

# 都市中小河川流域におけるXRAINを用いた 豪雨流出特性

米勢嘉智<sup>1</sup>・河村明<sup>2</sup>・戸野塚章宏<sup>3</sup>・天口英雄<sup>4</sup>

<sup>1</sup> 正会員 工修 (株) 建設技術研究所 (〒103-8430 東京都中央区日本橋浜町 3-21-1)

E-mail:yonese@ctie.co.jp

<sup>2</sup> 正会員 工博 首都大学東京教授 都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

E-mail:kawamura@tmu.ac.jp

<sup>3</sup> 学生会員 首都大学東京都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

E-mail:tonotsuka-akihiro@ed.tmu.ac.jp

<sup>4</sup> 正会員 工博 首都大学東京助教 都市環境科学研究科 (〒192-0397 東京都八王子市南大沢 1-1)

E-mail:amaguchi@tmu.ac.jp

本研究では、神田川上流域における豪雨イベントを対象とし、XRAINや地上観測雨量データを用いて、流出モデルによる流出解析を実施し、計算流出ハイドログラフにおける再現性(Reproducibility)を検証した。XRAINは詳細な空間分解能を有するものの、都市中小河川でそのまま流出計算に使用すると観測流量ハイドログラフの再現性が低下する可能性があることを確認した。一方、高密度の地上観測雨量データを使用した場合、流出ハイドログラフの再現性は最も高いことがわかった。さらに、XRAINにおける時空間的な相関特性を考慮した補正を実施することで、単にXRAINをそのまま使用するよりも計算流出ハイドログラフの再現性の向上が可能であることを示した。

**Key Words :** urban runoff, XRAIN, X-band MP radar, small urban watershed, analysis of reproducibility

## 1. はじめに

近年、ゲリラ豪雨と呼ばれる局地的な集中豪雨により洪水被害が頻発している。特に首都圏においては、人口や生産基盤等の集中、都市化や気候変動等に起因した洪水流量の増大などの社会・環境条件により水害リスクが一層増大している。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<sup>1)</sup>。このような流出解析による河川水位の推定のためには、第一に詳細な降雨の空間・時間分布を的確に把握することが重要となる。

国土交通省が整備する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、「XRAIN」という)による降雨観測特性や高精度な降雨量推定についての研究<sup>2)</sup>やXRAINの精度評価に関する研究<sup>3)</sup>が実施されている。これらのXRAINを用いた研究では、地上雨量の観測時間間隔との整合にも考慮して1

分間隔の観測データを10分値などに換算したものをを用いている。

著者らは、東京都の代表的な都市中小河川である神田川上流域を対象として、流出解析に必要な地上面への到達雨量を把握するため、東京都に高密度に配置された1分値地上雨量観測データ(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)によるXRAINの精度評価を実施し、XRAINの詳細な時間分解能に関する観測精度の有効性を確認するとともに<sup>4)</sup>、1地点の地上雨量データと観測地点周辺メッシュにおけるXRAINを用いた時空間解析により、XRAINと地上雨量の相関性は、必ずしも観測地点直上メッシュでなく周辺メッシュ範囲において高いことを指摘をした<sup>5)</sup>。

流出解析を実施する際には、XRAIN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。XRAINを用いた流出解析に関する研究としては、XRAINの10分及び60分雨量を使用し、大河川を対象としたレーダ雨量の不確実性が流出計算に及ぼす影響に関する研究<sup>6)</sup>や、1分値XRAIN雨量データを用いた都市域における流出解析や浸水・氾濫解析を実施した事例<sup>8)</sup>があげられる。

これらの研究では、XRAIN 雨量データを用いた流出解析を実施しているものの、そもそも XRAIN の詳細な雨量データを用いることにより流出解析の精度がどのような影響を受けるのか、河川流量ハイドログラフにおける再現性 (Reproducibility) という観点から検討した事例は見受けられない。

