

西日本豪雨災害（広島県坂町）における土砂・洪水氾濫モデルの適用

いであ株式会社 ○加藤陽平, 樋田祥久, 岡村誠司, 越智尊晴, 板谷越朋樹, 三浦裕司, 小澤宏二

1. はじめに

近年、中山間地での複数の斜面崩壊・土石流と、それに伴う下流域での土砂・洪水氾濫の発生により、甚大かつ広域な被害が頻発している。土砂・洪水氾濫対策について各種の調査・検討¹⁾が進められる中、氾濫範囲の推定手法について高度化等が求められている。

このような背景から、本研究は土砂・洪水氾濫の再現性向上を図り、事前防災の一助とするため、シミュレーションモデル構築を目的とする。本稿では、平成30年7月西日本豪雨において広島県坂町の総頭川流域で発生した土砂・洪水氾濫現象に着目し、土石流から掃流砂・浮遊砂までを対象とした次元河床変動計算と、平面二次元河床変動計算による土砂・洪水氾濫の再現を試みた結果を示し、構築したモデルの有効性について述べる。

2. 土砂・洪水氾濫モデルの構築

2.1 モデルの概要

今回適用した土砂・洪水氾濫計算のフローを図-1に示す。平野部の氾濫計算を行うには流量や上流域からの流出土砂量が必要であり、本研究では、それらを分布型降雨流出モデルと次元河床変動モデルにより算出する構成とした。

2.2 セル分布型降雨流出モデル

流域を25m×25mのセル（格子）の集合体としてモデル化し、最急勾配法により落水線網（図-2の灰色線部）を作成した。各セルの地盤高は国土地理院基盤地図情報から作成した。雨量ハイトグラフは、XRAINから抽出した250mメッシュの10分間雨量とし、各セルに近いメッシュ雨量を与えた。図-3はXRAINによる積算雨量（H30.7.5～7.7）であり、総頭川流域平均では約440mmの降水があった。

2.3 次元河床変動モデル

総頭川本川および支川溪流（図-2の赤線部）を対象として、土石流から掃流砂・浮遊砂までを一連で計算可能な次元河床変動モデルを構築した。流砂量・河床変動の計算式は中川ら²⁾の手法に従った。現場で採取した河床材料の粒度分布を与え、2.2で述べた流出解析による溪流流量を供給し、流域全体の溪流の河床変動計算を行った。図-2中に○印をつけた地点（本川上流・支川）における流量と土石流流量を、図-4に示す。これら2地点の流量と土石流流量を、2.4で述べる平面次元土砂・洪水氾濫モデルの境界条件として使用した。

