

姫川流域における河床変動計算を用いた 土砂・洪水氾濫対策計画の検討

佐藤 史崇¹・小口 貴雄¹・林 真一郎²

¹松本砂防事務所 調査課 (〒390-0803 長野県松本市元町1丁目8番28号)

²松本砂防事務所 (〒390-0803 長野県松本市元町1丁目8番28号)

松本砂防事務所が管轄する姫川流域を対象に、土砂・洪水氾濫対策に関する策定手引き(案)に従い、流出解析、一次元・二次元河床変動計算による土砂・洪水氾濫の被害想定計算を実施した。また、効果的・効率的に被害を軽減するために施設配置計画の見直しを行った。その結果から中期計画完了後の事業効果を算出し、土砂・洪水氾濫対策計画の検討を行い、事業計画を改定した。

キーワード 土砂・洪水氾濫対策計画、河床変動計算、施設配置計画

1. はじめに

姫川流域の直轄砂防事業は、土砂生産・流出の著しい支川6流域(平川、松川、浦川、大所川、小滝川、根知川)等を対象に計画基準点である山本橋下流ならびに上流域の被害防止を目的として実施している(図1参照)。中期事業計画を平成22年に策定し、平成7年の姫川災害(以下H7災)規模の土砂流出に対して流域の安全を確保し、流域内の重要交通網である国道148号及びJR大糸線の被害軽減を図るよう砂防施設整備を進めてきた。平成31年の河川砂防技術基準計画編の改定以降、国土交通省において全国の土砂・洪水氾濫対策計画の見直しが進められる中、姫川流域においても国総研資料に¹⁾²⁾準拠した計算手法を用いて砂防施設の施設配置計画を再検討し、事業計画を令和7年に改定した。本稿では、令和7年に見直し検討を行った姫川流域の土砂・洪水氾濫対策計画の検討例について報告する。



図1 姫川流域と直轄砂防事業実施溪流

る策定手引き(案)¹⁾に従い、①再現対象災害の決定、②計算モデルの構築、③再現計算、④土砂・洪水氾濫の被害想定、⑤施設配置計画、⑥施設効果の確認・事業評価の手順で実施した。手順①～④については、国土交通省が設けた学識経験者からなる土砂・洪水氾濫対策計画技術検討会による技術的な妥当性の確認を受けることとなっている³⁾。

(1) 再現計算(手順①～③)

再現計算はH7災を対象に実施し、計算モデルは前述のとおり国総研資料に準拠した。再現計算の結果は、主に①各支川からの流出土砂量、②姫川本川の河床変動により妥当性を検証した。再現計算では粒径、侵食可能深、土砂供給タイミング、侵食速度係数、堆積速度係数等の条件を変化させて複数ケースの計算を実施した。ここでは流出土砂量に大きく影響する堆積速度係数を変化させた計算結果を示す。H7災の実績値(写真判読等による)と計算による流出土砂量を図2に示す。

