

ゲリラ豪雨対策のためのXバンドMPレーダ

山本 聡* 土屋修一**

1. はじめに

国土交通省においては、昭和51年に赤城山にCバンドレーダ雨量計を設置して以来26基のレーダを配置し、雨量データを河川管理や一般向けの防災情報等に活用している。しかし、近年頻発する時間的、エリア的に集中した豪雨（ゲリラ豪雨）の探知・監視のためにはこのCバンドレーダ雨量計では機能を発揮できない。そこで、豪雨の監視強化のために平成22年7月より関東、中部、近畿、北陸の4地域にXバンドマルチパラメータ（以下MPと記述）レーダ^{*}を整備し、試験運用を開始した。本稿はこの新たなXバンドMPレーダの特色について紹介するとともに、この観測結果を活用した今後の豪雨情報の探知と情報提供の可能性について述べる。

2. XバンドMPレーダの概要

2.1 レーダの観測原理について

国土交通省が現在使用しているCバンドレーダは雨に当たって帰ってくる電波の振幅情報（反射因子）だけを測定し、これにより雨の強さを判定する。このレーダが発射する電波は一種類（単偏波）であるのに対して、XバンドMPレーダは水平と垂直の偏波面を持った2種類の電波（二重偏波）を発射し、雨から帰ってくる信号から様々なパラメータを得る。偏波パラメータは雨の形や粒径分布と密接な関係があるために、MPレーダを用いると精度の良い降雨量を推定することができる。具体的には、雨滴は大きくなると形が球形から扁平な形になるが（図-1）、このような雨滴の降雨中を水平と垂直の偏波が伝わると、両者の位相情報の間に差が生じ、この位相差情報から雨量推定ができる。現在、MPレーダは十分に定量性のある雨量を推定可能だけでなく、その他に風や雨滴の粒子の情報についても観測できるものになっている。

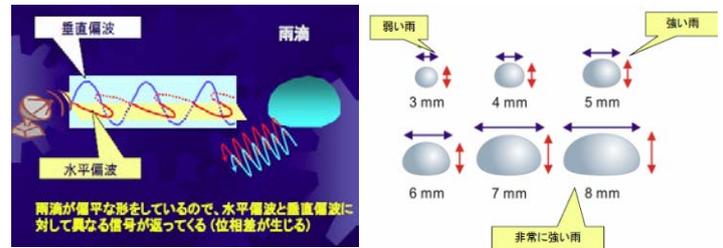
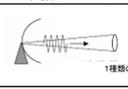
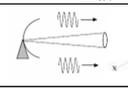


図-1 偏波レーダによる雨量観測

2.2 XバンドMPレーダについて（現行レーダとの違い）

今回、導入されたXバンドMPレーダの仕様は現行レーダと比較して上述の偏波の違いのほかレーダ波の波長が異なっている。これらによって下記の点で豪雨の詳細な観測が可能になる（表-1）。

表-1 MPレーダと現行レーダの特色

	既存レーダ(国交省レーダ)	MPレーダ
波長	Cバンド(4cm)	Xバンド(3cm)
観測分解能	1kmメッシュ	250mメッシュ
観測半径	120km	60km
観測範囲	全国	近畿、中部、関東、北陸
レーダのタイプ	単偏波レーダ 	二重偏波レーダ 
観測項目	雨量	雨量、風、降水粒子タイプ、雨滴粒径分布
地上雨量データとのキャリブレーションの必要	あり	なし(観測直後に情報配信が可能)
役割	台風や発達した低気圧の接近に伴う降雨を観測し、洪水や土砂災害等の監視に活用(広範囲を監視)	短時間で局所的に発生・発達する「ゲリラ豪雨」の監視(観測範囲は狭いが細密に監視)

(1) 高分解能化

CバンドとXバンドの波長の差によりCバンドの波長を使う現行レーダの観測分解能は1kmメッシュであることに対してXバンドのMPレーダは250mメッシュの分解能で観測が可能となる。このため従来の16倍の密度での雨量情報が取得可能になる。

(2) 高頻度化（即時性の向上）

現行レーダ雨量計は、水平偏波の反射強度のみから雨量を推定するため、地上観測雨量とキャリブレーションを行い、レーダパラメータを随時修正することによって雨量換算の精度を確保してい

