

洪水氾濫モデルを用いたメトロマニラにおける気候変動影響の検討

東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 学生会員 ○佐藤 龍平
 東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 正会員 今村 能之
 東京都立大学大学院 都市環境科学研究科 正会員 天口 英雄

1. はじめに

近年の極端降雨の増加と気候変動により、特に急激な都市化を遂げたメガシティでは頻繁かつ大規模な水害被害が発生している。これらの都市は水害に対する危険性が高く、特に社会的脆弱性を孕むような地域では被害が大きくなりやすい。フィリピンのメトロマニラでは、急激な人口増加や降雨量あるいは激甚降雨の頻度が増加により、災害による被害の増加が見込まれる。このため、都市化や気候変動による影響を含めた大都市部での洪水の特性を理解することが、これらの対策を講じる一助となりうる。本研究ではこのような洪水特性を把握することを目指し、洪水氾濫モデルによる氾濫計算のためのデータ収集・整理を行い、試行的な計算を実施した。

2. 手法

全体の研究のフローは図-1の通りである。初めに、水文学的分析として対象集水域の設定と降雨分析を行う。続いて、洪水氾濫モデル計算として、モデル適用に必要な降雨やジオメトリなどの入力データの準備および気候変動や都市化を考慮したシナリオに基づいたモデルの適用による分析を行う。いくつかの気候変動予測シナリオにおいて繰り返しモデルを適用する。最後に、そのモデル結果の分析を行う。

3. 水文学的分析

水文学的分析の一つとして対象域の設定がある。対象地域はメトロマニラを含むエリアで図-2に示す。メトロマニラはフィリピンのルソン島に位置する首都圏である。赤いエリアがメトロマニラであり、黒線で囲われたエリアを対象集水域として設定した。青白は水域を示し、線が河川で中央部にラグナ湖がある。オレンジのポイントは首都マニラの位置である。黄色のポイントは降雨観測点である。対象集水域はメトロマニラおよびメトロマニラに流入する河川の流域を含んでおり、これは下流部であるメトロマニラへと流下する上流部への降雨を正確に考慮できるようにモデルを適用するためである。

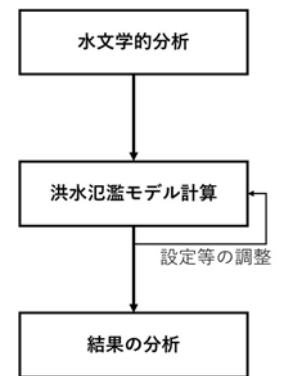


図-1 研究のフロー

また、対象集水域の面積は約 4,405km²、メトロマニラは 619.54km²である。東京 23 区と比較すると面積が 627.53km²とメトロマニラと同程度の面積だが、人口については 2020 年時点でメトロマニラは約 1,349 万人に対して東京 23 区が約 973 万人とメトロマニラは東京 23 区を超える人口密度になっており^{1) 2)}、このことからメトロマニラの都市化が理解できる。また、人口の過密状態を考慮すればこのエリアが洪水といった水害に対して脆弱であることも理解できる。

水文学的分析のもう一方は降雨分析である。このステップはモデルに適用する流域平均降雨を算定するものである。まず、日降雨のデータから年最大日降雨を抽出し、これを GEV や Gumbel, LP3, SQRT-ET といった確率分布を用いて再現期間 T に対する 24 時間降雨 P_Tを算出する。この P_Tを alternating block method³⁾によって各確率年に対する降雨イベントを作成する。

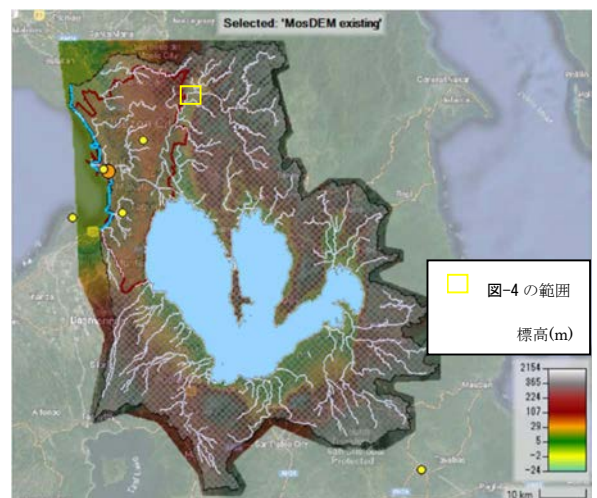


図-2 対象集水域図

キーワード 気候変動、急激な都市化、メトロマニラ、洪水氾濫モデル

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 東京都立大学 E-mail: sato-tappei@ed.tmu.ac.jp

