

神田川上流域における X バンド MP レーダ雨量を用いた豪雨流出解析

首都大学東京大学院 都市基盤環境学域 学生員 ○戸野塚 章宏
 首都大学東京大学院 都市基盤環境学域 正会員 河村 明
 (株)建設技術研究所 正会員 米勢 嘉智
 首都大学東京大学院 都市基盤環境学域 正会員 天口 英雄

1. はじめに

都市域の中小河川では、短時間における集中豪雨により、河川の氾濫や内水による浸水被害の危険性が高いため、都市流出解析では詳細な 1 分値雨量や水位観測データを用いた流出解析が行われている。

国土交通省の X バンド MP レーダネットワークは、2010 年からの試験運用期間を経て 2014 年 3 月に本格運用を開始し、詳細な降雨の時空間分布の情報が入手できる環境が整備されている。

X バンド MP レーダ雨量(以下、「レーダ雨量」という)を用いて流出解析を実施する際には、その詳細な 1 分値降雨データが流出ハイドログラフの再現性に与える影響を把握しておくことが重要であると考えられる。

そこで本研究では、東京都の代表的な都市中小河川流域である神田川上流域における豪雨イベントを対象に、X バンド MP レーダ、アメダス及び東京都水防災総合情報システム(以下、「水防災システム」という)の 3 種類の降雨データを用いた流出解析を実施し、降雨データの差異がハイドログラフの再現性に与える影響について検証した。

2. 対象流域及び対象豪雨イベント

検証対象流域とする神田川は、東京都内の中小河川としては最大規模の面積を持つ一級河川である。本研究では、図-1 に示す向陽橋水位観測地点をハイドログラフ再現性の検証地点とし、向陽橋地点上流域の約 7.7km²を対象流域とした。

対象豪雨イベントは、2013 年に対象流域において発生した豪雨とし選定することとした。中小河川では、短時間の強降雨が河川水位を上昇させるため、対象降雨の累加期間は 30 分とした。図-1 に示す対象流域周辺において高密度に配置された水防災システム(9 箇所)の降雨データからティーセン法により流域平均雨量を算出し、その流域平均雨量が 15mm 以上の 7 降雨を対象豪雨イベントとして設定した。降雨期間は 1 時間より長い無降雨状態を伴わない一連の降雨期間を抽出し、降雨開始 30 分前から降雨終了 30 分後までを降雨データ期間として設定した。表-1 に、対象豪雨イベントにおける最大 30 分累加雨量、降雨データ期間及び降雨要因を示す。

使用する降雨データは、水防災システム、X バンド MP レーダ及びアメダスの 3 種類である。レーダ雨量は図-1 に示す X バンド MP レーダの対象流域メッシュエリア(138 メッシュ)における流域平均雨量を算出した。なお、X バンド MP レーダは約 250m×250m の空間分解能を有する。アメダスは、対象流域内に雨量観測所が存在しないため、対象流域周辺に位置する 3 箇所の観測所(府中、世田谷、練馬)の降雨データからティーセン法により流域平均雨量を求めた。



図-1 対象流域及び地上観測地点

表-1 対象豪雨イベント

豪雨イベント	30 分累加雨量 (mm)	降雨データ期間	降雨要因
No. 1	30.5	9/15 03:20-9/15 14:20	台風 18 号
No. 2	29.5	8/12 17:14-8/12 20:39	大気状態不安定
No. 3	25.1	9/04 22:51-9/05 11:27	低気圧
No. 4	24.3	6/25 11:38-6/25 15:10	大気状態不安定
No. 5	21.0	7/23 15:08-7/23 16:47	大気状態不安定
No. 6	18.2	4/06 14:48-4/07 01:53	低気圧
No. 7	16.0	8/21 15:06-8/21 17:00	大気状態不安定

キーワード 神田川上流域, X バンド MP レーダ雨量, 豪雨流出解析, ハイドログラフ再現性

連絡先 〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1 首都大学東京 E-mail : tonotsuka-akihiro@ed.tmu.ac.jp

3. 豪雨の流出ハイドログラフの再現性

本研究で使用する流出解析モデルは、都市の流出機構を考慮した集中型流出モデルである都市貯留関数モデル¹⁾とした。都市貯留関数モデルにおいて同定すべきパラメータは、SCE-UA 法を用いて同定する²⁾。対象豪雨イベント毎に3種類の降雨データそれぞれに対し、最も再現性が高くなる最適パラメータを同定した。なお、計算流出ハイドログラフの再現性の評価は、向陽橋地点の観測流量と計算流出量から算定される誤差評価関数 RMSE（平均二乗誤差の平方根）を用いた。

