

天神川流域における河床・土砂移動特性を考慮した土砂・洪水氾濫解析事例

日本工営株式会社 ○林 聖也, 長山 孝彦, 早川 智也, 伊藤 隆郭, 水野 裕斗
 京都大学名誉教授 藤田 正治, 筑波大学名誉教授 宮本 邦明

国土交通省 倉吉河川国道事務所 栗原 淳^{※1}, 加納 頌大^{※2}

※1 現所属：国土交通省 三次河川国道事務所 ※2 現所属：国土交通省 日野川河川事務所

1. はじめに

平成 31 年度及び令和 3 年度の河川砂防技術基準 計画編が改訂¹⁾され、土砂・洪水氾濫対策計画は数値解析を用いて検討することが基本となっている。天神川流域においても、一次元河床変動計算及び二次元氾濫計算による再現計算と被害想定が進められており、砂防学会等で報告を行ってきた^{2,3,4)}。

令和 5 年度までの再現計算では昭和 34 年伊勢湾台風を対象に粒度分布や交換層厚、給砂量、河床変動幅等の感度分析が実施され、一定の再現性が得られていた。一方で、被害想定においては現行中期計画策定時の被害想定と乖離が生じており、妥当性の検証が必要であった。本検討では、天神川流域における河床・土砂移動特性を考慮した条件にて感度分析を実施し、再現計算による再現性が向上したとともに、より安全側となる被害想定に至ったため事例として報告する。

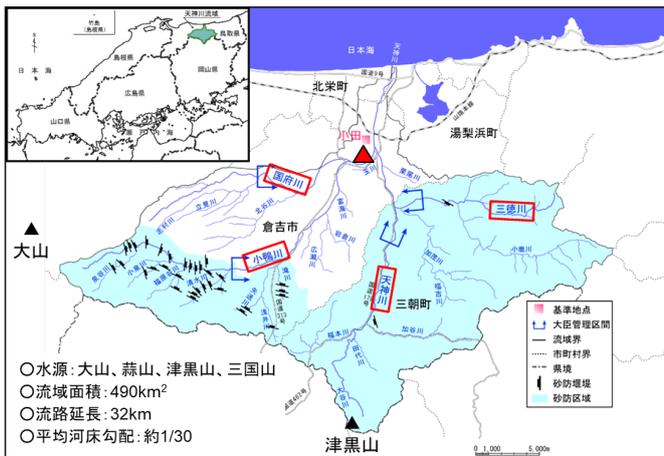


図 1 天神川流域の概要

2. 感度分析内容

令和 5 年度以降に実施した感度分析内容を表 1 に示す。4 項目の感度分析を実施したため、各項目について詳述する。

表 1 感度分析内容

感度分析項目	変更内容
浮遊砂モデル	浮上量の基準面濃度式を芦田・道上の式から実験値と現地観測値を利用した基準面濃度式に変更した。
河床材料の粒度分布	河床材料調査の一次データを精査し、計算に使用する調査箇所を再選定した。
粒径区分	粒径の小さい3区分を1区分に併合し、粒径の大きい1区分を2区分に分割した。
土砂供給の開始タイミング	土砂供給の開始タイミングを流量ピークの4時間前から計算開始時点に変更した。

2.1 浮遊砂モデル

浮遊砂の浮上量は芦田・道上式を使用していたが、より最新の知見を反映した式として実験値と現地観測値を利用した基準面濃度式に変更した。なお、詳細は本研究発表会等で伊藤ら⁵⁾が発表している。

2.2 河床材料の粒度分布

再現対象災害である昭和 34 年伊勢湾台風時の粒度データがないことから、再現計算・被害想定ともに近年実施の河床材料調査結果を使用することとしている。

令和 5 年度までは各流域 1 地点での調査結果から当該流域の粒度分布を設定していた。本検討では、調査結果の一次データ(位置・状況写真・粒度分布等)を精査し、流域ごとに各流域を代表すると考えられる調査地点の再選定を行った。