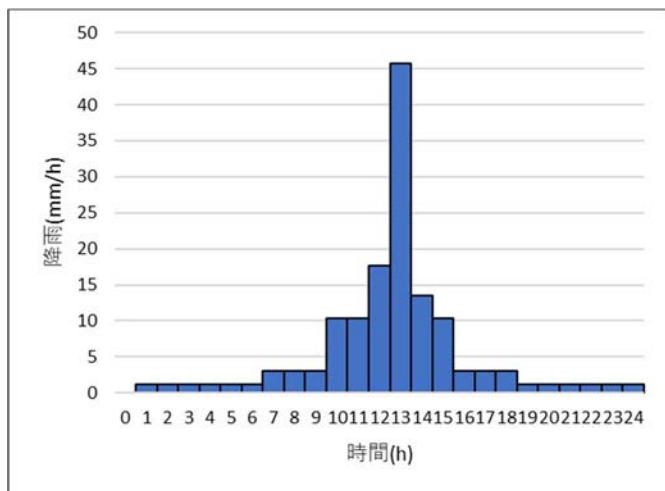


図-3 ハイエットグラフ

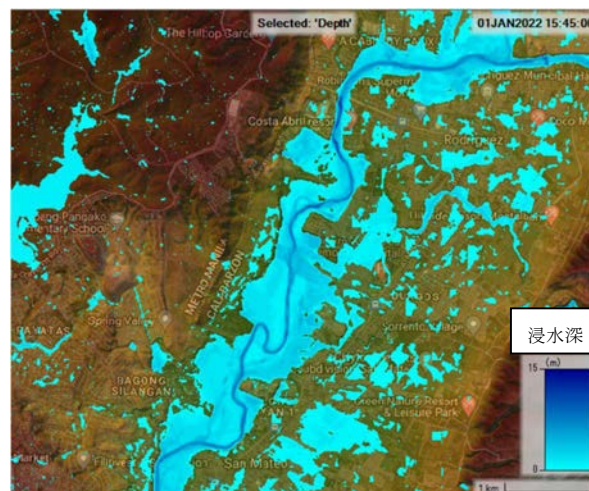


図-4 氾濫状況(浸水深)

作成した降雨イベントを対象域に適用させるためにティーセン法や逆距離加重法といった手段を用いて降雨イベントを降雨観測点の位置やある点の各雨量観測点からの距離に応じて降雨を設定する。

4. 洪水浸水モデル計算

洪水浸水モデルとして本研究では HEC-RAS を採用する。対象集水域は、山間部および都市部を含み、研究の目的として都市部の洪水計算に焦点を当てる必要があるため、メッシュサイズが可変のこのモデルが適している。

モデル適用に際して、入力データはハイエットグラフ、海水位等の境界条件、DEM などのジオメトリデータ、カーブナンバーや粗度係数といったパラメータがある。これらのパラメータは、実際の台風で観測された降雨データと流量や浸水状況等から同定していく。また、メッシュサイズの設定については都市部における洪水の状況をより正確に計算していくために都市部と山間部でメッシュサイズを変更する。この研究では、メトロマニラにおける洪水特性の理解が主たる目的であるため、メトロマニラのメッシュサイズを高解像度にするにより正確なモデル計算を見込める。一方で、山間部においては都市部ほど高解像度にせず計算の負荷を抑え計算時間が長くなりすぎないように調整する。出力データは、浸水深、流量、水位、洪水の時間変化などである。また、モデルを気候変動予測シナリオに基づく予想される降雨や土地利用の変化など、メトロマニラにおける気候変動や都市化に基づいたいくつかのシナリオにおいて適用する。

流域全体にこの再現期間 50 年の降雨のハイエットグラフ(図-3)を適用し、モデルのテストを行った。境界条件は、海面との境界で勾配を一定の 1/1000 としている。粗度係数は 0.06。メッシュのサイズはメトロマニラが 30m×30m で、それ以外の地域は 100m×100m とした。今回は浸透を考慮しておらず、軽度の浸水が散見された(図-4)。

5. 結論

メトロマニラを含む地域を対象に HEC-RAS を用いてモデルのテストを行った。テスト運用の設定下で、ある程度の浸水の状況、浸水の時間変化が確認できた。一方で、パラメータの同定や降雨イベントの設定など不完全な部分がある。今後は、モデルを適切に運用するためにモデル準備の部分を進めていき、浸水をより正確に再現し、気候変動・都市化の影響をこのモデルで考慮することを目指す。また、この研究のゴールは気候変動や都市化に関するシナリオにおいてモデルを適用しこれを分析するところである。

参考文献・出典

- 1) 東京都の統計, 東京都総務局統計部, (<https://www.toukei.metro.tokyo.lg.jp/kokutyo/2020/kt-20index1.htm>) (2022年12月15日閲覧)
- 2) Highlights of the National Capital Region (NCR) Population 2020 Census of Population and Housing (2020 CPH), PHILIPPINE STATISTICS AUTHORITY, (<https://psa.gov.ph/content/highlights-national-capital-region-ncr-population-2020-census-population-and-housing-2020>) (2022年12月7日閲覧)
- 3) Technical Standards and Guidelines for Planning of Flood Control Structures, DPWH, JICA, 2010年7月