

# 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

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

<sup>4</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-akihito@ed.tmu.ac.jp

本論文では、XバンドMPレーダ雨量について、神田川上流域の池袋橋観測所の1分値地上雨量観測データをを用いて時空間特性解析を実施した。観測所直上メッシュにおけるXバンドMPレーダ雨量と地上雨量との相関係数の比較より、XバンドMPレーダ雨量は地上雨量に対して、遅れ時間を数分程度見込むことで相関係数が高くなることを示した。また、地上雨量と観測所周辺メッシュ範囲におけるXバンドMPレーダ雨量を用いた時空間解析により、特に集中豪雨のような強雨域を有する場合は、必ずしも観測所直上メッシュでなく周辺メッシュ範囲におけるXバンドMPレーダ雨量と地上雨量の相関性が高いことを明らかにした。

**Key Words :** 1-minute data, X-band MP radar, XRAIN, ground observation rainfall data, spatiotemporal characteristic analysis, small urban watershed, Kanda river

## 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)2)</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(XRAIN)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。レーダ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も進められてきており、XバンドMPレーダ雨量の精度向上が図られている<sup>3)~5)</sup>。また、XバンドMPレーダ雨量による解像度の高い降雨観測データを活用した取り組

みとしては、地上雨量観測所による降水量および降雪量推定精度の検証<sup>6)</sup>や、名古屋地区における雨域解析による地上雨量計との比較<sup>7)</sup>、時間分解能の長い降水イベントにおける降雨量推定や詳細な空間精度に関する検証<sup>8)</sup>などが挙げられる。これらはレーダ雨量における観測特性を活かして、数十km<sup>2</sup>程度の比較的広域を対象としているものが多い。小流域における研究事例<sup>9)</sup>としては、二級河川流域(21km<sup>2</sup>)を対象とした精度検証が行われ、空間的な変動が大きい局地豪雨において、地上雨量計による流域平均雨量とXバンドMPレーダ雨量との差が大きくなることが指摘されている。これらのXバンドMPレーダ雨量を用いた研究では、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、東京都に高密度に配置された地上雨量観測データ(東京都水防災総合情報システム)の1分値によるXバンドMPレーダ雨量の精度評価を実施し、XバンドMPレーダ雨量の詳細な時間分解能に関する観測精度の有効性を確認している<sup>10)</sup>。その一方で1分

値による Xバンド MP レーダ雨量と地上雨量観測データには、観測時差があることを指摘している。

しかし、Xバンド MP レーダ雨量と地上雨量の詳細な観測時差についての定量的な評価を行った事例はなく、また、上述した研究の多くは地上雨量観測所と観測所直上メッシュにおける Xバンド MP レーダ雨量のハイトグラフをもとにした比較であり、観測所周辺メッシュデータを用いた豪雨を対象とした空間的な解析事例はほとんどない。

そのため、本論文では、都市域の流出解析や河川水位推定に求められる詳細な時空間分解能を有する Xバンド MP レーダ雨量の精度把握、精度確保を目的として、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、地上雨量観測データ（東京都水防総合情報システム）と Xバンド MP レーダ雨量の観測所周辺メッシュの降雨データをもとに、Xバンド MP レーダ雨量の時空間特性解析を実施した。

## 2. 対象流域および対象降雨

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

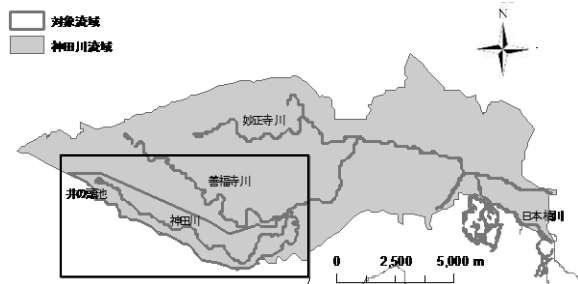


図-1 対象とした神田川上流域位置

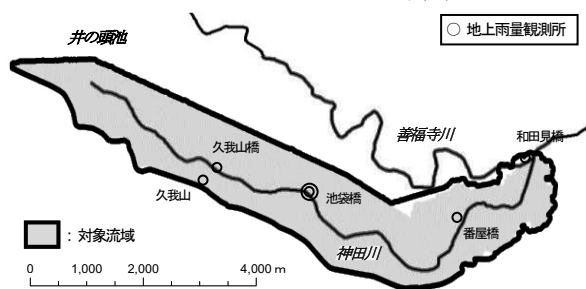


図-2 対象流域の地上雨量観測所位置図

河川である<sup>1)</sup>。本論文では、図-1に示す神田川の井の頭池から善福寺川合流点までの上流域約 11.5km<sup>2</sup>、流路延長約 9km を対象流域として設定した。