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とし(2章に記述)、1分値 XRAIN 及びアメダス雨量、水防災システムによる地上観測雨量、さらに時空間的な相関特性により補正した補正 XRAIN の4種類の雨量データを整理し(3章に記述)、これらの雨量データを対象とし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(4章に記述)。

## 2. 対象流域及び対象豪雨

検証対象流域とする神田川は、東京都三鷹市の井の頭池にその源を発し、中野区の区境付近で善福寺川と合流し新宿区に流入する流域面積105.0km<sup>2</sup>、流路延長25.48kmの東京都内の中小河川としては最大規模の一級河川である。本研究では、図-1に示す向陽橋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7.7km<sup>2</sup>を対象流域とした。

対象豪雨は、2013年に対象流域において発生した5豪雨を選定する。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、対象降雨の累加時間は30分とし、対象流域内に位置する池袋橋雨量観測所において、30分累加雨量値が25mm以上の降雨を対象豪雨イベントとして設定した<sup>9)</sup>。



図-1 対象流域及び地上雨量観測所

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210分後までを流出解析に使用する降雨データ期間として設定した。表-1には、対象豪雨イベント、池袋橋雨量観測所における最大30分累加雨量、流出解析に使用する降雨データ期間及び降雨要因を一覧で示した。

## 3. 対象豪雨イベントの豪雨特性

### (1) 使用する降雨データ種類

使用する降雨データは、水防災システム、XRAIN、補正XRAIN(次節に詳述)及びアメダスの4種類とし、各降雨データをもとに流出計算に用いる流域平均雨量を作成する。なお、本論文では、XRAINを構成するXバンドMPレーダ雨量のことをXRAINと称する。

水防災システムは、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地上雨量データ(観測最小単位1mm、1分値間隔データ)からティーセン法により流域平均雨量を算出した。XRAINは、図-2に示す対象としたXRAINの流域メッシュエリアにおける流域平均雨量を算出した。補正XRAINについては次節に述べるとおり地上雨量による時空間補正を実施した雨量である。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)の雨量データからティーセン法により流域平均雨量を求めた。これらの降雨データの諸元を表-2に示す。

表-1 対象豪雨イベント一覧表

豪雨イベント	30分累加雨量(池袋橋)(mm)	流出解析に使用する降雨データ期間	降雨要因
No.1	36	9/15 03:20-9/15 17:20(841分)	台風18号
No.2	35	8/12 17:14-8/12 23:39(386分)	大気状態不安定
No.3	31	6/25 11:38-6/25 18:10(393分)	大気状態不安定
No.4	26	9/04 22:51-9/05 14:27(937分)	低気圧
No.5	25	4/06 14:48-4/07 04:53(846分)	低気圧

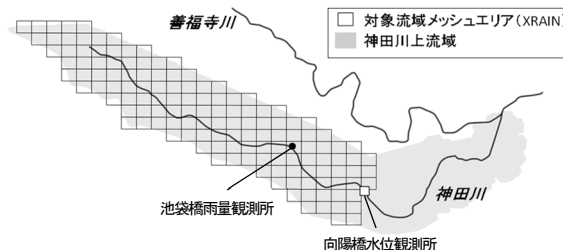


図-2 対象流域メッシュエリア

表-2 使用する降雨データの諸元一覧

	水防災システム	XRAIN	補正XRAIN	アメダス
観測機	地上雨量計	XバンドMPレーダ	地上雨量計	地上雨量計
時間分解能	1分間隔	1分間隔	10分間隔	10分間隔
空間分解能	観測所9地点(流域内3地点)	約250m×250mメッシュ(流域内138メッシュ)	観測所3地点(流域内0地点)	観測所3地点(流域内0地点)
その他	—	—	地上雨量による時空間補正あり	—

## (2) 時空間的な相関特性を考慮した補正 XRAIN

著者らはXRAINについて、地上観測雨量データとの比較を実施し、必ずしも地上雨量観測地点の直上メッシュではなく、観測時差を考慮した上でメッシュ位置を空間的に補正した方が、地上雨量との相関が高くなることを指摘している<sup>9)</sup>。そのため、XRAINを時空間的に補正した場合における雨量（以下、「補正XRAIN」という）について、以下のように作成した。

