少を整備効果とみると、整備効果が高かった支川は、Case02-4 水無川_R5 の 22 箇所（58 箇所減少）、Case02-3 水無川_L6 の 45 箇所（35 箇所減少）、Case02-1 水無川_L3 の 48 箇所（32 箇所減少）であった。

Case03 では Case01 で整備を想定した計画施設 3 基のうち、水系対策施設の「高石砂防堰堤」を事前対策として改良（シャッター化）した上で、緊急対策としてシャッターの操作（閉じる）を想定して整備効果を確認した。シャッター化したことで、短期出水時には透過型砂防堰堤として機能し、中期出水時には不透過型砂防堰堤として機能することを想定した。氾濫箇所数は対策前の基本ケースでは 80 箇所、Case01 は 57 箇所であったが、Case03 では 20 箇所（60 箇所減少、Case01 に対しては 37 箇所減少）となった。

Case04 以降では Case03 に加えて、Case02 の検討で整備効果が高かった支川を順に整備することを想定して検討を行い、整備目標を達成するまで整備を進めた。結果として Case06 の支川整備を 3 箇所（水無川_R5、水無川_L6、水無川_L3）実施した場合に氾濫箇所数は 1 箇所（減少数 79 箇所）となり、整備目標が達成された（図 6）。

6. おわりに

本研究では、砂防事業における中期土砂流出対策計画の立案に向けて、数値解析に基づく中期土砂流出対策を実施する上での検討フローを作成した結果とそれに基づく土砂処理方針の検討結果について報告した。

平成 31 年 3 月の河川砂防技術基準計画編の改訂により砂防計画で対象とする土砂流出は、短期・中期・長期に時間スケールにより区分されたが、中期・長期の土砂流出対策計画の検討については試行錯誤の段階であり、本研究で報告した検討フローの考え方が参考になることを期待する。

数値解析は土砂移動現象を推定する上で有効なツールであるが、中長期的な解析においては河床変動や流出土砂を数十年間にわたって評価するため、短期間（1

洪水～1 年間程度）よりも実現象と解析結果の乖離が大きくなることが懸念される。今後の流砂水文観測等による中長期的な土砂移動現象の実態解明と、数値解析手法の精度向上が今後の課題である。

参考文献 1) 国総研資料 第 1115 号 大規模土砂生産後に生じる活発な土砂流出に関する対策の基本的考え方（案）、2) 日名ら(2022)：中期土砂流出対策の検討例～ 筑後川水系赤谷川流域を事例に～、令和 4 年度 砂防が回研究発表会概要集

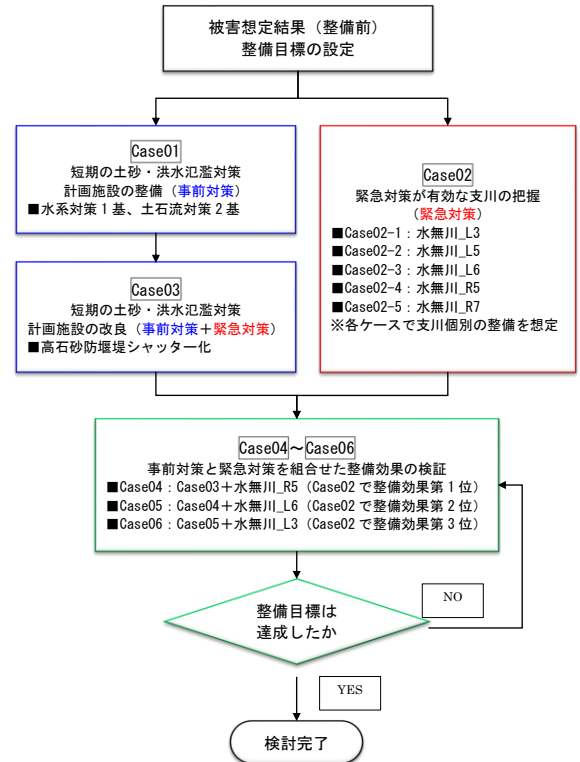


図 4 中期土砂流出対策の検討フロー

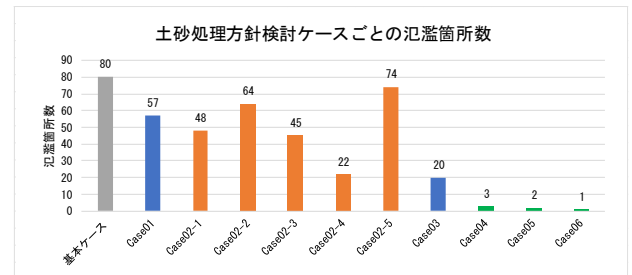


図 5 氾濫箇所数の低減効果

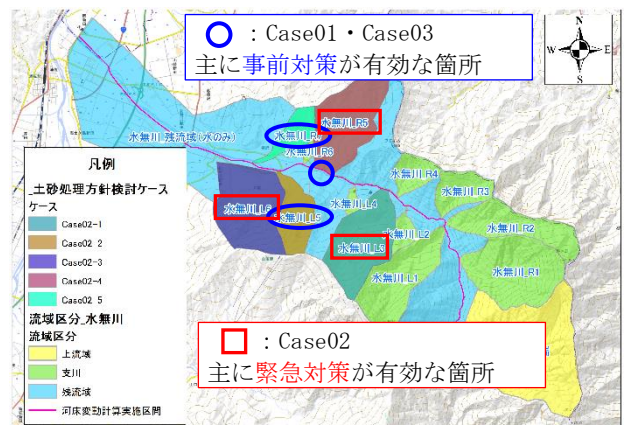


図 6 施設配置検討平面図