X band multi parameter radar for heavy rain measures

*土木用語解説：Xバンドマルチパラメータレーダ

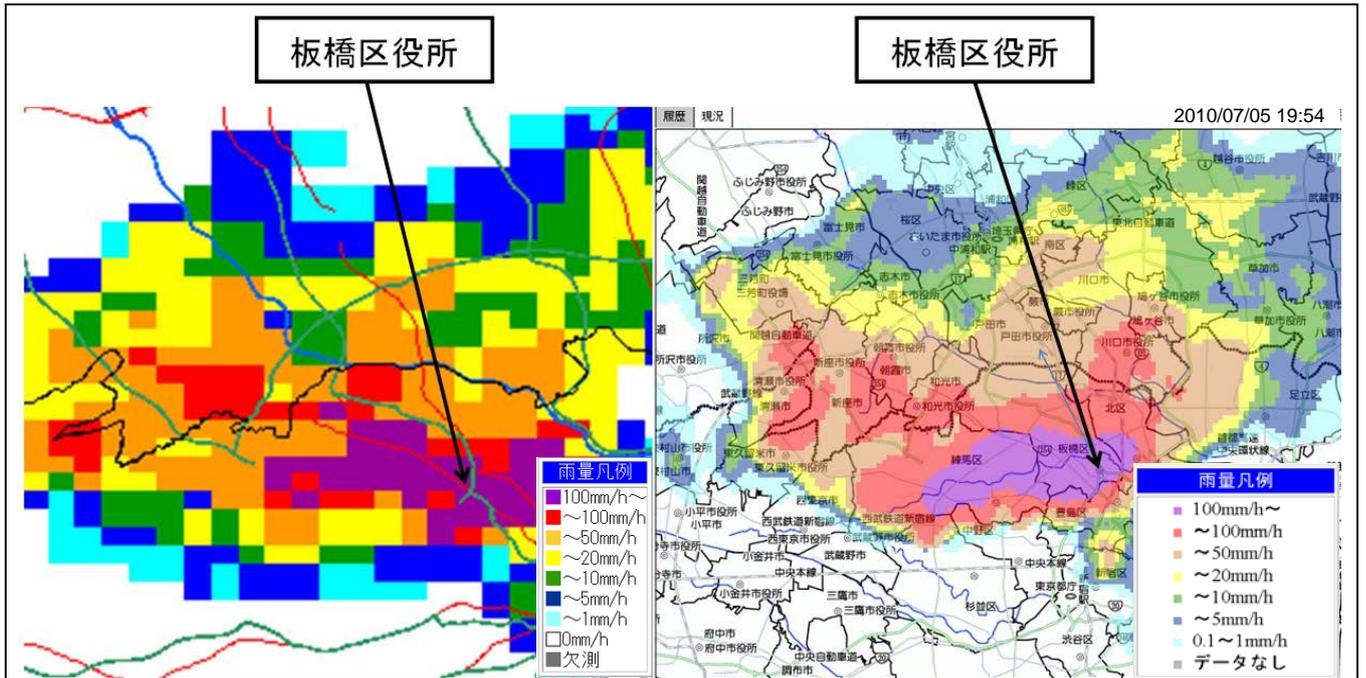


図-2 7月5日豪雨の配信画面(板橋区)
左; 現行(Cバンドレーダ) 右; XバンドMPレーダ

る。この地上観測雨量の観測間隔が5~10分間隔であるため、現行レーダの雨量情報の配信も5~10分間隔となる。一方MPレーダでは、地上観測とのキャリブレーションが不要のため1~2分間隔の雨量情報の配信が実現され、即時に雨量状況を把握することが可能となった。

ここまで長所ばかり述べてきたが、Xバンド帯の波長を使用することにより、観測可能なエリアが狭くなるほか、降雨による電波強度の減衰(降雨減衰)が著しいため、特に豪雨時には観測精度が低下するという欠点がある。しかし、MPレーダでは降雨減衰の影響を受けにくい位相情報を用いて雨量推定を行い、さらに複数台のレーダで異なる方向から降雨域を観測することにより、降雨減衰の影響を克服している。また、観測範囲が狭いことについても、複数台のMPレーダをネットワーク化することで克服するようにしている。

2.3 XバンドMPレーダの試験観測結果

平成22年の7月から整備の完了した4地域について試験運用を開始し、国土交通省のHPを通じ試験配信中である。

(<http://www.river.go.jp/xbandradar/>)