使用する地上雨量観測所は、東京都水防総合情報システムによる地上雨量観測データを用いた。対象流域内の観測所は図-2に示すとおりであり、小流域であるが流域内には 5 箇所の地上雨量観測所（久我山、久我山橋、池袋橋、番屋橋、和田見橋）が配置されている。なお気象庁アメダス観測所は流域内に存在しない。これらの観測所毎に 1 分間隔、最小単位 1mm にて雨量データを計測している。本論文では、この地上雨量観測データと Xバンド MP レーダ雨量をもとに時間的かつ空間的に多数の周辺メッシュとの精度確認を実施するため、対象観測所を 1 地点に絞ることとし、流域内の中央に位置する池袋橋地上雨量観測所を対象観測所とした。

対象降雨は、2013 年に対象流域において発生した豪雨を対象として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。平成 20 年の都賀川水害の例では 7 月 28 日 14:30~15:00 の 30 分に流域周辺に強い降雨が発生し、河川水位は 10 分間で 1.34m もの急激な上昇を示している。そのため、対象降雨の累加期間は 30 分とし、対象観測所の 30 分累加雨量値が 25mm 以上の降雨を抽出し、その降雨期間を含む一連の降雨イベントを設定した。なお、一降雨イベントは、1

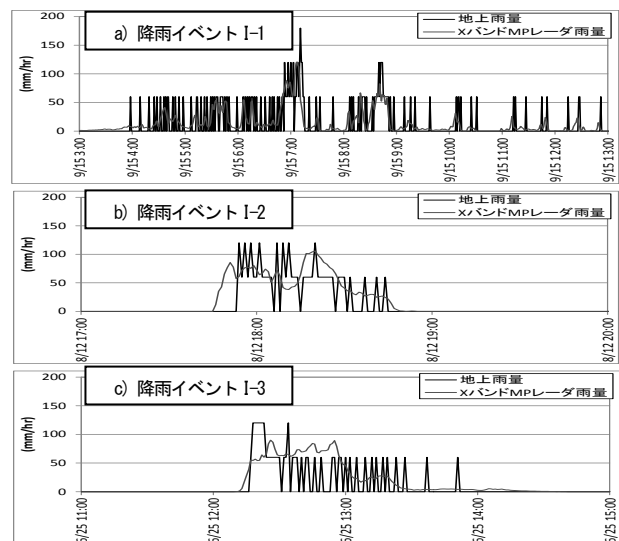


図-3 地上雨量とXバンドMPレーダ雨量のハイトグラフ比較図

表-1 選定した降雨イベント

地点名	降雨イベント名	30分累加雨量		1降雨継続時間及び総雨量				60分累加雨量 (mm)	降雨要因
		抽出開始時刻	雨量 (mm)	降雨開始時刻	降雨終了時刻	降雨継続時間 (min)	総雨量 (mm)		
池袋橋	I-1	2013/09/15_0647	36	2013/09/15_0358	2013/09/15_1252	535	144	46	台風 18 号
	I-2	2013/08/12_1754	35	2013/08/12_1754	2013/08/12_1844	51	45	45	大気状態不安定
	I-3	2013/06/25_1217	31	2013/06/25_1217	2013/06/25_1351	95	48	42	大気状態不安定
	I-4	2013/09/05_0748	26	2013/09/05_0741	2013/09/05_0942	122	39	33	低気圧
	I-5	2013/04/06_2240	25	2013/04/06_1522	2013/04/07_0120	599	94	35	低気圧

時間以上の無降雨状態を伴わない一連の降雨を一降雨イベントとして定義した。

表-1には、対象観測所において抽出した降雨イベント、30分累加雨量の抽出開始時刻及び30分累加雨量、降雨継続時間、総雨量および60分累加雨量を示した。また、図-3は、降雨イベントI-1-I-3における地上雨量とXバンドMPレーダ雨量のハイトグラフを示した。これより、地上雨量観測データは、最小単位が1mmであり、かつ単位をmm/hrに換算しているため、XバンドMPレーダ雨量と比べて値の変動が大きくなっているものの、降雨の始まりから終わりまでの波形の相似性は確認できる。