補正XRAINは、XRAINと地上雨量データの相関性が最も高くなるように、①XRAIN降雨エリア全体を移動するとともに、②遅れ時間を加えた時点のXRAINデータにより作成する。表-3は各豪雨イベントにおけるXRAINと水防災システムと比較して最も相関が高くなるXRAINの時間及び空間補正量を示したものである。なお、表-3の遅れ時間及びメッシュ移動量は、本対象流域下流の善福寺川合流点までの神田川上流域のほぼ中央に位置する池袋橋雨量観測所を代表地点として算定した時空間補正量を示している。時空間補正量は、池袋橋雨量観測所の直上メッシュを(0, 0)として、その周辺メッシュ(-5, -5)～(5, 5)の11×11メッシュ=121メッシュ範囲において、遅れ時間(1分ピッチ)を設定し、空間的に座標位置を移動さ

表-3 XRAIN時空間補正量

豪雨イベントNo.	遅れ時間(分) <sup>*1</sup>	メッシュ移動量 <sup>*2</sup>
1	-3	(2, -2)
2	-1	(5, -1)
3	-3	(3, 4)
4	-1	(2, 3)
5	-2	(5, 1)

\*1 現時点からの補正時間。現時点よりも前を「-」とする。

\*2 池袋橋雨量観測所直上メッシュを(0, 0)とし、東・北方向を「+」とする。

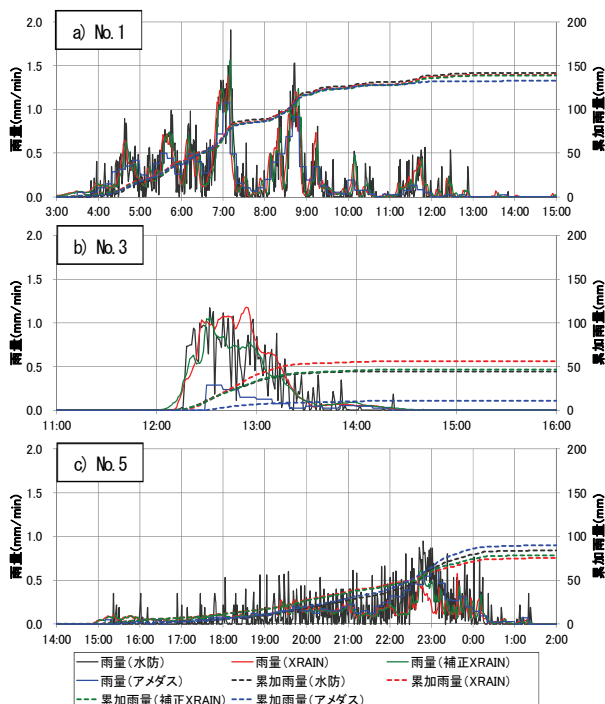


図-3 ハイエットグラフ及び累加雨量比較図

せて算定した相関係数が最大となるメッシュ位置である。詳しくは既往の論文<sup>9)</sup>を参照されたい。

## (3) 4種類の雨量データによる雨量精度評価

使用するデータの特性を把握するため、水防災システム、XRAIN、補正XRAIN及びアメダスの4種類の雨量データについて、高密度な地上観測雨量である水防災システムを基準として雨量精度の比較を行った。

図-3には降雨要因が異なる豪雨イベントNo.1, No.3, No.5のハイエットグラフ及び累加雨量を示す。図-3 a)より、No.1では、いずれの降雨種類を見ても概ね同様の降雨波形を表現できている。これは、No.1は台風に起因している豪雨であり、広範囲に同程度雨量強度を持つ雨域が存在するためと推測される。図-3 b)より、水防災システムとXRAIN及び補正XRAINは概ね同様の降雨波形を表現できているが、アメダスでは総雨量に大きな差異がある。これは、No.3は大気状態不安定に起因しており、局所的な豪雨であったため、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。図-3 c)より、No.5は低気圧に起因する豪雨イベントであり、No.1と同様に広範囲に雨域が存在したため、どの雨量も概ね同様の降雨波形を表現できている。

