

降雨流出氾濫モデルの山梨県笛吹川流域への適用に関する検討

山梨大学 正会員 ○相馬 一義 山梨市 非会員 正村 拓也
中日本ハイウェイ・エンジニアリング東京 非会員 神原 啓多 山梨大学 非会員 保坂 勇飛

1. はじめに

急峻な山々に囲まれた山梨県甲府盆地では、富士川水系に属する急流河川である笛吹川・富士川（釜無川）の扇状地上に人口が集中しており、ひとたび大雨が降ると大きな被害につながる可能性がある。特に笛吹川流域では近年でも 2000 年 9 月、2004 年 10 月、2011 年 9 月に浸水被害が報告されており、対策が急務である。

以上を踏まえて本研究では水害ソフトウェア対策への活用を目指して、笛吹川流域へ降雨流出氾濫モデルを適用し、実測データと比較して検討を行う。

2. 対象流域・対象事例の概要

笛吹川は水源から富士川（釜無川）合流までの流路延長 54.2km、流域面積 1,040km² の一級河川であり、河床勾配は上流部で 1/300、平地部では 1/1,100 となっている。県庁所在地である甲府市を含む甲府盆地の人口集中地域を流れ、荒川、濁川を始めとする市街地を流れる支川を多く有している。

本研究では 2000 年 9 月に発生した台風 14 号を対象として降雨流出氾濫モデルの計算を行う。この事例では、甲府市中心部を流れる笛吹川の支川等で浸水が発生し、全壊 2 棟、半壊 3 棟、一部損壊 7 棟、床上浸水 129 棟、床下浸水 569 棟の被害をもたらした。

3. 本研究で用いたモデルと計算設定

本研究では佐山¹⁾が開発した降雨流出氾濫 (Rainfall-Runoff-Inundation model: RRI) モデルを用いる。このモデルでは、流域全体をグリッドセルに分割し、降雨を入力として河川流量から洪水氾濫までを一体的に解析することができる。

本研究ではまず RRI のチュートリアル設定を用い、地形データとして USGS HydroSHEDS (15 秒メッシュ) を用いた 500m メッシュの計算を行った。下流端は笛吹川と富士川（釜無川）との合流点付近の桃林橋水位流量観測所とした。堤防高は考慮せず、集水面積との関係式²⁾に基づき川幅、河道深さを与え、鉛直浸透・側方浸透は考慮しなかった。計算は山梨において顕著な降水が見られた 2000 年 9 月 11 日 0 時から 13 日 23 時まで行った。降水量については気象庁解析雨量を最近隣法により内挿して用いた。以後この計算を対照実験と呼ぶ。

次により現実的な条件として、国土地理院による基盤地図情報 (5m・10m メッシュ) を地形データに用いた再現計算を行った。舩谷³⁾によるアップスケーリング手法を適用しメッシュサイズを 250m に設定した。河道幅・河道深さ・堤防高については下流の直轄区間では国土交通省による横断測量データを参考に設定し、上流では Google Earth 及び集水面積との関係式²⁾に基づき、表 1 のように設定した³⁾。また、Green-Ampt モデルにより鉛直浸透を考慮した。鉛直飽和透水係数、土壌空隙率、浸潤前線における土壌吸引圧については以下の手順で求めた。まず国土数値情報・土地分類の表層地質データと FAO Digital Soil Map of the World とを対応づけて砂・シルト・粘土の構成比を 1km メッシュで算出した。次に USDA による土壌分類を適用し、RRI マニュアル²⁾に基づく土壌ごとの値を 1km メッシュで当てはめ、その流域平均値を Green-Ampt モデルに適用した⁴⁾。再現計算でも降水量については気象庁解析雨量を最近隣法により内挿して用いた。

河川流量の検証には国土交通省水文水質データベースによる桃林橋における流量観測値を用いた。また浸水面積の検証には、国土交通省水害統計調査に付随して作成された浸水区域図（実績図）を、ArcGIS を用いてデジタル化して用いた³⁾。

キーワード 洪水・氾濫解析, RRI モデル, 山梨県, 笛吹川

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田 4-3-11 山梨大学工学部 B3-301 TEL : 055-220-8345 E-mail : ksohma@yamanashi.ac.jp

表 1 再現計算での河道断面の設定

	集水面積		
	200km ² 未満	200km ² 以上 750km ² 未満	750km ² 以上
河道幅(m)	$5.0 \times (\text{集水面積})^{0.35}$		240m
河道深さ(m)	$0.95 \times (\text{集水面積})^{0.2}$		3.2m
堤防高(m)	0.0m	3.0m	5.0m