2.3 粒径区分

令和 5 年度までは表 2 左に示す 8 区分の粒径区分を採用していたが、表 2 右に示す 7 区分に変更を行った。

75mm 以上の礫については、河床材料調査の精査より 300mm 以上の礫が多く見られたことから、2 区分に分割した。また、更新した浮遊砂モデルでは 0.2mm 以下の細粒土砂の侵食堆積を十分に表現できないことから、代表粒径 0.2mm 以下の 2 区分を含んだ 3 区分を統合した。

表 2 粒径区分の変更内容 (単位: mm)

変更前			→	変更後		
最小粒径	最大粒径	代表粒径		最小粒径	最大粒径	代表粒径
75	(300)	150	分割	300	(700)	458
				75	300	150
19	75	37.8	更新無し	19	75	37.8
4.75	19	9.5		4.75	19	9.5
2	4.75	3.1		2	4.75	3.1
0.85	2	1.3	統合	0.85	2	1.3
0.25	0.85	0.46		-	0.85	0.425
0.075	0.25	0.14				
(0.005)	0.075	0.02				

※()は代表粒径算出のための便宜的な値

2.4 土砂供給の開始タイミング

令和 5 年度までは昭和 34 年伊勢湾台風時のヒアリング結果から大きな石がガラン、ガランと音を立てて流されていた時刻として流量ピーク時刻の 4 時間前から土砂供給を開始する設定であった。本検討では、令和 5 年 8 月出水時の流砂観測データを参考に、流量ピークの 4 時間前より大幅に早い時刻から掃流砂が確認できたことから、計算開始時点から土砂を供給する設定に変更した。

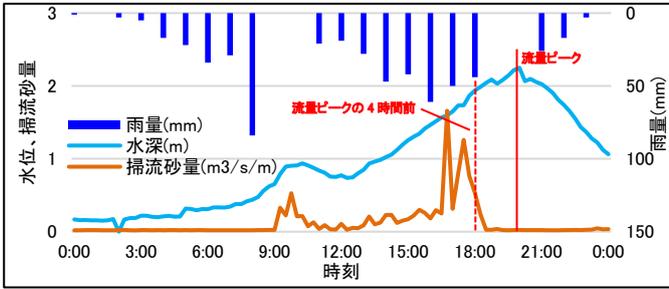


図2 流砂観測データ (今津堰・令和5年8月23日)

3. 再現計算結果

感度分析前後の一次元河床変動計算結果(計算終了時の河床変動高)を図3に示す。なお、昭和34年伊勢湾台風は小鴨川流域に降雨及び氾濫被害が集中したため、再現計算では小鴨川流域のみを対象とした。

上流側の砂防区間では実績から設定した侵食可能深(1m)まで河床が侵食される過剰侵食が見られていたが、感度分析後の計算結果では解消された。これは河床材料の粒度分布及び粒径区分の変更が大きく影響しており、現地特性を反映したことで再現性が向上したと評価している。下流部の広瀬川合流付近では顕著な土砂堆積が見られるが、直轄砂防事業区域外である広瀬川では供給土砂量の上限を設定していないことが影響していると推測されるため、今後の課題と考えている。

浮遊砂モデル及び土砂供給の開始タイミングの変更は計算終了時の河床変動高に大きく影響しなかったが、土砂供給の開始タイミングは河床の上昇タイミングに影響することを確認した。計算開始時から土砂を供給することで河床上昇の開始タイミングが早まり、流量ピーク時の河床位が高くなることから安全側の解析結果となった。

以上より、全体的な再現性は令和5年度時点から大きく変わっていないが、上流側の過剰侵食の解消が見られたことから再現性が向上していると評価し、感度分析後の計算結果を採用することとした。

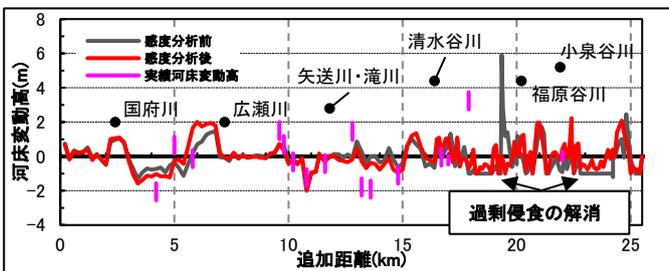


図3 感度分析前後の再現計算結果 (小鴨川本川)