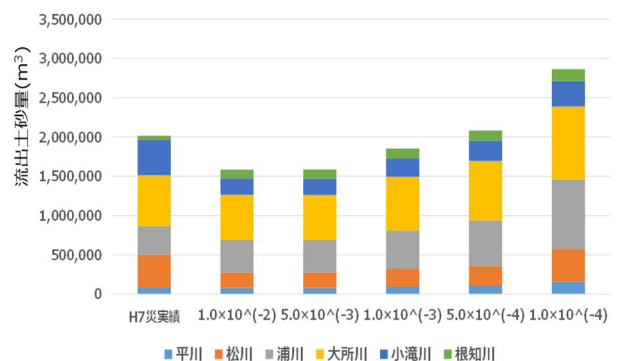


図2 H7 災の実績と河床変動計算による支川からの流出土砂量の比較

2. 検討手順と検討結果

施設配置計画の見直しは、土砂・洪水氾濫対策に関す

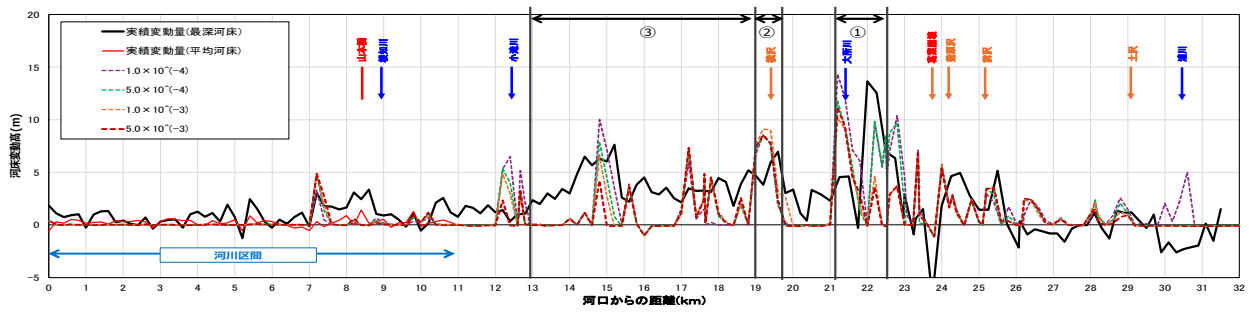


図3 河床変動計算結果(姫川本川)

支川毎の計算値についてみると、堆積速度係数を 1.0×10^{-4} としたケースでは浦川、大所川等で実績値より過大となる傾向にある。 5.0×10^{-4} 以上とすると、支川毎に違いはあるが概ね実績値に近い値を示し、6支川合計の流出土砂量は 5.0×10^{-4} の場合の計算値と実績値がほぼ一致する結果となった。 本川の河床変動については、支川からの流出土砂量と堆積速度係数によらず全体的な河床変動傾向は大きく変化しない(図3参照)。 ただし、氾濫被害が発生した図中①②区間に着目すると支川からの流出土砂量を堆積速度係数 5.0×10^{-4} とした場合に実績値の変動に近くなる傾向にある。 これらからH7災に対しては、支川の堆積速度係数を 5.0×10^{-4} とすると、支川からの流出土砂量が概ね一致し、本川の河床変動傾向も一定程度説明できるものと判断した。 なお、本川区間は非平衡性が低いと考えられるため、平衡計算によった。

計算に用いた粒径は現地調査結果を参考に、河床及び地山からの生産土砂の粒径を支川ごとに20粒径階で与えた。 その他のパラメータ等は、侵食速度係数0.0007、砂礫密度 $\sigma = 2.6$ 、水密度 $\rho = 1.0$ 、内部摩擦角 $\phi = 35^\circ$ 、空隙率 $\lambda = 0.6$ 、粗度係数 $n = 0.55$ (支川)、 0.04 (本川)、レジーム係数 $\alpha = 5$ である。

(2) 被害想定(手順④)

再現計算により得られたパラメータを基本として被害想定計算を実施した。 想定計算に用いる直轄支川のハイドログラフ(降雨波形)は、複数の降雨波形を比較検討の上、最も危険側となるタルボット型の降雨波形を用い、中安の総合単位図法によってハイドログラフを作成した(図4参照)。 直轄支川以外は、河川整備基本方針の貯留関数モデルを適用し、砂防基準点で同基本方針の計画流量と整合するようハイドログラフを作成した。 計算は、平成22年の中期計画開始時点および現況(令和6年末)での施設効果を把握し、被害を解消するよう施設計画の見直しを行った。

(3) 施設配置計画の見直し方針(手順⑤)

既往の施設配置計画は、流域全体に施設を配置する計画としていたが、国総研資料に提示された計算手法を用いることで、さらに効果的・効率的に被害を軽減できる保全対象に近い上流域を中心に施設配置を検討した(図5、6参照)。 これに基づき、計画施設数、位置及び規模等の変更を行った。