なお、図-3 c)は、後半部13:40、13:50付近で地上雨量で雨量強度60mm/hrの観測値がみられるが、XバンドMPレーダ雨量ではそのような観測はされていない。これはXバンドMPレーダ雨量では4~5mm/hrの弱い降雨が継続しており、この降雨により地上観測データの最小単位1mmを観測しているためである。

### 3. 観測所直上メッシュにおけるXバンドMPレーダ雨量と地上雨量との遅れ時間特性

対象観測所にて抽出した降雨イベントについて、地上雨量観測データと当該観測所直上メッシュにおけるXバンドMPレーダ雨量との時間的な観測特性を把握するため、地上雨量の観測時刻に対して、XバンドMPレーダ雨量の時差を確認するための遅れ時間を設定し、各遅れ時間における相関係数を算定した。遅れ時間は、図-4に

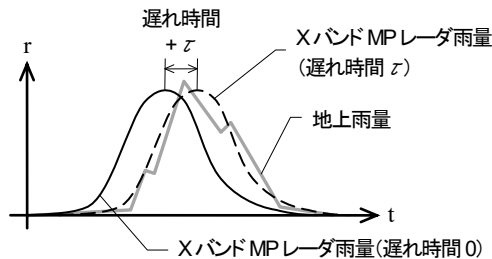


図-4 地上雨量とXバンドMPレーダ雨量の遅れ時間  $\tau$  の概念

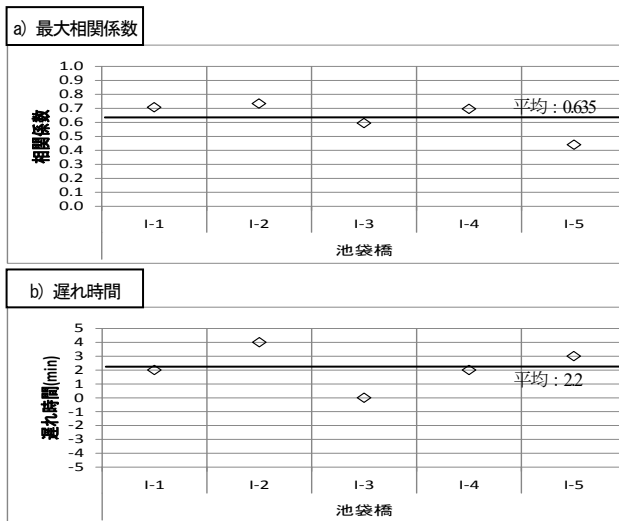


図-6 地点別および降雨イベント別の地上雨量とXバンドMPレーダ雨量1分雨量値の最大相関係数およびその遅れ時間

示すとおり通常のXバンドMPレーダ雨量を遅れ時間  $\tau=0$  の波形として、この  $\tau=0$  の降雨波形に対しての時刻差を遅れ時刻として定義する。遅れ時間は「30~30分(1分ピッチ)」を設定し、各遅れ時間における相関係数を算定した。

図-5は、降雨イベント別の地上雨量とXバンドMPレーダ雨量1分値をもとに遅れ時間毎に相関係数を算出した結果であり、降雨イベントI-1, I-2, I-3, I-4について示したものである。これより、遅れ時間+0~4minで相関係数がピークとなり、その前後では相関が低下する傾向が確認できる。特に図-5 a), b), d)では、遅れ時間毎の相関係数のピーク値が明確に確認できる。最大相関係数となる時の遅れ時間は+2~4分程度あり、地上雨量観測に対してXバンドMPレーダ雨量の波形が時間方向に早まっていることがわかる。一方、図-5 c)はピーク値が若干つぶれている傾向がうかがえる。

図-5 a), d)は台風性および低気圧、図-5 b)は大気状態不安定による降雨であるが、この3イベントともに流域全体に雨域があり、地上雨量とXバンドMPレーダ雨量の相関性も高い。一方、図-5 c)は、大気状態不安定により対象流域下部で極所的に発達した集中豪雨であり、地上雨量とその直上メッシュにおけるXバンドMPレーダ雨量の位置関係の差により、降雨波形の相関値が低くなったと推定される。

