

都市域における降雨の空間分布が流量・水位に与える影響について

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
東急建設		高倉	望
中央大学	フェロー会員	山田	正

1. はじめに

都市域を流れる中小河川は、流域に占める不透水域の割合の高さや下水道等の排水施設の影響で、洪水流出が速くピーク流量も大きくなる特徴がある。このため、集中豪雨のような短時間の雨であっても、河川水位が急激に上昇し氾濫被害をもたらす場合がある。気象庁によれば短時間強雨の発生回数は増加しており¹⁾、都市域における水害リスクは高まっていると考えられる。開発の進んだ都市域においては大規模なハード対策を実施することも困難で、早期の避難を促すような警報システムの構築など、即効性の高いソフト対策が重要であるだろう。一方で、時間的、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、局地的な短時間強雨を観測することが可能となってきたため、素早い災害予測に活用されることが期待される。このため本研究では、都市域における災害予測システムの構築を見据えた基礎的研究として、東京都渋谷区を流れる渋谷川を対象とし、レーダ観測雨量から河川流量を推定し、実測水位から求めた流量と比較することで、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. 渋谷川の概要と解析手法

図-1に渋谷川の集水域（渋谷橋から上流）の概略図を示した。渋谷川は東京都渋谷区の宮益橋から天現寺橋までの2.6kmを流れる二級河川であり、筈川と合流する天現寺橋から古川と名を変えて東京湾へと注いでいる。かつては幾つかの支流をもっていたが、暗渠化、下水道化によって渋谷川には流入しなくなり、清流復活事業として19、900m³/dayの下水高度処理水を流している他は、大雨時を除いて水が流入しない。

河床勾配は1/420と急で、全川に渡ってコンクリートで護岸されている。流域面積は14.0km²で渋谷区の大部分を占める。天現寺橋から1.1km上流の渋谷橋付近に東京都建設局が無人観測施設を設けており、10分毎の降水量と河川水位がオンラインで公表されている。このため、この渋谷橋観測点から上流を解析対象とした。

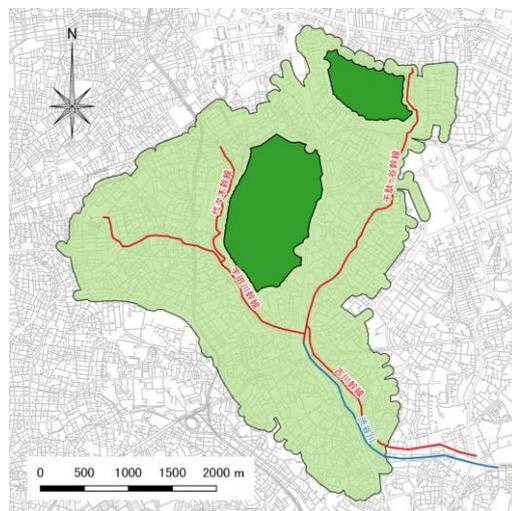


図-1 渋谷川流域

降雨の空間分布が流量に与える影響を分析するに当たり、流出計算には、山田ら²⁾によって導出された合成合理式を用いた。また、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。この値と降雨データの積により有効降雨を算出した。図-2は、渋谷川流域を5つのサブ流域に分けた図である。幹線の合流点より上流部分を分けたものである。それぞれのサブ流域に番号を付けてある。

図-3は、合成合理式のパラメータである流達時間をそれぞれの流域で決め、実測値と比較したものである。対象とした降雨は、典型的な集中豪雨で、ピーク降雨強度は80mm/hを超え、30分以上にわたり降雨強度50mm/h以上の雨が続いた。その結果、渋谷川の水位は氾濫危険水位を超えた。

流達時間は、最大の流達時間を60分と考え、10分ごとに変化させ、組み合わせ計算をし、最も実測に近いものである。ピーク流量付近の立ち上がり、逡減期共に良好に再現できている。

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分であり、近い箇所の4, 5は10分であった。

キーワード 流出解析, 都市流域, 降雨の空間分布

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

図-4 は、以下に示す(3-1)式を用いて、それぞれの流域に降っている降雨の波形のみを入れ替え、総量を変えないようにし、3125通りの計算結果を重ね合わせてプロットしたものである。

$$r'_i(t) = \frac{r_j(t)}{R_j} \times R_i \quad (3-1)$$

i : 対象流域番号, j : 入れ替え流域番号, $r_i(t)$: 流域 i における入替前の降雨データ, $r_j(t)$: 流域 j における入替前の降雨データ, R_i, R_j : 流域 i, j の総降雨量である。