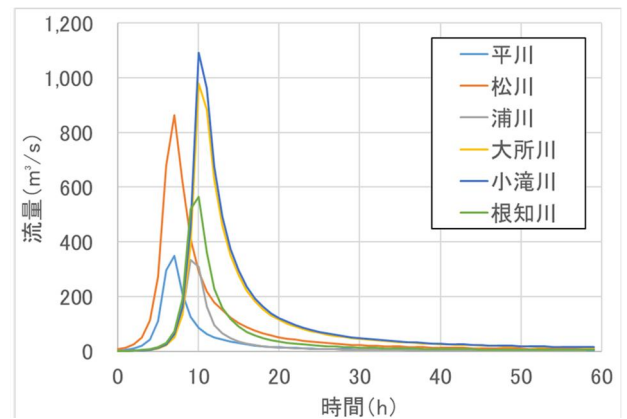


図4 被害想定計算のハイドログラフ

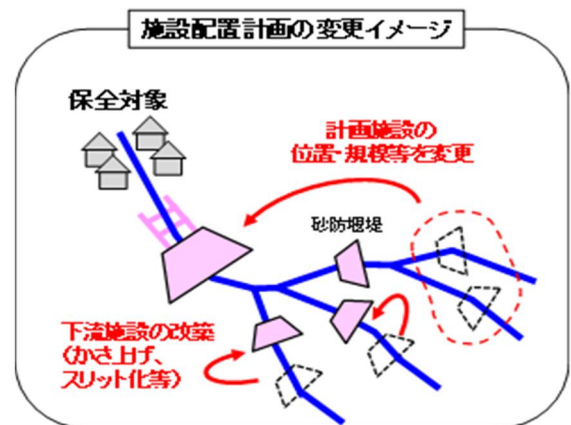


図5 施設配置見直しイメージ

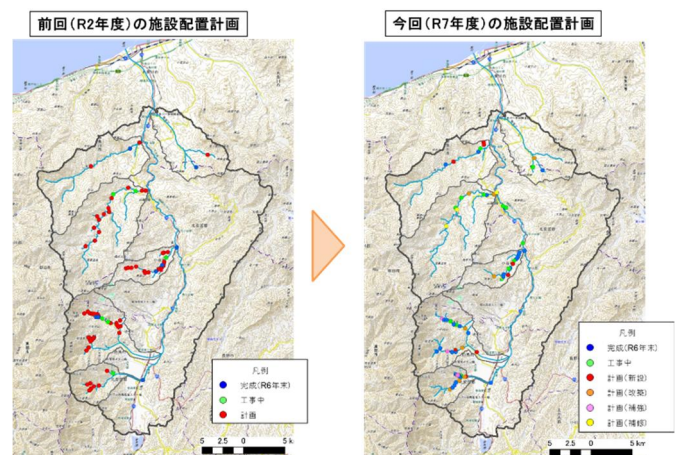


図6 施設配置計画の比較

(4) 事業の効果の確認（手順⑥）

姫川流域における土砂・洪水氾濫に伴う被害は、主として基準点下流の糸魚川市街地の氾濫被害と、基準点上流の各支川流域内及び姫川本川との合流点付近における氾濫被害が想定される。中期事業計画完了後は、基準点下流の糸魚川市街地で30年超過確率規模の降雨で発生する氾濫被害の範囲が縮小し、基準点上流の白馬村市街地では50年超過確率規模の降雨により発生する氾濫被害が解消される(図7, 8参照)。