図-6は、全降雨イベントについて地上雨量とXバンドMPレーダ雨量の最大相関係数とその時の遅れ時間を示したものである。これより降雨イベントによりばらつきは見られるものの、最大相関係数は平均値で0.635であり、そのときの遅れ時間の平均値は+2.2(min)である。こ

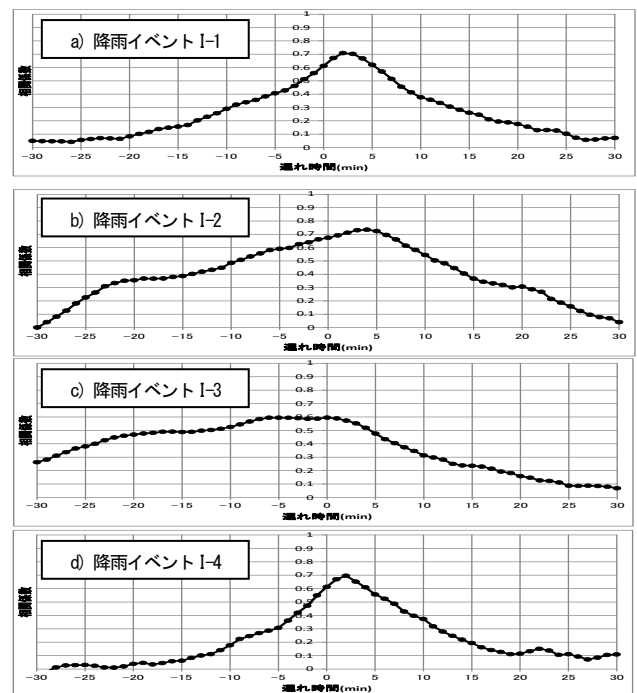


図-5 地上雨量とXバンドMPレーダ雨量の遅れ時間ごとの相関係数図

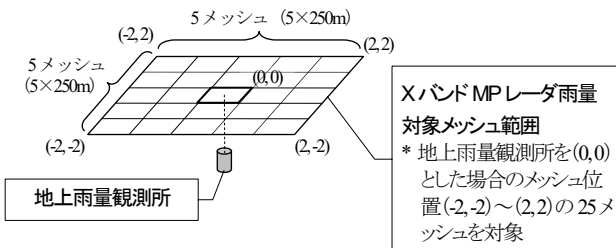
の遅れ時間は、レーダ観測高度から地上雨量計に到達するまでの雨滴落下時間が主要因となり、XバンドMPレーダ雨量と地上雨量の間に観測時差が生じているためであると考えられる。

なお、雨滴落下時間については、XバンドMPレーダで上空600mを観測し、観測した降雨が50mm/hr、雨滴直径2mm程度、落下速度は6.6m/sとして試算すると、地上までの落下時間は約2分となる。これ以外にも風や上昇気流などの影響も受けると考えられるが、上記の遅れ時間(+2.2min)は概ね妥当であると判断できる。

#### 4. 観測所周辺メッシュにおけるXバンドMPレーダ雨量と地上雨量との時空間特性

地上雨量観測所と観測所周辺メッシュとの空間的な特性について、観測所における地上雨量データと観測所直上およびその周辺メッシュにおけるXバンドMPレーダ雨量を用いた時空間解析を実施した。図-7に示すとおり、地上観測所とその周辺メッシュを対象として、(1)時間方向の遅れ時間「-30~30分(1分ピッチ)」と、(2)地上雨量観測所周辺メッシュ(5×5メッシュ範囲)において、それぞれ組み合わせ合わせた場合ごとに相関係数を算出した。ここで、XバンドMPレーダ雨量は、250mメッシュの詳細な空間分解能を有しており、対象とするエリアは、5×5メッシュ=約1.25km×1.25km範囲となる。

図-8は、観測所周辺メッシュ(5×5メッシュ範囲)における相関係数の空間分布を対象とし、台風性の降雨イベントI-1と大気状態不安定による降雨イベントI-3について、それぞれ示したものである。ここでは、相関係数がピークを含めた期間として、遅れ時間「-3~+3分」を抽出したものを示した。図-8より、相関係数は、遅れ時



