

2019年千曲川における河川氾濫の擬似温暖化実験

新潟大学大学院自然科学研究科環境科学専攻 高山遼太

新潟大学工学部 正会員 中村亮太

1. はじめに

令和元年10月に発生した台風19号は東日本を中心に大きな降雨を発生させて、河川氾濫を引き起こして甚大な被害をもたらした。特に長野県穂保地区では左岸の堤防が決壊するなど、死者5名、住居被害は一部損壊を含め計8551世帯に被害を及ぼした。こうした被害は気候変動による影響でさらなる増大が懸念されている。実際に、世界の強い熱帯低気圧の発生の割合は過去40年間で増加している可能性が高いことが示唆されている (IPCC, 2021)。ここで、台風19号を対象とし、領域的な流出・氾濫解析及び温暖化後の評価を行っているものは少ない。そこで本研究では流出モデルWRF-Hydroと氾濫解析ソルバ iRIC Nays 2D Flood を用いて、2019年10月中旬に発生した豪雨と洪水を解析対象として降雨量と流出量、洪水の浸水範囲の再現算を行った。また、SSP(Shared Socioeconomic Pathways)シナリオに基づき擬似温暖化実験を行うことで、温暖化後の変化を評価した。

2. 研究内容

2.1 水循環モデル WRF-Hydro

本研究における河川流出量の再現計算にはWRF-Hydro(Weather Research and Forecasts Hydro : Gochis et al., 2015)を用いた。WRF-Hydroはアメリカ大気研究センターによって開発された分布型水文モデルである。WRF-Hydroは領域気象モデルWRFから出力された降雨量の結果を用いて河川流出量の計算を行える。また、大気初期境界値には時間・空間解像度の高いGFS(Global Forecast System)のデータを用いることで台風経路の再現性の向上を図った。

2.2 氾濫流解析ソルバ iRIC Nays 2D Flood

iRICソフトウェアは水工学の数値シミュレーションのプラットフォームで、無償で利用できる。本研究では氾濫流解析ソルバ(Nays 2D Flood)を用いて、WRF-Hydroから算出された流出量を入力し、浸水範囲の算定を行った。

2.3 擬似温暖化実験

擬似温暖化実験とはKimura & Kitoh(2007)によって提案された力学的ダウンスケーリング手法の一つである。現在気候と将来気候における気象場の変化を現在気候の気象場に加えることで気象変化を予測する。本研究ではXu et al. (2021)のデータを用いて、擬似温暖化気象場を構築し、WRF-Hydroの初期条件に加えて数値計算を実行して、温暖化後の各物理量の変動を評価した。

2.4 計算領域と条件

降雨量と流出量の計算対象は信濃川流域とした(図-1)。WRF-Hydroの計算期間を台風19号及び氾濫の発生した2019年10月10日00:00から14日12:00までとして、気象と流出量を算定した。Nays 2D Floodは穂保地区を対象の領域に格子を構築して、WRF-Hydroから得られた流出量の時系列データを境界条件とした。



図-1 WRF-Hydroの計算領域

3. 研究結果

3. 1 WRF-Hydro

WRF-Hydro の降水量の再現計算結果と擬似温暖化実験による将来気候における降水量と台風経路、流出量の計算結果の比較を示す(図2-4)。降雨量及び流出量の観測値はそれぞれ、アメダス気象台、水文水質データベースより取得した。現在気候における台風のトラック、積算降雨量及び流出量は氾濫の観測された10月中旬の期間で高い精度で再現できた。擬似温暖化実験では台風経路の大幅な変動から、信濃川流域での降水量及び予測地点での流出量の減少が算定された。

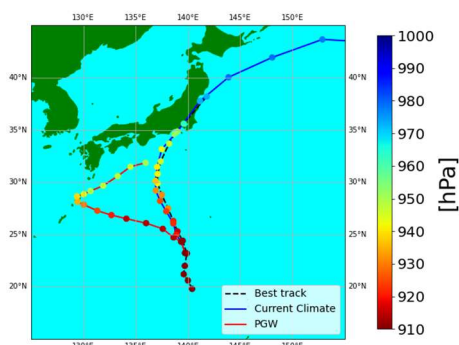


図-2 台風経路の比較

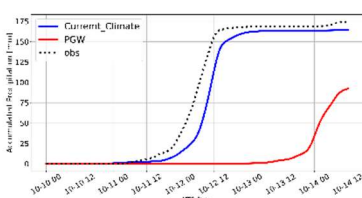


図-3 積算降雨量の比較

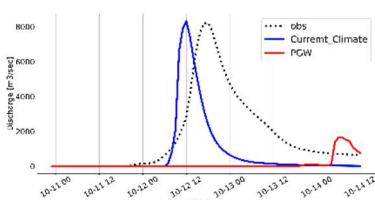


図-4 流出量の比較

3. 1. 2 Nays 2D Flood

図内の流出量のグラフを入力値として浸水の計算を行った結果を示す。現在気候下(左)の浸水

面積は 62.83 km², 擬似温暖化気候下では 22.52 km² となった。浸水面積の結果は入力値である流出量に依存するため、今回の研究では気候変動後に浸水面積が減少することが予測された。

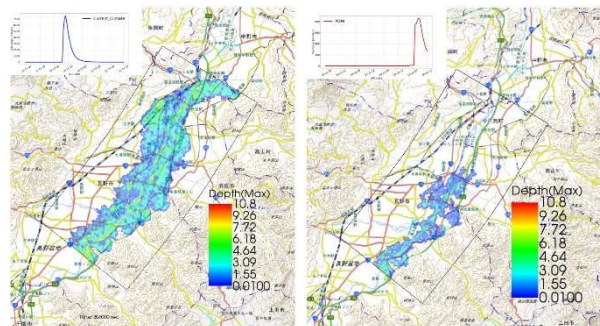


図-5 将来気候における浸水範囲

4. おわりに

WRF-Hydro による台風と降雨、流出量の再現計算は観測値と比較した結果、高い精度であった。擬似温暖化実験では台風の経路が大幅に変化したため、浸水面積の有意な比較ができなかった。今後は計算結果を解析して、台風の経路が変動する要因について分析を行う。また、気候変動下で台風19号が日本に上陸した際の浸水面積の変動を評価することを目的に、スペクトルナッジなどの手法の適用を検討する。

参考文献

- 1) IPCC, 2021: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change
- 2) Gochis, D.J., Yu, W., and Yates, D.N., The WRF-Hydro model technical description and user's guide, version 3.0., NCAR Technical Document, 123 pages, 2015.
- 3) Kimura, F. and Kitoh, A. : Downscaling by pseudo global warming method. , The Final Report of ICCAP, pp. 43-46, 2007
- 4) Xu, Z. , Han, Y. , Tam, CY. et al. Bias-corrected CMIP6 global dataset for dynamical downscaling of the historical and future climate (1979-2100). Sci Data 8, 293 (2021).