図-2 は、豪雨イベント No.1, No.4, No.6 における最適パラメータによる流出計算結果を示したものであり、観測流量とともに降雨データ別の流出ハイドログラフを重ねて表示したものである。図-2 a) では、いずれの降雨データにおいても、計算流量は観測流量を精度良く再現していることがわかる。図-2 b) では、アメダスを用いた場合に、他の降雨データを用いた場合よりも再現性が低くなっている。これは、豪雨イベント No.4 は大気状態不安定に起因する局所的な豪雨であり、流域内に存在しないアメダスでは豪雨を捉えることができなかったためであると推察される。また、図-2 c) に示す豪雨イベント No.6 をみると、X バンド MP レーダの流出ハイドログラフは、観測流量に対して流量が上昇せずに波形が大きくつぶれていることがわかる。これは、No.6 は対象流域の東側に強雨域を伴う豪雨であり、アメダス世田谷雨量観測所で強雨域をたまたま捉えることができたが、X バンド MP レーダでは豪雨ピークとなる後半の 22:30 くらいから 30 分程度において、流域内の強雨域を十分捉えることができていないため、モデルパラメータによらず観測流量ハイドログラフの再現が困難であると示唆される。

図-3 は、計算流出ハイドログラフの再現性の評価に用いた RMSE について、豪雨イベント毎の降雨データ別にグラフ及び数値表を示したものである。これより、水防災システムと X バンド MP レーダによる流出計算結果における RMSE を比較すると、概ねどの豪雨イベントにおいても同程度の値となっている。ただし、豪雨イベント No.6 では、X バンド MP レーダの RMSE は水防災システムと比べて大幅に大きくなっており、再現性が低いことがわかる。これより、降雨データとして水防災システムにおける密な地上観測雨量を用いた場合、全体的にレーダ雨量よりも計算流出ハイドログラフは高い再現性を確保できていると判断できる。また、アメダスを用いた場合は再現性が低いことがわかる。

4. むすび

本研究では、神田川上流域における豪雨イベントを対象に、3種類の降雨データを用いて流出解析を実施し、流出ハイドログラフの再現性を検証した。これより、水防災システムにおける高密度の地上観測雨量データを

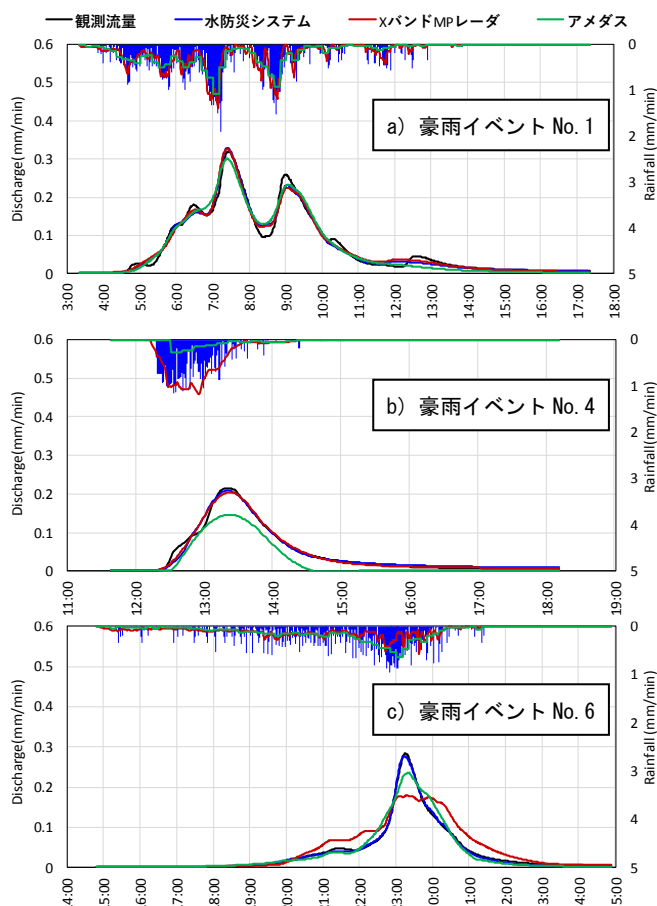


図-2 降雨データ別のハイドログラフ

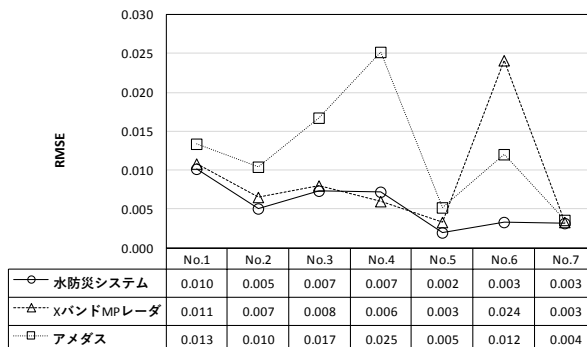


図-3 降雨データ別の RMSE のグラフ及び数値表

使用した場合、流出ハイドログラフの再現性が高く、そして、XバンドMPレーダは詳細な空間分解能を有するものの、都市中小河川では観測流量ハイドログラフの再現性が低下する場合があることを確認した。また、アメダスデータを用いた場合は、計算流出ハイドログラフの再現性が比較的低くなるため、降雨データとしてレーダ雨量等の詳細な降雨データを活用していくことが望まれる。

参考文献

- 1) 高崎忠勝, 河村明, 天口英雄, 荒木千博: 都市の流出機構を考慮した新たな貯留関数モデルの提案, 土木学会論文集 B, Vol.65, No.3, pp.217-230, 2009.
- 2) 田中丸治哉: タンクモデル定数の大域的探索, 農業土木学会論文集, No.178 pp.103-112 1995.