- (1) 時間解析：遅れ時間-30分~+30分(1分ピッチ)を設定
- (2) 空間解析：観測所周辺メッシュ(5×5メッシュ範囲)における地上雨量との相関係数の算定(①の遅れ時間ごとに算定)

図-7 地上雨量とXバンドMPレーダ雨量の時空間解析の概要

表-2 降雨イベント別の観測所直上メッシュおよび観測所周辺メッシュ(5×5メッシュ範囲)のXバンドMPレーダ雨量と地上雨量との最大相関係数とその遅れ時間

地点名	降雨イベント名	観測所直上メッシュにおける最大相関係数および遅れ時間			観測所周辺メッシュ(5×5メッシュ範囲)における最大相関係数および遅れ時間					
		最大相関係数	遅れ時間(min)	相関係数 平均値	最大相関係数	遅れ時間 (min)	メッシュ位置	相関係数 平均値	平均遅れ 時間(min)	平均メッシュ 位置
池袋橋	I-1	0.708	2	0.635	2.20	0.716	3	0.682	2.40	(1.6, -1.0)
	I-2	0.734	4			0.781	2			
	I-3	0.595	0			0.729	2			
	I-4	0.696	2			0.696	2			
	I-5	0.440	3			0.487	3			

間毎に空間的に変化しており、降雨イベントI-1では、遅れ時間+3分の場合に最大相関係数が0.716、降雨イベントI-3では、遅れ時間+2分の場合に最大相関係数が0.729である。

表-2は、降雨イベント別の観測所直上メッシュおよび観測所周辺メッシュのXバンドMPレーダ雨量と地上雨量との最大相関係数とその遅れ時間およびその遅れ時間について示すとともに、全降雨イベントでの平均値を整理したものである。これより、観測所周辺メッシュ(5×5メッシュ範囲)における最大相関係数は平均値で0.682であり、観測所直上メッシュにおける最大相関係数の平均値0.635と比べて、良好な相関が確保されている。また、その時の遅れ時間は、観測所直上メッシュの

a) 降雨イベントI-1(2013/9/15)					b) 降雨イベントI-3(2013/6/25)				
遅れ時間-3(min)					遅れ時間-3(min)				
0.461	0.473	<b>0.479</b>	0.470	0.463	0.592	0.603	<b>0.606</b>	0.600	0.549
0.458	0.465	0.471	0.464	0.451	0.577	0.591	0.596	0.590	0.546
0.447	0.457	0.462	0.454	0.441	0.571	0.580	0.591	0.577	0.545
0.435	0.447	0.451	0.440	0.435	0.552	0.568	0.584	0.575	0.538
0.451	0.443	0.443	0.436	0.427	0.584	0.549	0.559	0.563	0.550
遅れ時間-2(min)					遅れ時間-2(min)				
0.526	<b>0.536</b>	0.531	0.525	0.517	0.571	0.586	0.601	<b>0.612</b>	0.585
0.524	0.529	0.523	0.515	0.505	0.555	0.576	0.594	0.597	0.579
0.517	0.519	0.513	0.506	0.497	0.547	0.567	0.586	0.586	0.578
0.504	0.508	0.500	0.489	0.486	0.528	0.550	0.576	0.584	0.570
0.500	0.499	0.485	0.482	0.478	0.576	0.523	0.539	0.565	0.575
遅れ時間-1(min)					遅れ時間-1(min)				
0.563	<b>0.578</b>	0.577	0.574	0.566	0.547	0.576	0.607	<b>0.631</b>	0.627
0.559	0.570	0.570	0.561	0.550	0.537	0.568	0.597	0.613	0.618
0.551	0.562	0.558	0.548	0.537	0.524	0.554	0.587	0.599	0.611
0.542	0.548	0.543	0.530	0.525	0.501	0.529	0.568	0.596	0.599
0.543	0.539	0.526	0.519	0.513	0.568	0.498	0.520	0.560	0.584
遅れ時間0(min)					遅れ時間0(min)				
0.602	0.627	<b>0.639</b>	0.637	0.631	0.527	0.567	0.615	0.655	<b>0.681</b>
0.593	0.614	0.624	0.626	0.619	0.517	0.559	0.604	0.637	0.669
0.583	0.603	0.612	0.612	0.606	0.503	0.545	0.595	0.626	0.657
0.574	0.590	0.596	0.596	0.593	0.480	0.518	0.571	0.612	0.638
0.596	0.581	0.580	0.582	0.580	0.571	0.484	0.513	0.562	0.602
遅れ時間1(min)					遅れ時間1(min)				
0.642	0.673	0.687	<b>0.692</b>	0.687	0.503	0.546	0.609	0.666	<b>0.717</b>
0.639	0.667	0.681	0.687	0.682	0.496	0.537	0.601	0.647	0.704
0.630	0.659	0.671	0.677	0.675	0.482	0.530	0.589	0.634	0.691
0.617	0.645	0.661	0.664	0.664	0.460	0.504	0.560	0.614	0.669
0.661	0.637	0.647	0.656	0.652	0.560	0.466	0.495	0.553	0.615
遅れ時間2(min)					遅れ時間2(min)				
0.666	0.695	0.708	0.712	0.706	0.477	0.521	0.596	0.665	<b>0.729</b>
0.668	0.697	0.709	<b>0.714</b>	0.708	0.471	0.516	0.587	0.648	0.718
0.665	0.693	0.708	0.713	0.706	0.459	0.507	0.573	0.636	0.707
0.657	0.685	0.703	0.708	0.701	0.441	0.481	0.545	0.614	0.684
0.703	0.677	0.693	0.701	0.696	0.545	0.444	0.473	0.546	0.624
遅れ時間3(min)					遅れ時間3(min)				
0.656	0.676	0.689	0.697	0.699	0.446	0.495	0.571	0.649	<b>0.727</b>
0.662	0.686	0.696	0.706	0.706	0.445	0.489	0.564	0.633	0.717
0.662	0.687	0.702	0.713	0.713	0.436	0.481	0.552	0.621	0.706
0.657	0.685	0.704	0.715	0.715	0.417	0.459	0.525	0.601	0.681
0.704	0.682	0.700	0.712	<b>0.716</b>	0.525	0.423	0.453	0.528	0.614

