

降雨の空間分布が都市流域の洪水流出特性に及ぼす影響に関する研究 — 渋谷川を例にして —

中央大学	学生会員	○町田	果歩
中央大学大学院	学生会員	小山	直紀
中央大学大学院	学生会員	諸岡	良優
中央大学	フェロー会員	山田	正

1. はじめに

近年、日本の都市において短時間に局所的な豪雨が発生する回数が増えている¹⁾。1時間降雨量が100 mmを超える場合もあり、河川の急激な増水や低地の浸水などの都市災害が多く発生している。このような都市災害を考える上で、都市化の進んだ地域では大規模なハード対策をすることが一般には困難であるために、河川の氾濫や浸水状況をリアルタイムで予測し、早期の避難を促すような警報システムの構築などのソフト対策が重要であると考えられる。

一般に都市に降った雨水は下水道によって排水される。そのため、都市域の降雨流出は下水道施設の影響を考慮する必要がある。また、都市域では合流式下水道の所もあり、降雨時には処理場で処理しきれない下水は堰を超えて川へ流入する。そのため、多種多様な堰を有する流域において降雨の空間分布は都市河川の流出に関係するといえる。

近年、空間的に高い分解能をもつ XバンドMPレーダの普及により、局所的な短時間豪雨を観測することが可能となってきた。このXバンドMPレーダの活用により、都市部の比較的狭い流域における短時間豪雨を観測し、洪水流出をリアルタイムに予測することで素早い災害の対応を期待できる。

本研究では、渋谷川を対象として、下水道管路モデルを用いてレーダ観測雨量から河川流量・水位を推定し、実測流量・水位と比較することで、降雨の空間分布が流量、水位に与える影響について分析を行った。

2. 対象流域及び計算方法

2.1. 対象流域

本研究の対象域は図-1に示す渋谷川(流路延長2.6 km, 流域面積14.0 km²)を対象とした。東京都が

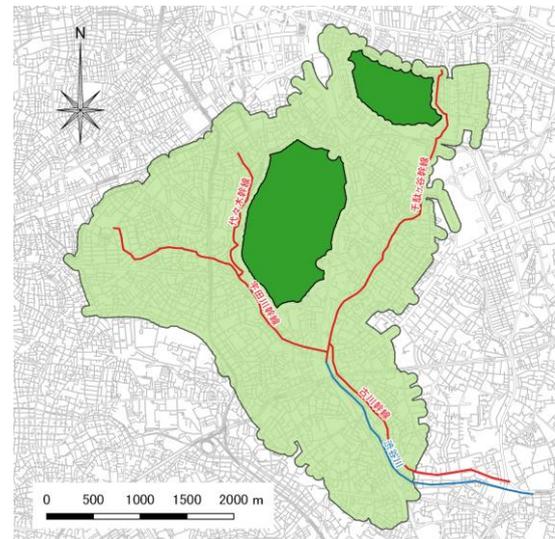


図-1 渋谷川流域

管理する水位観測所が存在する、渋谷橋から上流の代々木公園と明治神宮を除く流域を対象として約10.1 km²の流域について検討した。観測点の河道は深さ7 m, 川幅1 m程度のコンクリート水路であり、平水時は水深15 cm前後、0.5 m³/s程度の流量しか流れていない。これは「城南三河川・清流復活事業」として東京都新宿区にある落合水再生センターで、高度処理された下水処理水を送水し、渋谷橋から0.8 km上流の並木橋から放流しているためである。

2.2. 地表面計算

地表面の流出計算には、山田ら²⁾が導出した合理式の解析解を用いた。合成合理式のパラメータの1つである流達時間は、本来ならば降雨強度によって変化するものと考えられる。例えば、集中豪雨のように降雨強度の強い雨では地表面流出が速くなり、流達時間は短くなると推察されるが、本研究ではサブ流域ごとに一定の値を用いた。本研究では、降雨イベントについて、対象流域を4つのサブ流域に分割し、合成合理式を用いて、流出計算を行った。流

キーワード 流出解析, 都市流域, レーダ雨量

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 中央大学理工学部 TEL03-3817-1807

出計算を行うにあたり、流出率は国土数値情報都市地域土地利用から 0.86 とした。使用した降雨データは、国土交通省が配信している XRAIN 合成雨量データを用いた。