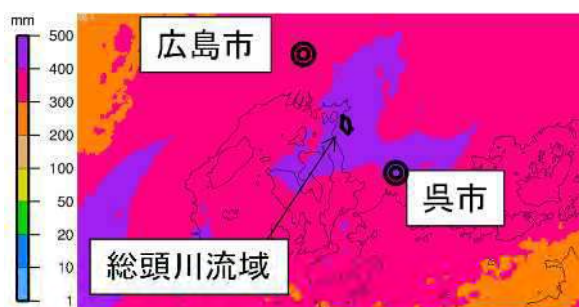


図-3 XRAINによる広島・呉周辺の積算雨量（H30.7.5～7.7）

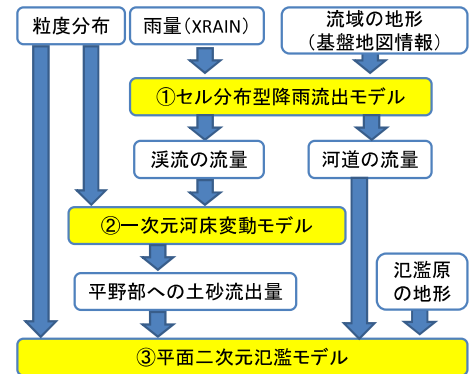


図-1 土砂・洪水氾濫計算モデルのフロー

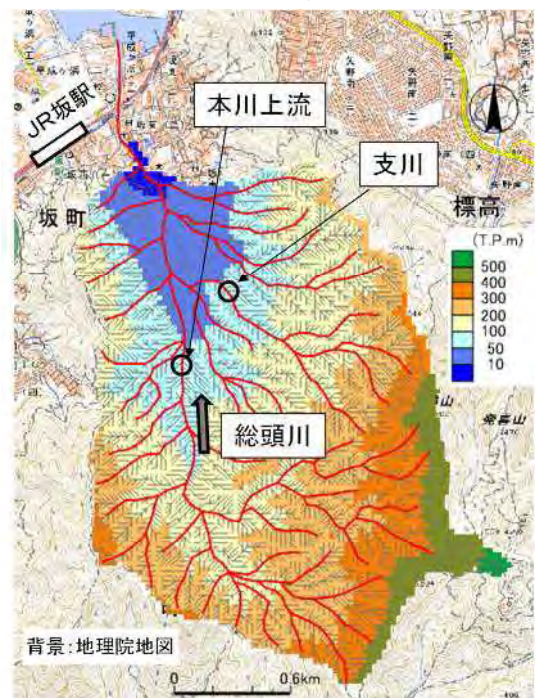


図-2 総頭川流域の落水線網（25mメッシュ）

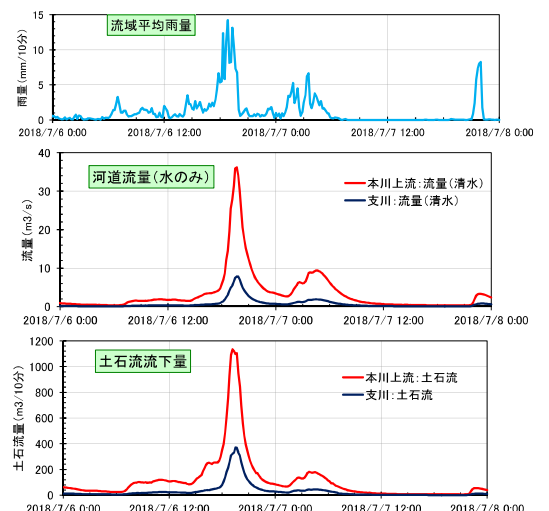


図-4 総頭川の推定流量・土石流流量

2.4 平面二次元土砂・洪水氾濫モデル

平面二次元土砂・洪水氾濫モデルの概要を表-1 に示す。掃流砂・浮遊砂領域を対象とした基礎式をベースに、高濃度の土砂流へ適用するため、掃流力算出時の流水の密度に水と土砂の混合密度を使用するほか、干渉沈降を考慮した沈降速度式を用いる改良を行った。対象範囲は図-2 中に○印をつけた地点の下流域とし、国土地理院基盤地図情報（数値標高モデル）5m メッシュ標高データを用いて総頭川の本支川河道と氾濫原を含めた 5m×5m メッシュの地形データを作成した。解析による総頭川の土砂・洪水氾濫結果は図-5 に示すようであり、実績氾濫範囲³⁾を概ね再現できている。

表-1 二次元土砂・洪水氾濫計算モデルの概要

流水	平面二次元浅水流方程式
掃流砂	芦田・道上式（掃流力算出時に水と土砂の混合密度を使用）
浮遊砂	浮上量：板倉・岸の式（掃流力算出時に水と土砂の混合密度を使用） 沈降速度：Rubey の式（干渉沈降を考慮） 土砂流送：浮遊砂濃度の平面二次元移流拡散方程式
河床変化	流砂の連続式、混合粒径（交換層モデル）