太字：メッシュ範囲内の最大値。 □：降雨イベント全体の最大値  
■：相関係数0.5以上

図-8 地上雨量と観測所周辺メッシュにおけるXバンドMPレーダ雨量の相関係数の時空間分布

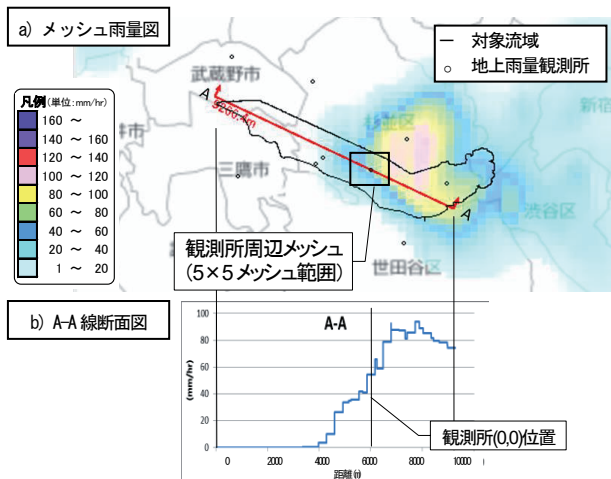


図-9 XバンドMPレーダ雨量状況 (降雨イベントI-3 6/25 12:18時点)

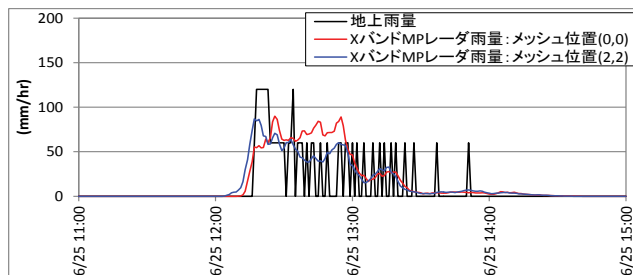


図-10 XバンドMPレーダ雨量メッシュ位置(0.0)および(2.2)におけるハイトグラフ (降雨イベントI-3, 遅れ時間  $\tau=0$ )

