天神川流域における土砂・洪水氾濫特性の検討事例

倉吉河川国道事務所：丸下　淳一※1，清綱　保志※2，槇田　直史
日本工営株式会社：○池島　剛※3，山田　真悟，松野　千華，水野　裕斗，早川　智也，長山　孝彦
（現所属　※1：中国地方整備局河川部　※2：鳥取河川国道事務所　※3：(国研)土木研究所）

1．はじめに

近年の激甚化する土砂災害では，同時多発的な崩壊や土石流の発生により，谷出口の保全対象のみならず下流域においても多量の土砂が河道に堆積し洪水被害を増大させる土砂・洪水氾濫の発生が危惧される。天神川流域(表 1，図 1)では，土砂・洪水氾濫被害から人家など資産を保全することを目的とし，一次元河床変動計算モデルに基づく被害想定およびその対策計画の策定に向け検討を進めている。

本報告では，土砂・洪水氾濫計画策定に用いる一次元河床変動計算モデルの精度向上を図るため，既往災害の再現計算の再検討を行い，課題や工夫点について整理した。

表 1　直轄砂防事業区域内の支川の諸元

支川名	天神川	小鴨川	三徳川
流域面積(km²)	150.8	87.8	82.5
流路長(km)	24	35	8
平均勾配	1/30	1/40	1/30

図 1　天神川流域

2．既往の再現計算の実施状況

2．1　再現計算の条件

天神川水系における再現計算の対象災害は，「昭和 34 年伊勢湾台風降雨」が選定されている。「昭和 34 年伊勢湾台風降雨」は小鴨川流域を中心とした災害であることから，計算対象範囲は小鴨川流域のみで実施している。表 2 に計算条件を示す。

再現計算の妥当性に関する評価は、土砂・洪水氾濫が発生した 9.8kp 付近および 13.0kp 付近の河床上昇の再現性の高さを判断根拠とし、粒度分布(調査結果の平均化)や交換層厚(単層、複層)、給砂量(土砂濃度)、河床変動幅(レジーム則)などの条件を変えた計算を実施して最適な計算条件を選定して現行モデルを構築している(図 2，図 3)。

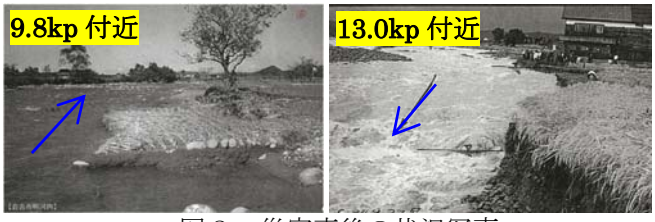

図 2　災害直後の状況写真
(左:鴨河内(若土)9.8kp 付近，右:大鳥 13.0kp 付近)
出典:伊勢湾台風の爪痕　天神川流域会議 2019　国土交通省 倉吉河川国道事務所