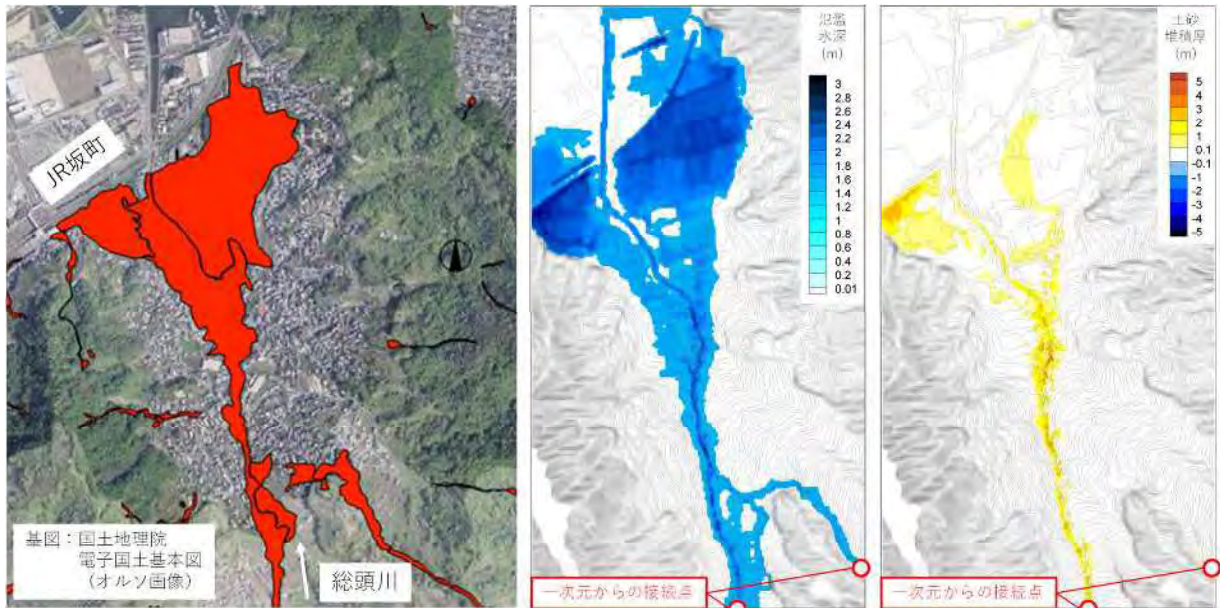


図-5 土砂・洪水氾濫範囲の再現計算結果（左から実績氾濫範囲³⁾・計算最大氾濫水深・計算土砂堆積厚）

3. まとめと今後の展開

XRAIN の 10 分間雨量を外力条件とし、セル分布型降雨流出モデルによる流量、および一次元河床変動モデルによる土石流出量を境界条件として、総頭川下流域の土砂・洪水氾濫計算を行った。これにより、平成 30 年 7 月西日本豪雨下の総頭川流域（広島県坂町）における再現性を確認し、シミュレーションの有効性を示した。

総頭川流域では大規模な新規崩壊がなかったこと、土砂・洪水氾濫においても流木による閉塞はほとんど見られなかったことから、今回の計算では斜面崩壊による生産土砂量、流木の発生等は考慮していない。今後は、最新の知見等を反映した土砂生産・流木生産・流木捕捉等のモデル化について検討し、再現性の向上を図る。また、本シミュレーションモデルを中山間地での土砂流出と洪水氾濫に対する住民の主体的避難の促進、行政の危機管理対応の的確な判断に資する有効なツールとして活用するための研究を進める予定である。

謝辞

XRAIN については国土交通省より提供されたものであり、利用したデータセットは文部科学省の委託事業により開発・運用されているデータ統合解析システム(DIAS)の下で、収集・提供されたものである。土石流を含む一次元河床変動モデルについて、立命館大学理工学部里深教授よりプログラムの提供と指導をいただいた。ここに記して謝意を表します。

参考文献

- 1) 実効性のある避難を確保するための土砂災害対策のあり方について（報告書）、実効性のある避難を確保するため土砂災害対策検討委員会、2019.5
- 2) 中川一・高橋保・里深好文・川池健司：1999 年ベネズエラのカマリグランデ流域で発生した土砂災害について-数値シミュレーションによる再現計算と砂防施設配置効果の評価-、京大防災研究所年報 B-2,2001.
- 3) 広島大学 平成 30 年 7 月豪雨災害調査団（地理学グループ）：平成 30 年 7 月豪雨による広島県の斜面崩壊の詳細分布図（第二報）、2019.6