表 2 再現計算・対照実験の結果

	再現計算	対照実験
Nash-Sutcliffe 係数	0.86	-0.75
平均二乗誤差 (RMSE)	166.4m ³ /s	587.4 m ³ /s
平均誤差 (ME)	-17.5m ³ /s	+458.2 m ³ /s
浸水面積	146.2km ²	276.4km ²
	浸水区域図：2.6km ²	

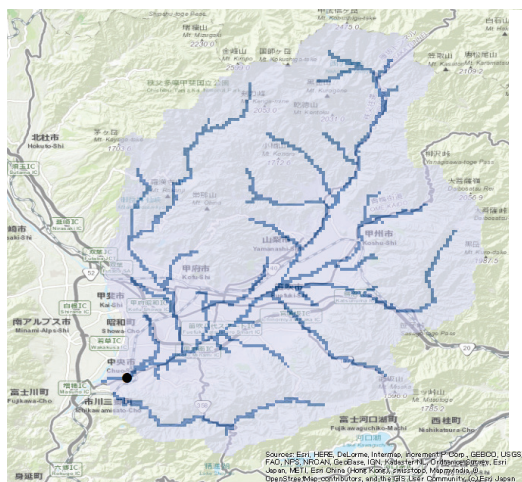


図 1 計算対象流域

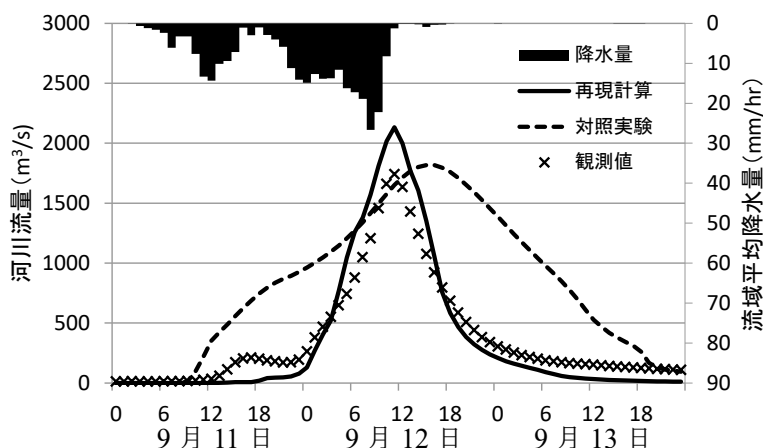


図 2 桃林橋におけるハイドロ・ハイトグラフ

4. 適用結果

図 2 に 2000 年 9 月 11 日 0 時から 13 日 23 時までのハイドログラフとハイトグラフを示す。対照実験では観測におけるハイドログラフの特徴を再現できていないが、再現計算では流量のピーク時刻を良く捉えられている。ピーク流量については再現計算においても過大評価が見られる。表 2 に示す実測値に対する Nash-Sutcliffe 係数、平均二乗誤差、平均誤差についても、再現計算では比較的精度よく実測値の特徴を捉えていることがわかる。また、浸水面積（浸水深 0.1m 以上）については対照実験、再現計算とも、浸水区域図（実績図）に比べて過大評価であった。これは再現計算においても笛吹川支川に存在する荒川ダム、琴川ダム、広瀬ダムの操作や、都市域における雨水排除施設を考慮できていないことが原因と考えられる。

5. 結論

本研究では洪水・浸水ソフトウェア対策への活用を目指して、佐山らによる降雨流出氾濫モデルを山梨県笛吹川流域へ適用し、河川流量及び浸水面積について実測値と比較して検討を行った。その結果、地形、河道断面、堤防高、鉛直浸透について現実的な値を考慮した再現計算では河川流量については過大評価傾向があるもののおおむね実測値の特徴がとらえられていた。一方で浸水面積については過大評価が見られ、今後はダム操作や雨水排除施設の影響を取り入れる必要がある。

参考文献

- 1) 佐山敬洋，他：降雨流出氾濫モデルによるサイクロナルギス高潮氾濫シミュレーション，土木学会論文 文集 B1（水工学），67，pp.I_529-I_534，2011.
- 2) T. Sayama：Rainfall-Runoff-Inundation (RRI) Model ver. 1.4.2, p.124, 2017.
- 3) 舩谷敬一，赤井計之，馬籠純：格子状擬河道網のスケール変換に関する新しい方法，水文・水資源学会誌，19(2)，pp.139-150，2006.
- 4) 正村拓也：富士川水系への降雨流出氾濫モデルの適用に関する研究，山梨大学卒業論文，p.43，2017.
- 5) 神原啓多：降雨流出氾濫モデルを用いた笛吹川流域における洪水・浸水予測の高度化に関する研究，p. 51，2018