次に、図-4に水防災システムに対するXRAIN、補正XRAIN及びアメダスの総雨量比と相関係数をそれぞれ示す。図-4 a)より、総雨量比に関しては、概ねどの豪雨イベントにおいても、雨量比1.0に対して2割程度の以内となっている。平均値で見ると補正XRAINにおける総雨量1.05が最も1.0に近い。なお、No.3に関してはアメダスの総雨量比が0.25程度と1.0から大きく乖離している。図-4 b)より、相関係数に関しては、XRAIN、補正XRAINでは、平均値でそれぞれ0.79, 0.85となっている。補正XRAINは全ての豪雨イベントにおいて、XRAINよ

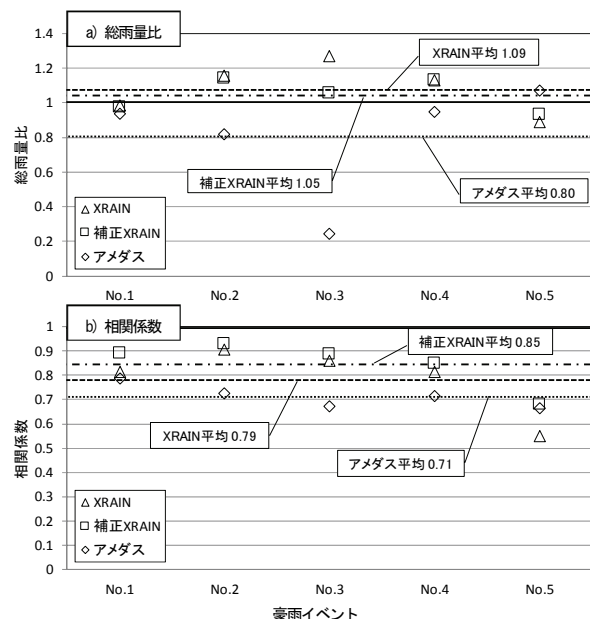


図-4 水防災システムとの総雨量比及び相関係数

りも水防災システムとのより高い相関性を確保している。アメダスでは、平均値が0.71となっており、XRAINや補正XRAINより低い値となっている。なお、No.5に関しては、補正XRAIN、アメダス、XRAINの順に相関が高くなっている。これは、No.5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とらえることができたが、XRAINでは図-3 c)に示すとおりの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である。

#### 4. 豪雨の流出ハイドログラフ再現性

##### (1) 洪水流出モデルの概要<sup>2)</sup>

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 USF モデル (Urban Storage Function model) を使用する。式(1)~(4)で表される USF モデルは、合流式下水道による流域外への排水や水道の漏水など都市特有の流出機構を考慮し、全流出成分を概念的に組み込むことによって有効雨量の算定や流出成分の分離作業が不要といった特徴を有している。式(1)は流域からの流出量と流域の総貯留高の関係式、式(2)はその連続の式、式(3)は地下水関連損失量、式(4)は流域からの流出量と合流式下水道による流域外への雨水排水量の関係を示している。

$$s = k_1(Q + q_R)^{p_1} + k_2 \frac{d}{dt} \{ (Q + q_R)^{p_2} \} \quad (1)$$

$$\frac{ds}{dt} = R + I - E - O - Q - q_R - q_l \quad (2)$$

$$q_l = \begin{cases} k_3(s - z) & (s \geq z) \\ 0 & (s < z) \end{cases} \quad (3)$$

$$q_R = \begin{cases} \alpha(Q + q_R - Q_0) & (\alpha(Q + q_R - Q_0) < q_{Rmax}) \\ q_{Rmax} & (\alpha(Q + q_R - Q_0) \geq q_{Rmax}) \end{cases} \quad (4)$$