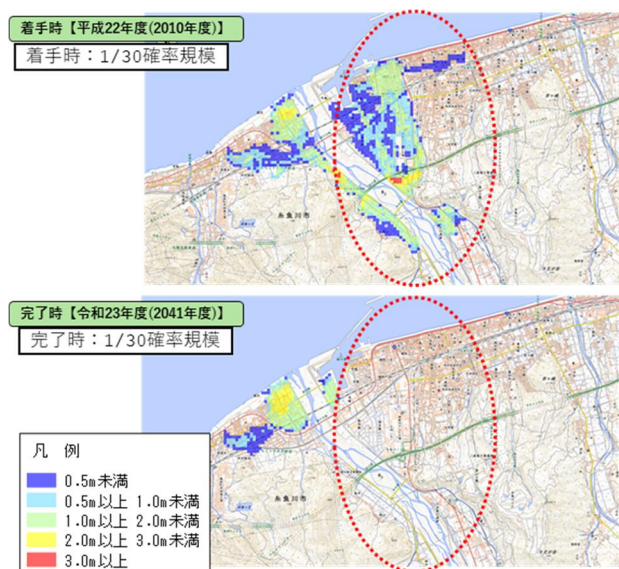


図7 被害想定結果(1/30 確率規模) 糸魚川市街地
(上)事業着手時(2010年)
(下)事業完了時

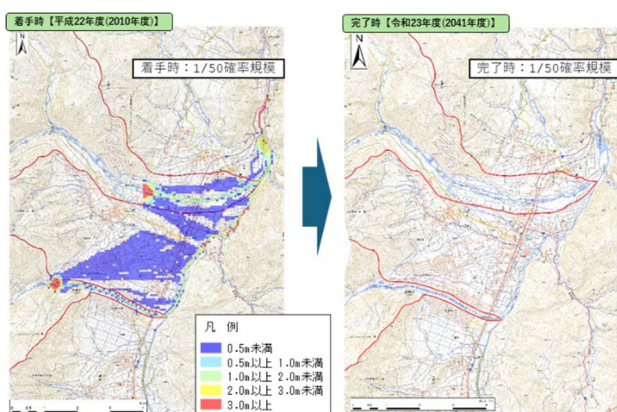


図8 被害想定結果(1/50 確率規模) 白馬村市街地
(左)事業着手時(2010年) (右)事業完了時

3. 事業計画の変更（手順⑥）

これら土砂・洪水氾濫対策計画の見直し結果と3溪流における土石流対策計画を併せ、また近年の建設資材単価や労務単価の上昇、現地状況の変化等を考慮して事業費や事業期間を変更し、令和7年度の事業評価監視委員会で継続が妥当とされた(表1 参照)。事業全体の総便益1,734億円、総費用1,093億円で、費用便益分析B/Cは1.6である。

表1 事業計画の概要

	現行	変更後	備考
事業機関	平成22(2010)年 ～令和10(2028)年	平成22(2010)年 ～令和23(2041)年	13年間延長
総事業費	約646億円	約976億円	令和7年度末の執行済み額：約580億円
計画施設数	約83基	約70基	令和7年度末の完成基数：31基
費用対効果 B/C	2.2	1.6	

4. おわりに

本検討事例は、最新の技術基準に沿い学識経験者の技術的な妥当性の確認を受けた流出解析・河床変動計算の結果、施設配置計画の見直し、費用対効果評価を組み合わせることで、土砂・洪水氾濫対策事業を効率的かつ効果的に再検討したもので、北陸地方整備局管内では初となる取組であり、他流域での計画見直しにも参考となると考えられる。今後も計算モデルの高度化への対応、出水時の現地観測結果等のデータの収集に基づく計算結果の検証を随時行い、今後もより効果的・効率的、かつ、説明性の高い土砂・洪水氾濫対策計画の検討を継続していく必要がある。

参考文献

- 1) 内田ら：河床変動計算を用いた土砂・洪水氾濫に関する砂防施設配置検討の手引き(案)，平成30年11月，国総研資料 第1048号
- 2) 蒲原ら：豪雨時の土砂生産をとまなう土砂動態解析に関する留意点，平成27年11月，国総研資料 第874号
- 3) 林ら：砂防事業における土砂・洪水氾濫対策の最近の取組，2021年度砂防学会研究発表会概要集，p. 21-22