2.3. 下水道管路網計算

本研究では渋谷川流域の主な 4 つの下水道幹線(古川幹線、千駄ヶ谷幹線、代々木幹線、宇田川幹線)と渋谷川及び堰をモデル化した。各幹線の上流端の境界条件には地表面計算で得られた流量をそれぞれ与えた。水深の穏やかな増大を準定常流と近似できるとし、kinematic wave 法を用いて次元不定流の計算を行った。堰の計算には長方形堰の越流量の公式を用いた。

3. 結果

図-2 に流域を 4 つに分割した図を示す。

次に、図-3 に、台風性の降雨イベントの合成合理式による地表面計算結果を用いて下水道管路網計算による計算を行った結果と、合成合理式による地表面計算の計算結果を示す。合成合理式による地表面計算の結果と比較して下水道管路網計算をした計算結果は実測値をより再現できている。洪水到達時間は流出点から遠い流域 1, 2, 3 においては 60 分とし、流出点から近い流域 4 においては 20 分とした。

また、図-4 に、図-3 と同様に短時間集中豪雨の降雨イベント時における計算結果を示す。図-3 と同様の傾向がみられることがわかった。洪水到達時間は流域 1, 2 においては 60 分とし、流域 3, 4 においては 20 分とした。

4. まとめ

- 1) 合成合理式による流出計算を行った結果を用いて下水道管路網計算を行った結果、流出計算のみを行った場合に比べて実測をよく再現できることがわかった。これは流量が幹線と川に分かれるという堰の効果を良く再現できたといえる。
- 2) 同じ流域でも雨の降り方によって、流出率や流達時間が変化する可能性があり、その影響を考慮する必要があることがわかった。

今後は、都市域の洪水流出特性を解明するため、下水道管路網計算においてより詳しく解析を行い、降雨の時空間分布を考慮した流出率や流達時間の変化を定量的に評価し、一般性を持った都市における流出解析を行っていく。

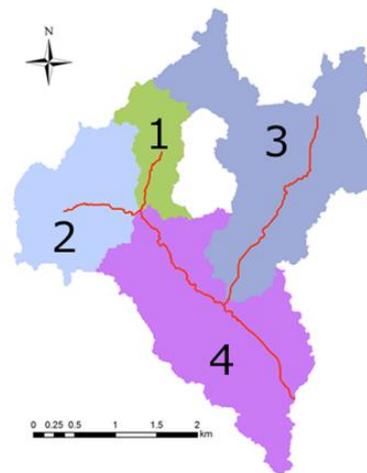


図-2 渋谷川流域分割図(4個に分割)

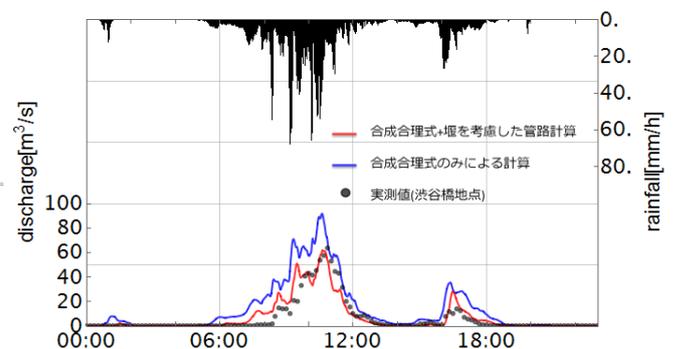


図-3 計算結果(2016年8月22日)

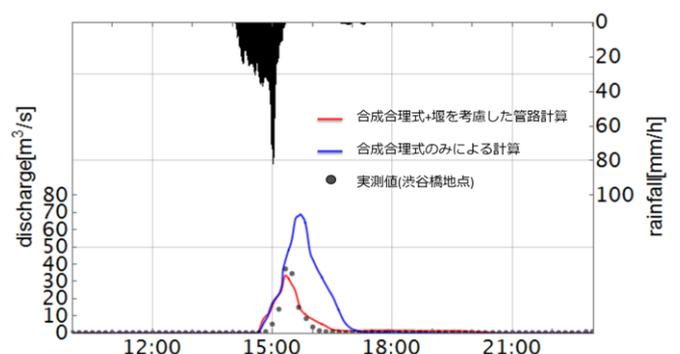


図-4 計算結果(2017年7月18日)

5. 参考文献

- 1) 気象庁:アメダスで見た短時間豪雨発生回数の長期変化について。
- 2) 渡邊暁人, 笹田拓也, 渡辺直樹, 山田正: 合成合理式の理論的導出, 水工学論文集, Vol.56, pp.499-, 504, 2012.