場合、遅れ時間は0~4分であるが、観測所周辺メッシュにおける遅れ時間は、ばらつきが抑えられ2~3分となっている。これは、XバンドMPレーダ雨量と地上雨量の間には、観測時差と同様に空間的なズレがあることが一因となっていると推定される。そのため、XバンドMPレーダ雨量と地上雨量の比較を実施する場合には、これまで一般的に実施している観測所直上メッシュを用いる方法は十分でなく、周辺メッシュ範囲の空間的な差について考慮する必要があることが示唆された。

なお、降雨イベントI-3については、観測所直上メッシュにおける最大相関係数0.595と比べて、観測所周辺メッシュにおける最大相関係数は0.729であり、値が大きく増加している。図-9は、降雨イベントI-3における降雨の状況について、メッシュ雨量図及び流域内の雨量縦断面図を示したものである。当該降雨は、大気状態不安定に起因しており流域内には強雨域が存在している。図-10は、XバンドMPレーダ雨量について観測所直上メッシュ(0.0)と最大相関係数となるメッシュ(2.2)位置のハイトグラフを示したものである。図-10をみると、2メッシュ(約500m)の空間位置の違いにより降雨波形は大きく異なっており、降雨イベントI-3のような大気状態不安定に起因する集中豪雨では、空間的な差が明確に表れることがわかる。

次に、図-11に観測所直上メッシュと観測所周辺メッシュ(5×5メッシュ範囲)における遅れ時間ごとの相関

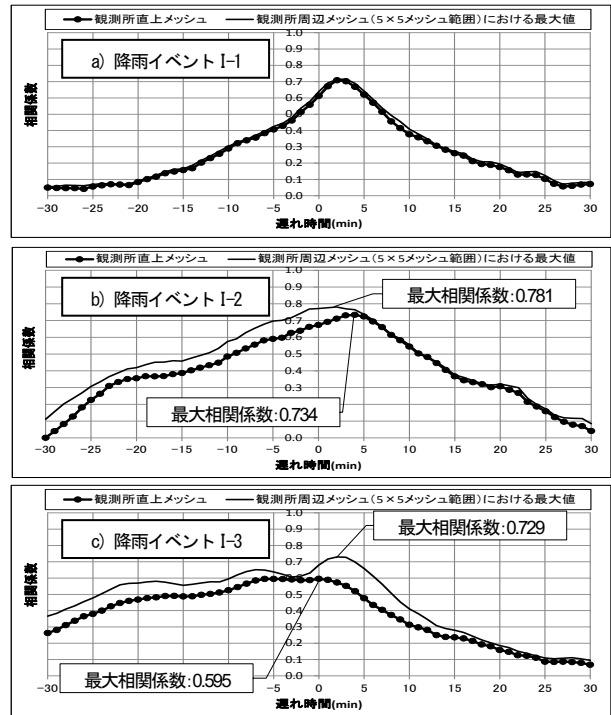


図-11 観測所直上メッシュと観測所周辺メッシュにおけるXバンドMPレーダ雨量と地上雨量との最大相関係数

係数最大値について、降雨イベントI~I-3について示した。図-11 a)は、台風性の降雨で流域全体に雨域があることから、観測所直上および観測所周辺メッシュの相関係数の差異はほとんどなく、XバンドMPレーダ雨量は観測所直上メッシュを周辺メッシュの代表値として用いることが可能といえる。また、図-11 b)も、a)と比較すると差はみられるものの比較的流域全体に雨域があるため、観測所直上および観測所周辺メッシュの相関係数の差はそれほど大きくない。一方、図-11 c)は、上述した観測所直上と観測所周辺メッシュ範囲の空間的な差により、観測所直上メッシュの最大相関係数と観測所周辺メッシュにおける最大相関係数の値が大きく異なっていることが確認できる。これは、集中豪雨のような流域内において降雨分布の濃淡が大きく表れる降雨の場合に、その空間的な誤差が明確に表れると推定される。

## 5. おわりに

本論文は、XバンドMPレーダ雨量について、神田川上流域の池袋橋観測所の1分値地上雨量観測データを用いて、時空間特性解析を実施した。観測所直上メッシュにおけるXバンドMPレーダ雨量と地上雨量との相関係数の比較より、XバンドMPレーダ雨量は地上雨量に対して、遅れ時間2分程度を見込むことで最大相関係数となることがわかった。

また、地上雨量データと観測所周辺メッシュ(5×5メッシュ範囲)におけるXバンドMPレーダ雨量を用いた時空間解析により、必ずしも観測所直上メッシュでなく周辺メッシュ範囲におけるXバンドMPレーダ雨量と地