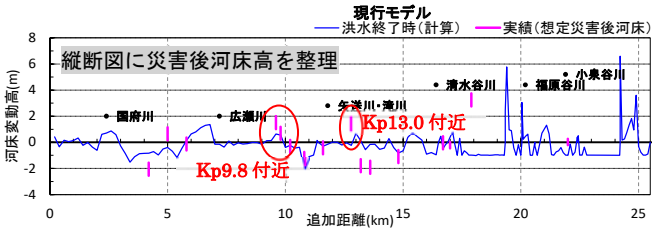

図 3　昭和 34 年伊勢湾台風での河床変動(小鴨川)と既往の再現計算結果

表2　既往の再現計算の条件

事項	情報等	データの内容等	根拠等
(1)降雨状況	降雨波形	・昭和34年伊勢湾台風の実績降雨波形	・実測値
	降雨分布	・等雨量線図	・実測値(観測データから作成)
(2)水流出状況	洪水流量ハイドログラフ	・貯留関数法による流出解析(河川整備計画)による推定値	・貯留関数モデルは、河川整備計画にて観測値との検証済み
(3)土砂生産状況	崩壊生産土砂量	・支川毎に算出	・空中写真判読
	渓床生産土砂量	・支川毎に算出(渓岸崩壊含む)	・空中写真判読
	単元流域からの流出土砂量	・支川毎に算出(上限値は生産土砂量とした)	・空中写真判読
(4)土砂動態に関する情報	土砂移動発生時刻	・流量ピーク前(26日　18:00)に設定	・ヒアリング結果
	流出土砂量	・生産土砂量＝流出土砂量で設定	・空中写真判読
	河床変動状況	・災害後地上写真計測による推定河床高 ・天神川本川の河床変動高縦断図※ (河川区間のみ、災害復旧による工事の影響を含む)	・河川区間:地上写真による推定 米軍写真図化データ S38河川横断測量 ・砂防区間:地上写真による推定
	粒度分布	・粒度試験結果(崩壊地、堆積物、河床を複数箇所) ・土質分類を参考に8段階で設定 ・各流域の代表地質を参考に設定	・H22･29年、R1調査
(5)土砂・洪水氾濫状況	氾濫箇所・範囲	・土砂・洪水氾濫による被害箇所	・空中写真判読、災害誌
	土砂堆積状況	・土砂堆積量及び範囲	・空中写真判読、地上写真

※米軍写真(S23年撮影)の図化データとS38河川横断測量の差分量

2．2　再現計算の分析

分析の着目点は，再現計算における再現性評価のポイントとなった図 3 に示す 9.8kp 付近および 13.0kp 付近の土砂堆積とし，土砂堆積に寄与している粒径分布について整理した。図 4 に示す通り，代表粒径 0.14 ㎜と 0.02 ㎜は堆積することなく下流端まで通過しており，着目点における土砂堆積に寄与している代表粒径は，0.46㎜ 以上であることが確認された(図 4)。

代表粒径の設定方法は，粒度分布調査結果に対して土質区分ごとに存在比率を算出し，代表粒径は幾何平

均値としている。河床材料は河床勾配区分別に設定し，供給土砂は地質区分別に設定している。

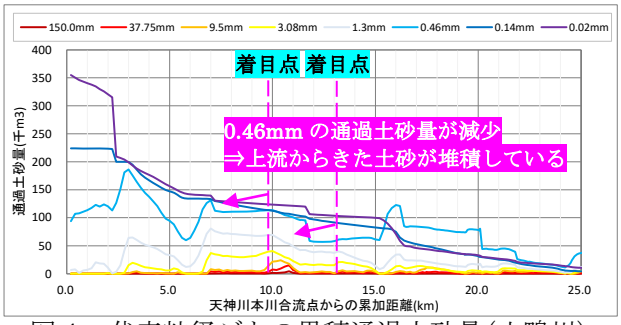

図４　代表粒径ごとの累積通過土砂量(小鴨川)

３．感度分析

３．１　計算条件(粒度設定)

感度分析は，着目点(9.8kp 付近および 13.0kp 付近)に堆積しやすく土砂量の多い代表粒径 0.46mm に着目した。土砂堆積に大きく寄与しない細砂およびシルト分は，総量の 10～20%程度存在する。この細砂およびシルト分を中砂(0.46 ㎜)に集約して感度分析ケース以下の通りを設定した(表 3)。

感度分析ケース①:河床材のみ中砂に集約
感度分析ケース②:河床材と投入土砂を中砂に集約

表３　粒度区分

土質区分	巨礫	粗礫	中礫	細礫	粗砂	中砂	細砂	シルト
粒径階(㎜):上限	300	75	19	4.75	2.0	0.85	0.25	0.075
粒径階(㎜):下限	75	19	4.75	2.0	0.85	0.25	0.075	0.005
代表粒径(㎜)	**150**	**37.8**	**9.5**	**3.1**	**1.3**	**0.46**	**0.14**	**0.02**