ここに、 $s$ ：総貯留高(mm)、 $t$ ：時間(min)、 $Q$ ：河川流出量(mm/min)、 $q_R$ ：合流式下水道による流域外への雨水排水量、 $q_{Rmax}$ ：最大雨水排水量、 $q_l$ ：地下水関連損失量(mm/min)、 $R$ ：降水量(mm/min)、 $I$ ：都市特有の流入量・流域外からの地下水流入(mm/min)、 $E$ ：蒸発散量(mm/min)、 $O$ ：取水量(mm/min)、 $z$ ： $q_l$ が発生する浸透孔高(mm)、 $Q_0$ ：初期河川流出量(mm/min)、 $\alpha$ ：下水道排出係数、 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $p_1$ 、 $p_2$ ：モデルパラメータ。  
本研究で対象とする向陽橋地点上流域における流入成分  $I$  は、環境用水としての導水は玉川上水に送水された下水処理水及び神田川の水源である井の頭池の水位維持のための補給水量を考慮し、 $I=0.0011\text{mm/min}$  とし、また合流式下水道による流域外への最大雨水排水量  $q_{Rmax}$  は、流域外に接続する下水道の流下能力と計画汚水量から、 $q_{Rmax}=0.033\text{mm/min}$  と設定した。

##### (2) 洪水流出モデルのパラメータ設定方法

USF モデルにおいて同定すべきパラメータは、 $k_1$ 、 $k_2$ 、 $k_3$ 、 $p_1$ 、 $p_2$ 、 $z$ 、 $\alpha$  の7個である。設定するパラメータは、それぞれの対象豪雨を入力したときにUSFモデルにおける流出ハイドログラフの再現性が最も高くなるように SCE-UA 法を用いて最適なパラメータを同定する。SCE-UA 法はシンプレックス法、ランダム探索、競争進化、集団混合の概念を組み合わせたアルゴリズムを持つ大域的探索法であり、モデルパラメータの同定手法として強力かつ効率的な自動最適化手法である<sup>10,11)</sup>。

これより、対象豪雨イベントごとに4種類の降雨(水防災システム、XRAIN、補正 XRAIN、アメダス)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。

##### (3) 流出ハイドログラフの再現性

図-5は、豪雨イベントNo.1、No.3、No.5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種類別の流出ハイドログラフを重ねて表示したものである。全体的な傾向として、いずれの降雨種類においても、計算流量は観測流量を精度良く再現しており、USFモデルによる流出計算結果は高い再現性を有していることがわかる。ただし、図-5c)に示す豪雨イベントNo.5をみると、XRAIN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、豪雨イベントNo.5におけるXRAINは、対象流域における降水量の精度が十分確保できていないため、USFモデルの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ことを示している。それに対して、時空間的なメッシュ位置を補正した補正 XRAIN を用いた場合は、流出ハイドログラフは観測流量と概ね同様の波形を再現できていることが確認できる。

図-6は、計算流出ハイドログラフの再現性の評価に用いた誤差評価関数 RMSE について、豪雨イベント及び降雨種類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 XRAIN による流出計算結果における RMSE を比較すると、豪雨イベントNo.1~No.4では水防災システムにおける RMSE は、XRAIN と比較して同程度か若干小さい傾向を示している。ただし、豪雨イベントNo.5では、XRAIN 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、再現性が良くないことがわかる。また、補正 XRAIN による RMSE をみると、豪雨イベントNo.1~No.5では、全体として XRAIN の値よりも小さい値となっている。