上雨量の相関性が高いことがわかった。特に集中豪雨のような強雨域がある場合は、地上雨量との比較に観測所直上のXバンドMPレーダ雨量を用いると相関係数を過小評価する恐れがあることを示した。

なお、都市域中小河川における流出現象や河川水位の推定には、高精度な降雨が必要となる。本論文で対象とした神田川は、洪水到達時間は短く、かつ流域幅が1km程度であり数メッシュの空間位置の差が流域の内・外を分けるため、降雨データの時空間的な精度を確保することは非常に重要である。

今後、より多くの降雨イベントを対象とするとともに観測所周辺メッシュの対象範囲も拡張した上で、時空間特性を明確にしていく必要がある。また、これらの時空間特性と雨域の移動や風、上昇気流などの気象状況との関係性について明らかにしていくとともに、XバンドMPレーダ雨量の有する高精度データを十分な精度で活用するための手法を検討することが望まれる。加えて、広範囲におけるXバンドMPレーダ雨量と地上雨量の関係性について、流域内の複数の観測所を用いた時空間特性解析を実施して、流域における降雨量や地域分布へ与える影響についても把握することが必要である。

さらに、降雨の時空間分布が流域に及ぼす影響を分析し、対象とする流域や河川に対して必要となる降雨データの空間分解能や時間分解能を明確にしておくことが求められる。また、そのためにはより観測単位の細かい地上雨量観測データによる検証も必要である。

#### 参考文献

- 1) 天口英雄, 河村明, 高崎忠勝: 地物データGISを用いた新たな地物指向分布型都市洪水流出解析モデルの提案, 土木学会論文集B, Vol.63, No.3, pp.206-223, 2007.
- 2) 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.
- 3) 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.I\_457-I\_462, 2015.
- 4) 五道仁実, 内藤正彦, 土屋修一: Kdp-R関係式の適用範囲拡張によるXバンドMPレーダの観測精度の向上, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.70, No.4, pp.I\_505-I\_510, 2014.
- 5) 土屋修一, 川崎将生, 深見和彦, 根本深, 内藤正彦, 五道仁実: 降雨・洪水予測技術の高度化に向けたレーダ雨量情報の高度化と活用の動向, 河川技術論文集20巻, pp.343-348, 2014.
- 6) 林義晃, 手計太一, 山崎惟義: 北陸地方における地上雨量観測所を用いたXバンドMPレーダの降水量(降雪量)推定精度の評価, 水文・水資源学会誌, Vol.27, No.2, Mar.2014, pp.67-76, 2014.
- 7) 庄建治朗, 谷口健司, 富永晃宏: 10分雨量データとXRAINデータを用いた名古屋における強雨事例の雨域特性解析, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.70, No.4, pp.I\_487-I\_492, 2014.
- 8) 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.
- 9) 原田守博, 羽澄貴史: XバンドMPレーダ情報に基づく局地的短時間豪雨の雨域性状の確率論的評価, 土木学会論文集B1(水工学), Vol.70, No.4, pp.I\_511-I\_516, 2014.
- 10) 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, I\_217-I\_222, 2016.
- 11) 健全な水循環系構築に関する関係省庁連絡会議: 神田川流域水循環系再生構想検討報告, p.2, 2003.

(2016.4.7 受付)

## SPATIOTEMPORAL CHARACTERISTIC ANALYSIS OF X-BAND MP RADAR RAINFALL IN A SMALL URBAN WATERSHED

Yoshitomo YONESE, Akira KAWAMURA, Hideo AMAGUCHI and Akihiro TONOTSUKA

This paper discusses on the spatiotemporal characteristic analysis of X-band MP radar data by comparison to 1-minute ground observation rainfall data of Ikebukuro-bashi Observatory in the upper basin of Kanda river, Tokyo. In the correlation analysis of the X-band MP radar data on the overlapped mesh of the ground rainfall observatory, X-band MP radar rainfall data with a few minutes behind shows high correlation with the ground observation rainfall data. While through the spatiotemporal analysis of X-band MP radar data with around meshes of the observatory station, higher correlations with around meshes were presented than the correlation with the overlapped mesh, especially in the events of localized concentrated heavy rainfall.