1 粒径(0.46 ㎜)に集約

３．２　計算結果

感度分析結果を図 5 に示す。２ケースとも着目点(9.8kp 付近および 13.0kp 付近)における土砂堆積傾向が改善され，再現性が向上した結果となった。

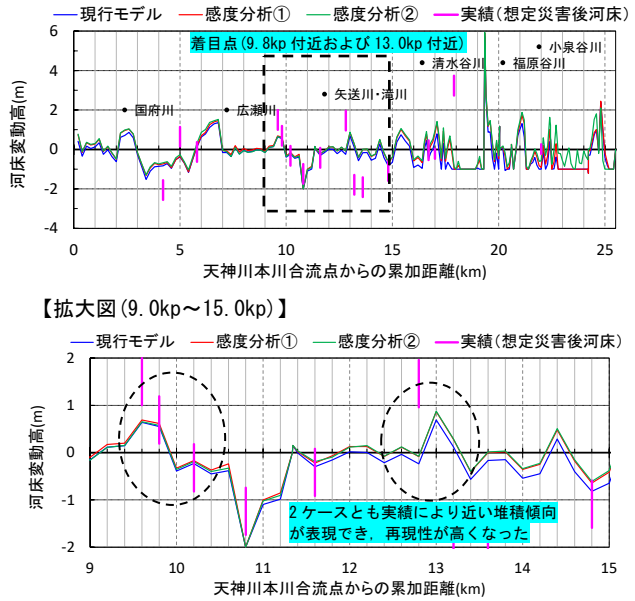

図５　感度分析結果

着目点における河床と水位の時間変化を図 6 に示す。全ケースとも氾濫実績時刻は河床上昇中であり，土砂・洪水氾濫の再現性が確認された。また，感度分析ケース①の方が河床と水位の上昇が大きく、再現性がより高い結果となった。

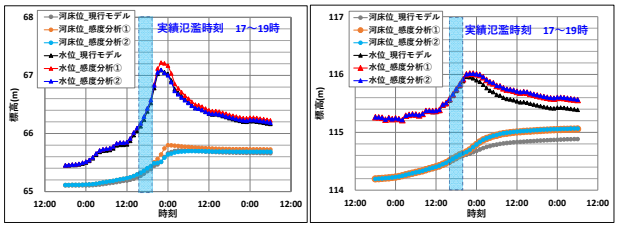

図６　河床と水位の時間変化(右:9.8kp，左 13.0kp)

４．予測計算結果

感度分析ケース①の条件にて，計画対象現象に対する氾濫予測解析を天神川流域全体で実施した結果，想定氾濫箇所が多くなる結果となった(図 7)。

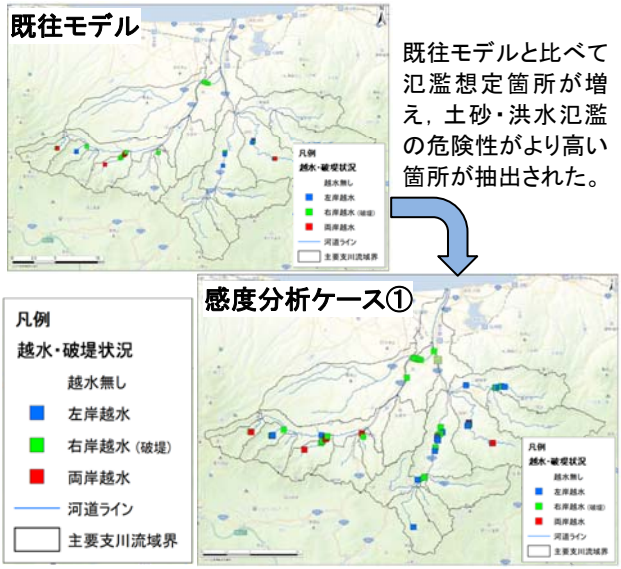

図７　予測計算結果(想定氾濫箇所)

５．おわりに

本検討では，細砂・シルト成分を土砂堆積に寄与する粒径階へ集約することで再現計算の精度が向上する結果となった。今後は，細粒分の設定も含めた代表粒径の設定方法は、その他の条件も含めてさらに感度分析を実施して再現性の向上を図った上で条件設定し，より精度の高い土砂・洪水氾濫対策に繋げていきたい。

【参考文献】

1) 国土技術政策総合研究所 河床変動計算を用いた土砂・洪水氾濫対策に関する 砂防施設配置検討の手引き (案)
2) 国土技術政策総合研究所 豪雨時の土砂動態解析即した解析手法の留意点
3) 天神川流域における伊勢湾台風災害の再現計算に関する課題と工夫， 山田ら， R3 年度砂防学会研究発表会概要集 P429
4) 天神川流域における降雨の偏在性を考慮した土砂・洪水氾濫対策の検討事例， 丸下ら， 砂防学会誌，Vol.75，No.4，p.30-35，2022