4. 被害想定結果

感度分析後の条件にて一次元河床変動計算結果(図4)及び二次元氾濫計算結果(図5)を実施した。

感度分析前の計算条件では天神川本川の河川区間(0-

14.6KP)の水位超過が最大6cmと小さい想定となっていたが、感度分析後の計算条件では天神川本川8.0KPで84cmの水位超過が生じる結果となった。再現計算と同様に、河床材料の粒度分布及び粒径区分の変更が大きく影響していると考えられ、再現計算の再現性が向上したことから妥当な変化であると評価している。

二次元氾濫計算においても天神川本川8.0KPを氾濫開始点とした土砂・洪水氾濫が倉吉駅を含む広範囲に及ぶ想定となった。本検討により、土砂・洪水氾濫が生じた場合のリスクや土砂・洪水氾濫に対する施設効果を評価可能となったと考えている。

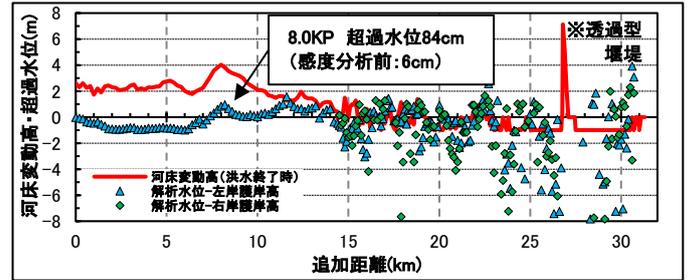


図4 被害想定結果 (天神川本川)

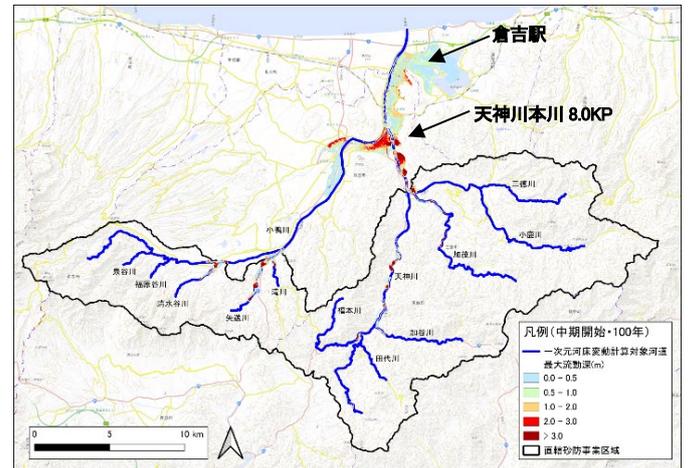


図5 被害想定 二次元氾濫計算

5. おわりに

天神川流域では令和元年度から土砂・洪水氾濫解析を進めてきたが、本検討により一定の再現性及び妥当かつ施設配置計画に資する被害想定結果を得ることができた。今後は更なる検討を実施するとともに、土砂・洪水氾濫対策計画の検討に活用していきたい。

【参考文献】

- 1) 国土交通省水管理・国土保全局, 河川砂防技術基準 計画編
- 2) 山田ら, 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, 令和3年度砂防学会研究発表会概要集, p429-430, 2021
- 3) 谷川ら, 天神川流域における土砂・洪水氾濫対策の検討事例, 令和4年度砂防学会研究発表会概要集, p481-482, 2022
- 4) 池島ら, 天神川流域における土砂・洪水氾濫特性の検討事例, 令和5年度砂防学会研究発表会概要集, p661-662, 2023
- 5) 伊藤ら, 山地溪流での河床変動を扱う際の実用モデルと試行例, 令和6年度砂防学会研究発表会概要集, p21-22, 2024