

ベトナム中部の低平地を対象とした氾濫解析に標高データの違いが及ぼす影響

中央大学大学院

学生会員 ○高良 圭

中央大学

正会員 小山 直紀

中央大学研究開発機構

フェロー会員

山田 正

1. はじめに

ベトナム中部では雨季である9月から11月にかけて台風の襲来による洪水が頻発し、沿岸部の低平地において浸水被害が毎年のように発生している。こうした低平地を対象とした氾濫解析においては、氾濫域の勾配が小さいため詳細な微地形を考慮する必要があり、より高精度な標高データを用いて解析を行うことが重要である。近年では、航空レーザ測量(以下、LP測量と記す)により極めて高精度な標高データが得られるが、アメリカ及びオーストラリアの沿岸部、ヨーロッパの一部地域のみでしか無償で公開されておらず、その他の地域ではデータが入手できないことがほとんどである。一方SRTM等の標高データは、ほぼ全世界領域において無償で入手可能であるが、LP測量と比べてアメリカ沿岸部で3.7m、オーストラリア沿岸部で2.5mの平均誤差があることが報告されている¹⁾。

こうした標高値の違いが氾濫解析に及ぼす影響に関する様々な研究が行われているが²⁾³⁾、これらは高精度なLP測量から得られた標高データを用いた解析結果を真値として、異なる解像度や標高データプロダクトを用いた解析結果との比較から標高データを評価しており、洪水痕跡等の実測値との比較による評価はなされていない。

そこで本研究では、ベトナム中部に位置するHuong川流域を対象として、ほぼ全世界領域をカバーする無償で入手可能な異なる標高データを用いて、標高データのみを入れ替えた場合の氾濫解析結果を実測値と比較することにより、標高データの違いが氾濫解析結果に及ぼす影響について分析した。

2. 対象流域および対象洪水の概要

図-1に本研究が対象とするHuong川流域の概要図を示す。当該河川の流路延長及び流域面積は、それぞれ約102km及び約2800km²であり、流域内にはHuong Dienダム、Binh Dienダム、Ta Trachダムの3つのダムが存在する。表-1に各ダムの諸量を示す。当該流域は、日本の荒川と同程度の流域面積であるが、4億m³～8億m³にも及ぶ日本のダムに比べて巨大な総貯水容量を持つダム群が存在している。

対象洪水は2020年10月にベトナム中部に襲来した台風Linfaによる洪水とした。当該洪水では、複数の雨量観測所において10月6日から10月10日の4日間雨量が1200mm以上となり、ベトナム中部において死者111名の人的被害及び対象流域内で最大水位4.2mの浸水被害が生じた。

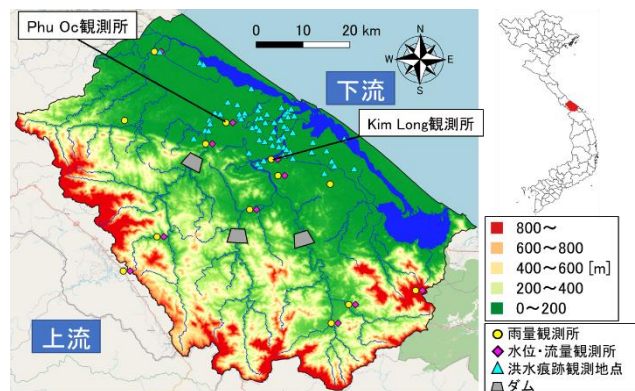


図-1 対象流域の概要
流域内の雨量観測所の数は12地点と少なく、
ダムの上流域では極めて少ない。

表-1 Huong川流域内のダム諸量

ダム名	目的	流域面積 [km ²]	総貯水容量 [10 ⁶ m ³]
Huong Dien	発電・農水	707	820.7
Binh Dien	発電・農水(治水)	515	423.7
Ta Trach	発電・農水・治水	717	646