これより、降雨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 XRAIN 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、時空間的なメッシュ位置を補正した補正 XRAIN では、XRAIN よりも流出ハイドログラフの再現性は全体的に向上し、水防災システムとほぼ同等程度の RMSE であることが確認された。特に豪雨イベント No.5 の場合、XRAIN では計算流出ハイドログラフ再現性が著しく低下しているが、補正 XRAIN を用いた場合は RMSE の値は改善することが確認された。これは次のような理由である。豪雨イベント No.5 では、対象流域の南東部に強雨域が存在しており、かつ XRAIN における地上雨量との相関性の高いメッシュ位置が東側となっている。そのため、XRAIN では、実際に流域に降った降雨が捉えきれず、他の豪雨イベントに比べて流出ハイドログラフの再現性が低下している。しかし、補正 XRAIN では、時空間的な相関特性を考慮してメッシュ位置を移動することにより、実際の流域内に到達した降雨に近い雨量データとして表現でき、計算流出ハイドログラフの再現性も向上したものと推定される。

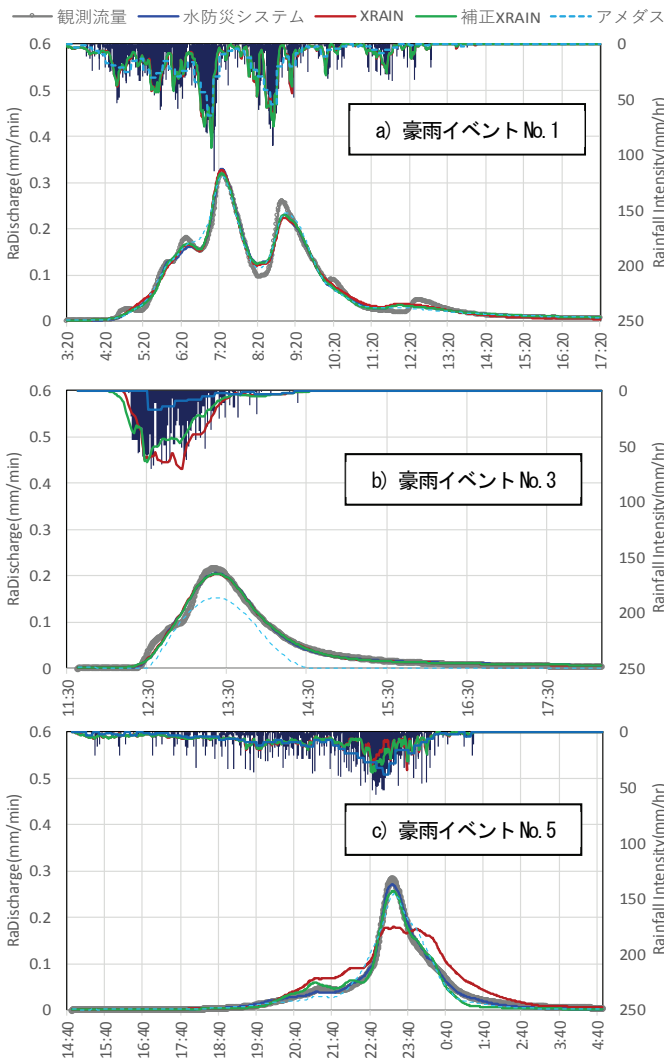


図-5 降雨種類別のハイドログラフの再現性

#### (4) 豪雨イベント毎のパラメータの変動特性

図-7 は、豪雨イベント毎に実施した各降雨種別の最適パラメータの内、式(1)における総貯留高  $s$  と河川流出量  $Q$  の関係を規定する 1 次項パラメータ  $k_1$ ,  $p_1$  を示したものである。この  $k_1$ ,  $p_1$  は、一般的な貯留関数法のモデルパラメータ  $K$ ,  $p$  に相当するものであり、流出量  $Q$  への影響が大きいパラメータである。

図-7 a) より、パラメータ  $k_1$  について、水防災システム、XRAIN、補正 XRAIN に着目してみると、XRAIN の場合は、豪雨イベント No.2, No.5 で値が大きくなっており、豪雨イベント毎の  $k_1$  値の変動幅は 40~190 である。一方、水防災システムの  $k_1$  値の変動幅は 30~90、補正 XRAIN では 40~130 であり、 $k_1$  値の変動幅は水防災システムが最も小さく、補正 XRAIN, XRAIN の順で大きくなっている。

