

都市域における降雨の空間分布に関する研究 — 渋谷川を例にして —

中央大学大学院 学生会員 ○小山 直紀
 中央大学 学生会員 石川 直樹
 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

気象庁の統計によれば、1時間降水量 50 mm 以上の短時間強雨の発生回数は増加しており、地表面流出が速く流出率も高い都市河川流域において浸水被害のリスクが高まっていると考えられる。このような都市河川は、ハード対策として拡幅等による改修が困難であることから、地下貯水槽や地下放水路の建設により流出抑制を行ってきたが、ソフト面での対策は進んでいない。2008年8月には豪雨により増水した下水道に作業員が流され犠牲になる事故¹⁾も発生しており、素早い警報システムの構築や、避難判断に資する情報の提供が重要となってきた。こうした取り組みにあたっては、まず都市河川の洪水流出特性を明らかにする必要があると考える。近年では、気象レーダを用いた降雨観測が発達し、時間的・空間的に高い解像度で雨量を捉えることが可能になっていることから、短時間強雨による洪水流出をリアルタイムに算出することで、流域の水防災に役立てることができると考えている。

本研究では、都市河川の洪水流出特性を解明するため、時空間分解能が高い気象レーダを用い、集水域の数と合成合理式のパラメータである流達時間との関係が流出計算に与える影響についての分析を行った。

2. 対象流域及び流出計算手法の概要

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、東京都が管理する水位観測所が存在する渋谷橋から上流の約 12.5 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 10 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ない。これは「城南三河川・清流復活事業」として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。

流出計算には、山田ら²⁾が導出した合理式の解析



図-1 渋谷川流域

解を用いた合成合理式を使用する。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。本研究では、短時間に降雨強度の強い雨が降った場合と長時間にわたり雨が降る二つの雨イベントに対して、渋谷川流域全体を1つの集水域としたモデル、5つのサブ流域に分割したモデルに対して、合成合理式を用いて、流出計算を行い、パラメータである流達時間について考察した。使用した降雨データは、国土交通省が提供する XRAIN 合成雨量データを用いた。

3. 結果

流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。

図-2は、短時間に降雨強度の強い雨が降った場合に1つの集水域で流達時間を 40, 45, 50, 60 分と変化させて流出計算したものである。実測と最も合っているのは流達時間 45 分のときである。ピーク流量付近の立ち上がり、逓減期ともに良好に再現できていることがわかる。図-3は、渋谷川流域を5つのサブ流域に分けた図である。それぞれのサブ流域に番

号をつけた。図-4 は、5つの流域に分けて流出計算を行ったものである。流達時間を10分ごとに変化させ、最大の流達時間を60分と考え、組み合わせ計算を行い、もっとも実測に近いものである。

ピーク流量付近の立ち上がり、逓減期ともに良好に再現できている。また、集水域を1つにした場合に比べて、より細かい表現ができています。これは集水域を分割したためであり、それぞれの集水域のハイドログラフを足し合わせることによって、集水域を1つにしたときより様々なハイドログラフを表現できることがわかる。

それぞれのサブ流域の流達時間を見てみると、流出点から遠い箇所にあるサブ流域1, 2, 3は流達時間が60分と長く、近い箇所は流達時間が10分と短い。

図-5は長時間雨が降った雨イベントで集水域を1つとして流出計算をしたものである。図-3のイベントでは、流達時間45分で実測を表現することができていたが、このイベントでは傾向は捉えているものの実測との差がある。これは、図-3のイベントと雨の降り方が異なるためと考えられる。また、渋谷川流域には下水道管路網や堰があるため、その影響も取り入れなければならない。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

- 1) 合成合理式で集水域1つでもピーク流量の立ち上がり、逓減期ともに良好に表せる。また、集水域を5つに分け流出計算することにより、より実測に近づく。
- 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。

今後は、都市域の洪水流出特性を解明するため、下水道管路網計算を取り入れるとともに、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。

5. 参考文献

- 1) 東京都下水道局 雑司ヶ谷幹線再構築工事の事故調査報告書, 2008.
- 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.

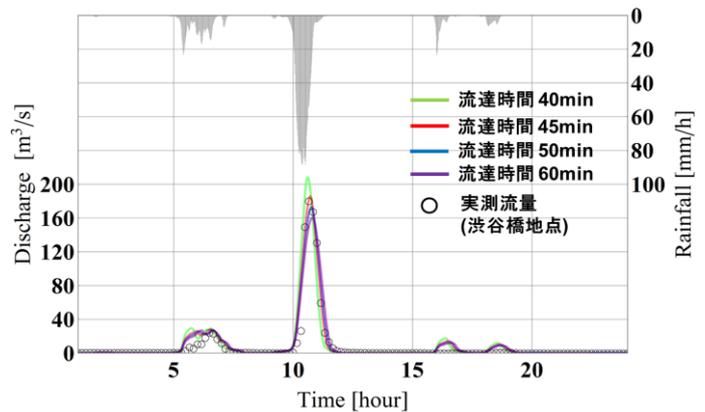


図-2 1つの集水域で流達時間を変化させて計算 (流達時間45minのときに最も実測と合っている)

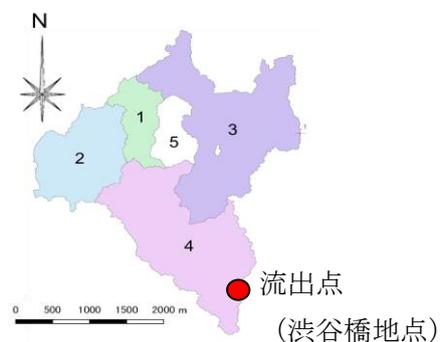


図-3 渋谷川流域分割図 (5個に分割)

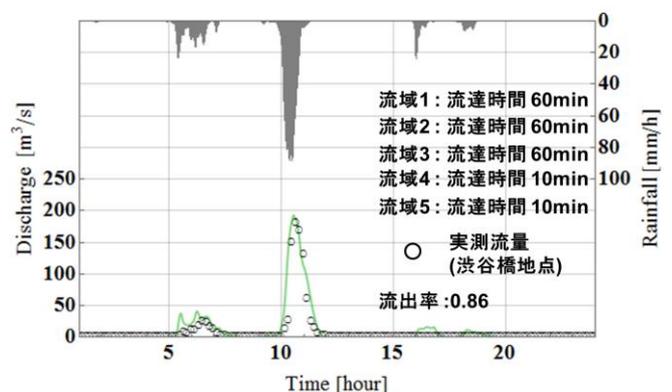


図-4 5つそれぞれの集水域で流達時間を変化させ計算 (最も実測に合っていた流達時間のもの)

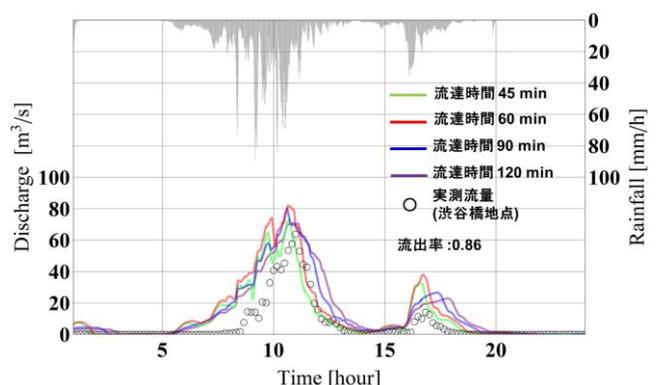


図-5 1つの集水域で流達時間を変化させて計算