3. 解析手法

本研究では、流出計算、河道計算及び氾濫計算にRRIモデル⁴⁾を用い、流域内のダムより下流域において洪水氾濫計算モデルを作成した。空間解像度は緯度経度方向に15秒(約500m)とした。本モデルにおいて、流域内の地上雨量計の観測値を入力データに用い、流域内のダムの実測放流量を河道上流端の境界条件として与えて流出計算、河道計算及び氾濫計算を行った。

河道計算では、図-1に示したKim Long観測所及びPhu Oc観測所における河川水位を求め、計算値と実測値を比較することにより本モデルの妥当性を検証した。当該地点周辺は人口が多い地帯であり、特にKim Long地点はベトナム最後の王朝であるグエン朝の王宮があった歴史的にも重要な地点である。

氾濫計算では、入力する標高データとして、現地LP測量より得られた標高データの他に、SRTM(空間解像度約30m)、AW3D30(空間解像度約30m)、MERITHydroのAdjusted Elevation(空間解像度約90m)、ASTERGDDEM(空間解像度約30m)の各標高データを空間解像度15秒(約500m)にスケールアップしたものをを用いて解析を行い、図-1に示した洪水痕跡水位の観測地点(全66地点)における最大浸水深を求め、計算値と実測値の関係を分析し、各標高データ間で比較した。なお、洪水痕跡水位を浸水深に換算する際の標高データは現地LP測量より得られた標高データを用いている。

キーワード 洪水氾濫解析, 標高データ, RRI モデル, Huong 川, ベトナム

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学 TEL: 03-3817-1621 E-mail: a17.74ck@g.chuo-u.ac.jp