図-7 b) よりパラメータ  $p_1$  についてみると、 $p_1$  値の変動幅は、水防災システムの場合が 0.25~0.95、XRAIN の場合は 0.10~1.35、補正 XRAIN の場合は 0.10~1.15 であり、変動幅の傾向は前述のパラメータ  $k_1$  の場合と同様に、 $p_1$  の変動幅は水防災システムが最も小さく、補正 XRAIN,

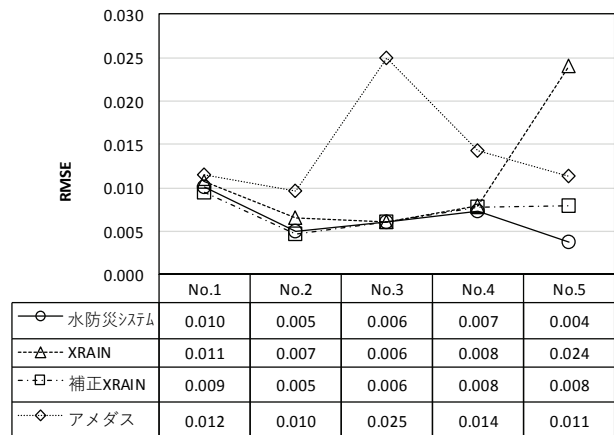


図-6 降雨種別毎のRMSEのグラフ及び数値表

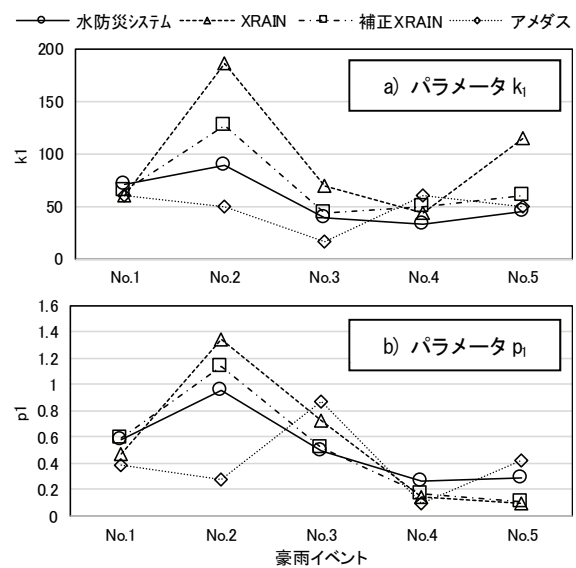


図-7 降雨種別毎のパラメータ( $k_1$ ,  $p_1$ )比較図

XRAINの順で大きくなることわかる。

以上より、水防災システムの地上雨量観測データは、流出ハイドログラフの再現性が高いことに加えて、モデルパラメータの変動幅が小さい降雨データであることが確認された。また補正 XRAIN は水防災システムと比べると再現性が低くなるものの XRAIN と比較して、より再現性が高くパラメータ変動幅が小さい降雨データであることが示された。

## 5. 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とし、水防災システム、XRAIN、補正 XRAIN 及びアメダスの4種類の雨量データを対象とし、都市中小河川に適した集中型モデルであるUSFモデルを用いて流出解析を実施し、流出ハイドログラフにおける再現性を検証した。これより、水防災システムにおける高密度（流域内1観測所あたりの支配面積 $\approx$ 約2km<sup>2</sup>/箇所）の地上雨量観測データを使用した場合、流出ハイドログラフの再現性が最も高いことがわかった。また、XRAIN は非常に詳細な空間分解能（約0.06km<sup>2</sup>/1メッシュ）を有するものの、都市中小河川でそのまま流出計算の降雨データとして使用すると、観測流量ハイドログラフの再現性が低下する場面があることを確認した。その一方で、XRAIN の時空間的な相関特性を考慮した補正を実施することで、単に XRAIN をそのまま使用するよりも、計算流出ハイドログラフの再現性を向上することが可能であることを示した。特に、中小河川流域における局所豪雨や流域界付近に強雨域がある場合、XRAIN の上空雨量と地上雨量の空間的な差異が大きく影響し、ハイドログラフの再現性が低下する恐れがある点に留意が必要である。なお、アメダスデータを用いた場合は、計算流出ハイドロの再現性が低くなるため、降雨データとして XRAIN 等の詳細な降雨データを活用していくことが望まれる。