図-4 を見てみると、ピーク時の流量において、約 $20\text{m}^3/\text{s}$ の幅があることが分かり、これは実測値のピーク流量に対し 10%である。

図-5 は、東京都水防災総合情報システムが提供している渋谷橋観測所の断面図に対象降雨の計算結果を重ねたものである。都市河川は、川幅が 10m と狭く、集中豪雨の際には、急激に水位が上昇されることが予想される。また、氾濫危険水位と氾濫発生水位の差が約 2m しかないため、警報が出された後に避難する時間も十分にとることが困難であると予想される。対象とした降雨では、氾濫危険水位を超えており、ピーク水位に対して、約 60cm の幅を持っており、これは実測値のピーク水位に対して、約 10%の幅を持っていることになる。これらのことから、流域面積の小さい都市域においても降雨の空間分布を捉えることによって、洪水予測精度や迅速な災害予測につながる事が分かる。

4. まとめ

本研究で得られた知見を以下に示す。

1. 流域を 5 つに分け、合成合理式を用い、降雨の入れ替え計算を行ったところ、流量・水位に 10% 程度の違いを与えることが分かった。
2. 流域の小さい都市域においても、降雨の空間分布を捉えることは、災害予測の点において重要であることを示した。

3.

参考文献

1) 気象庁:アメダスで見た短時間強雨発生回数の長期変化について
<http://www.jma.go.jp/jma/kishou/info/heavyraintrend.html>

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, 2012.



図-2 渋谷川流域分割図 (5個に分割)

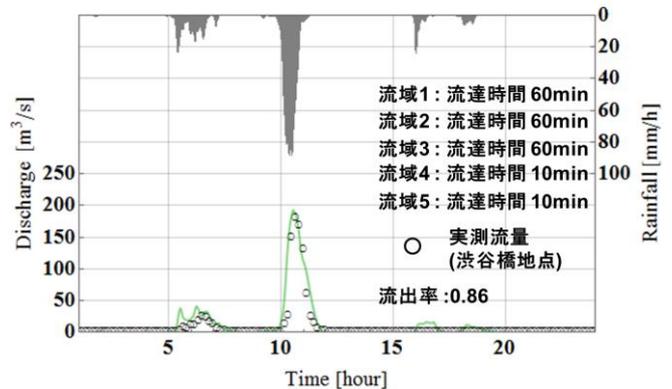


図-3 あるイベントに対する時系列の流量を再現する流達時間の組み合わせ

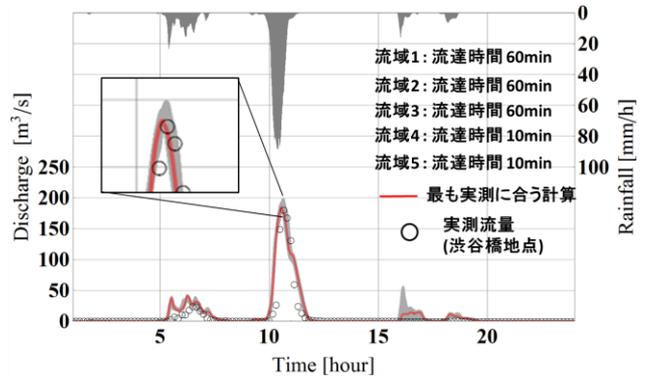


図-3 それぞれの流域の降雨の波形のみを入れ替え計算した結果 (ピーク流量に対し, 10%の違いがある.)

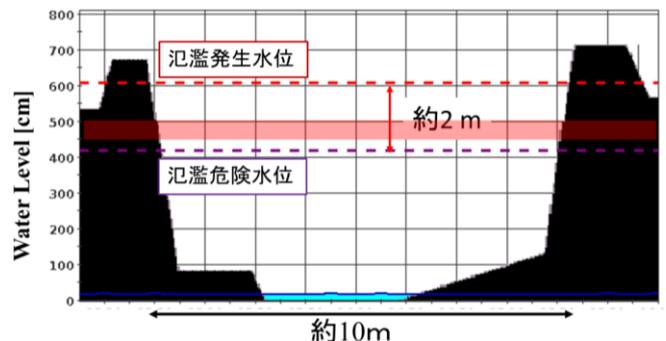


図-4 渋谷川の観測所(渋谷橋)の河川断面図及び水位危険度情報に計算結果を重ねたもの