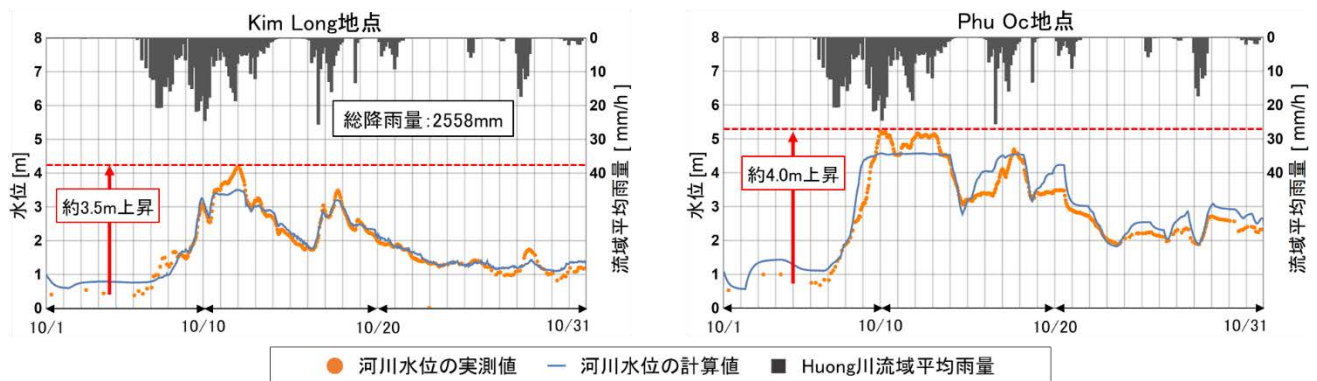


図-2 Kim Long 地点及び Phu Oc 地点における河川水位の計算結果

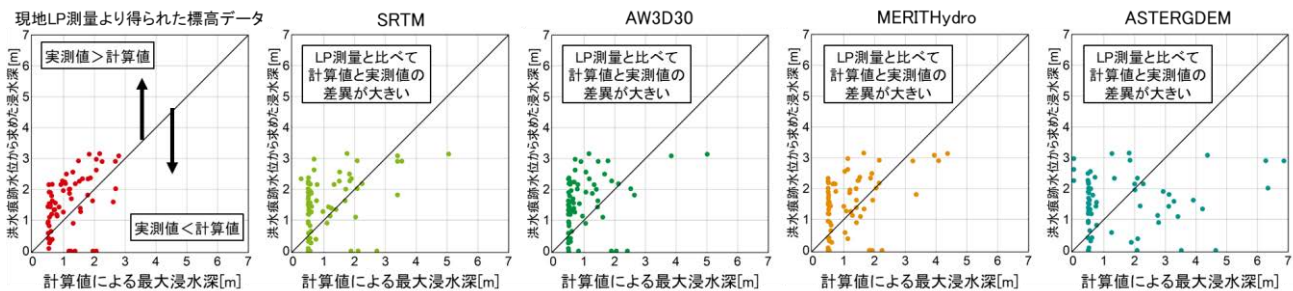


図-3 各標高データを用いた氾濫計算による最大浸水深の計算値と実測値の関係

[45度線より下に描画された地点は実測値より計算値が大きく、上に描画された地点は実測値より計算値が小さいことを示す。]

4. 解析結果

図-2にKim Long観測所地点及びPhu Oc観測所地点における河川水位の計算結果を示す。この図より、両地点において計算値と実測値が概ね一致していることから、本モデルが対象洪水を概ね再現できていると言える。

図-3に各標高データを用いた氾濫計算における、洪水痕跡観測地点での最大浸水深の計算値と実測値の関係を示す。各図において、45度線の上に描画された地点は計算値より実測値が大きいことを示し、45度線の下に描画された地点は計算値より実測値が小さいことを示す。現地LP測量より得られた標高データを用いた場合では、浸水深の計算値が1m以下である地点において計算値が実測値を下回る地点が多い傾向が見られ、最大で1.63m下回る差異があった。その他の標高データを用いた場合でも同様の傾向が見られ、SRTMでは最大で2.30m、AW3D30では最大で2.27m、MERITHydroでは最大で1.85m、ASTERDEMでは最大で2.96m下回る差異があり、LP測量を用いた場合より大きな差異であった。これらの差異が生じた要因の1つに、標高データをスケールアップしたことが考えられ、約500mの空間解像度ではLP測量より得られた高精度の標高データでも計算値と実測値の間に1m以上の差異があったことから、より細かい空間解像度で解析を行うことが重要であると言える。

5. 本研究のまとめと今後の展望

本研究ではHuong川流域を対象に、RRIモデルを用いてダムより下流域における洪水氾濫計算モデル構築し、標高データのみを入れ替えた氾濫解析を行った。解析結果より、河川水位の計算値と実測値が概ね一致した

ことから、本モデルが対象洪水を概ね再現できることを示した。また最大浸水深の計算値と実測値の関係から、約500mよりも細かい空間解像度で解析を行うことが重要であると、本研究より示唆された。

今後は、より細かい空間解像度の氾濫計算モデルの構築及び解析や、他の低平地についても解析を行い、氾濫計算における標高データの重要性について述べていきたい。

謝辞

本研究は中央大学理工学研究所研究プロジェクトからの支援を受けて実施されている。ここに謝意を記します。

参考文献

- 1) Scott A. Kulp, Benjamin H. Strauss : New elevation data triple estimates of global vulnerability to sea-level rise and coastal flooding, Nature Communications 10, 4844, 2019.
- 2) Kepeng Xu, Jiayi Fang, Yongqiang Fang, Qinke Sun, Chengbo Wu, Min Liu : The Importance of Digital Elevation model Selection in Flood Simulation and a Proposed Method to Reduce DEM Errors : A Case Study in Shanghai, International Journal of Disaster Risk Science, 12, 890-902, 2021.
- 3) Md Ali, A., Solomatine, D.P., Di Baldassarre, G. : Assessing the impact of different sources of topographic data on 1-D hydraulic modelling of floods, Hydro. Earth Syst. Sci., 19, 631-643, 2015.
- 4) Takahiro Sayama, Go Ozawa, Takahiro Kawakami, Seishi Nabesaka & Kazuhiko Fukami (2012) Rainfall-runoff-inundation analysis of the 2010 Pakistan flood in the Kabul River basin, Hydrological Sciences Journal, 57:2, 298-312.