今後、XRAIN 及び USF モデルを用いて都市中小河川における流出予測等に活用していくとともに、近年頻発する局所豪雨や内水等に対してもより高い再現性を確保

するための XRAIN の補正手法などの検討を行っ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) 土屋修一, 川崎将生, 五道仁実: 降雨減衰補正と合成雨量作成手法の改良による XRAIN 観測雨量の精度向上, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.71, No.4, pp.457-462, 2015.
- 3) 林義晃, 手計太一, 永島健, 山崎惟義: 北陸地方における Xバンド MP レーダの降水量推定精度に関する時空間分布特性, 水文・水資源学会誌, Vol.28, No.5, Mar.2015, pp.221-232, 2015.
- 4) 米勢嘉智, 河村明, 天口英雄, 戸野塚章宏: 1 分値地上観測雨量データを用いた都市中小河川流域における XバンドMP レーダ雨量の精度評価, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.72, No.4, pp.217-222, 2016.
- 5) 米勢嘉智, 河村明, 天口英雄, 戸野塚章宏: 都市中小河川流域における XバンドMP レーダ雨量の時空間特性解析, 土木学会論文集 G(環境), Vol.72, No.5, pp.277-282, 2016.
- 6) 米勢嘉智, 河村明, 天口英雄, 戸野塚章宏: 雨域移動に着目した都市中小河川流域における XバンドMP レーダ雨量の時空間相関特性, 土木学会論文集 B1(水工学), Vol.73, No.4, pp.217-222, 2017.
- 7) 佐山 敬洋, 藤岡奨, 越田智喜, 三浦裕司, 岩見洋一, 深見和彦: XバンドMP レーダによる雨量観測の誤差特性とその時空間構造を反映した降雨場生成法, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.70, No.4, I\_517-I\_522, 2014.
- 8) 藤田一郎, 小林健一郎, 奥山貴也, 熊野元気: ゲリラ豪雨に対する都賀川の流出モデル開発と河川監視カメラを活用した水位流量ハイドロの検証, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.72, No.4, I\_151-I\_156, 2016.
- 9) 関根正人, 浅井晃一: 神田川流域を対象とした豪雨による浸水・氾濫に関する数値予測, 土木学会論文集 B1(水工学) Vol.71, No.4, I\_1429-I\_1434, 2015.
- 10) Kawamura, A., Morinaga, Y., Jinno, K. and Dandy, G.C.: The comparison of runoff prediction accuracy among the various storage function models with loss mechanisms., *Proc. of the 2nd Asia Pacific Association of Hydrology and Water Resources Conference*, Vol.II, pp.43-50., 2004
- 11) 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.

(2017.9.29 受付)

## RUNOFF CHARACTERISTICS USING XRAIN IN A SMALL URBAN WATERSHED

Yoshitomo YONESE, Akira KAWAMURA, Akihiro TONOTSUKA and Hideo AMAGUCHI

This paper presents the reproducibility analysis of the urban runoff model using several rainfall data, such as XRAIN and ground observation rainfall data, in the upper basin of Kanda river in Tokyo. XRAIN is known for its spacial high resolution, simulation with the original XRAIN data revealed a probability of lowering reproducibility for runoff analysis. On the other side, Urban runoff simulation using high density deployed ground observation rainfall data showed the hydrograph with the highest reproducibility among the simulation using other rainfall data. Instead, the corrected XRAIN, which considers the spatiotemporal characteristics of correlation with the ground observation rainfall data, indicated a possibility of improving the simulation hydrograph with high reproducibility.