今夏も各地で豪雨が発生しているが試験運用直後に大きな被害を出した7月5日に東京都板橋区で発生した豪雨の配信画面を紹介する(図-2参

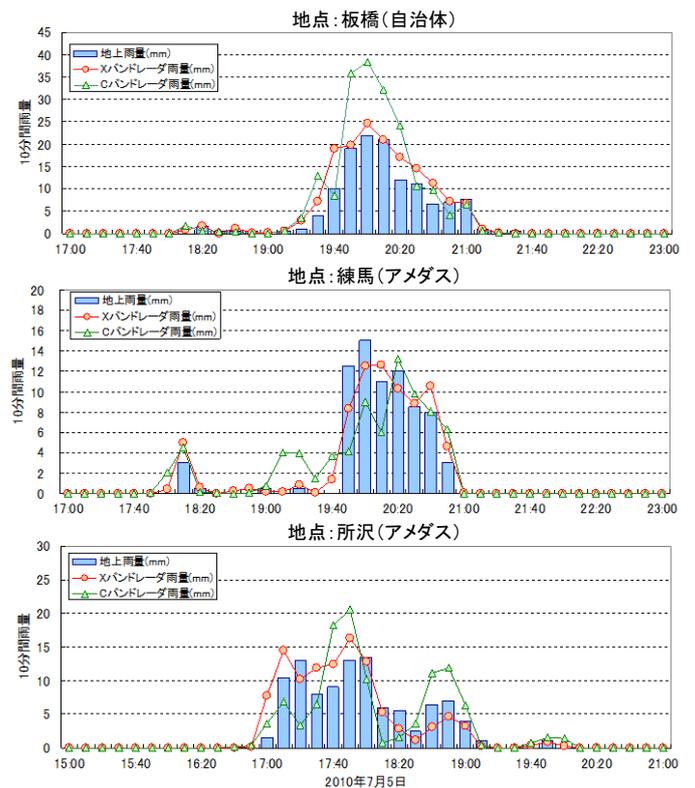


図-3 7月5日豪雨の各観測所での各観測値の比較

照)。東京都板橋区では7月5日に夕方から豪雨が発生し、板橋区では1時間に107ミリの降水が観測されたのを始め、練馬区や青梅市、埼玉県所沢市でも1時間に50ミリを越す激しい雨が降り、多数の家屋浸水や道路冠水が生じる等多大な被害が

生じた。この時の配信画面を、従来レーダ画面と比較して高密度で高頻度の情報が提供できることが確認できた。また観測値についても地上のアメダス雨量計との比較を行ったものを図-3に示す。なお、XバンドMPレーダと現行レーダ（Cバンドレーダ）は、観測高度、メッシュサイズ等が異なり同一条件の比較はできないが、参考として現行レーダとの比較も示している。現在もXバンドMPレーダに関しては雨量算定アルゴリズム等のチューニング等も行っている段階であるので、現時点で定量評価を行うのは適当でないが、地上雨量計と比べても誤差の少ない結果が出ているものと思われる。

3. 今後の豪雨対策のあり方

XバンドMPレーダの機器整備に伴う初期の雨量観測についてはかなり精度向上が期待できる状況になってきたが、このレーダを活用した豪雨に関する新たな情報の処理と実際の河川管理や防災への適応に関して、今後の検討方向を整理したのが図-4である。以下は、主な検討課題について述べたい。

3.1 レーダの観測情報を活用した豪雨の移動予測等の技術開発

近年多発し深刻な被害をもたらしている豪雨は突発的という表現が適当なくらい短時間に発生、成長し局所的に多量の降雨をもたらすという特徴を有している。このため、発生時刻と発生場所を把握するのは、予測技術や計算機が発達した今日においても非常に難しい課題であった。このたびのXバンドMPレーダの開発により発生した豪雨の探知にはある程度のめどがしたが、豪雨発生後の情報配信では河川管理や防災活動に十分なリードタイムが確保できないケースもあり得る。この課題に対応するためXバンドMPレーダで把握できる風の情報等を活用し豪雨域の移動の予測や豪雨の発生の前兆現象をとらえることを今後の検討課題としている。

3.2 MPレーダの活用による豪雨の浸水予測

豪雨の発生状況の把握ができて地域住民にとっては十分な情報とはいえない。豪雨による浸水や道路冠水等の情報になって初めて有益なものとなりうる。これらの浸水予測は河川管理をしている国土交通省だけでなく中小河川や下水道を管

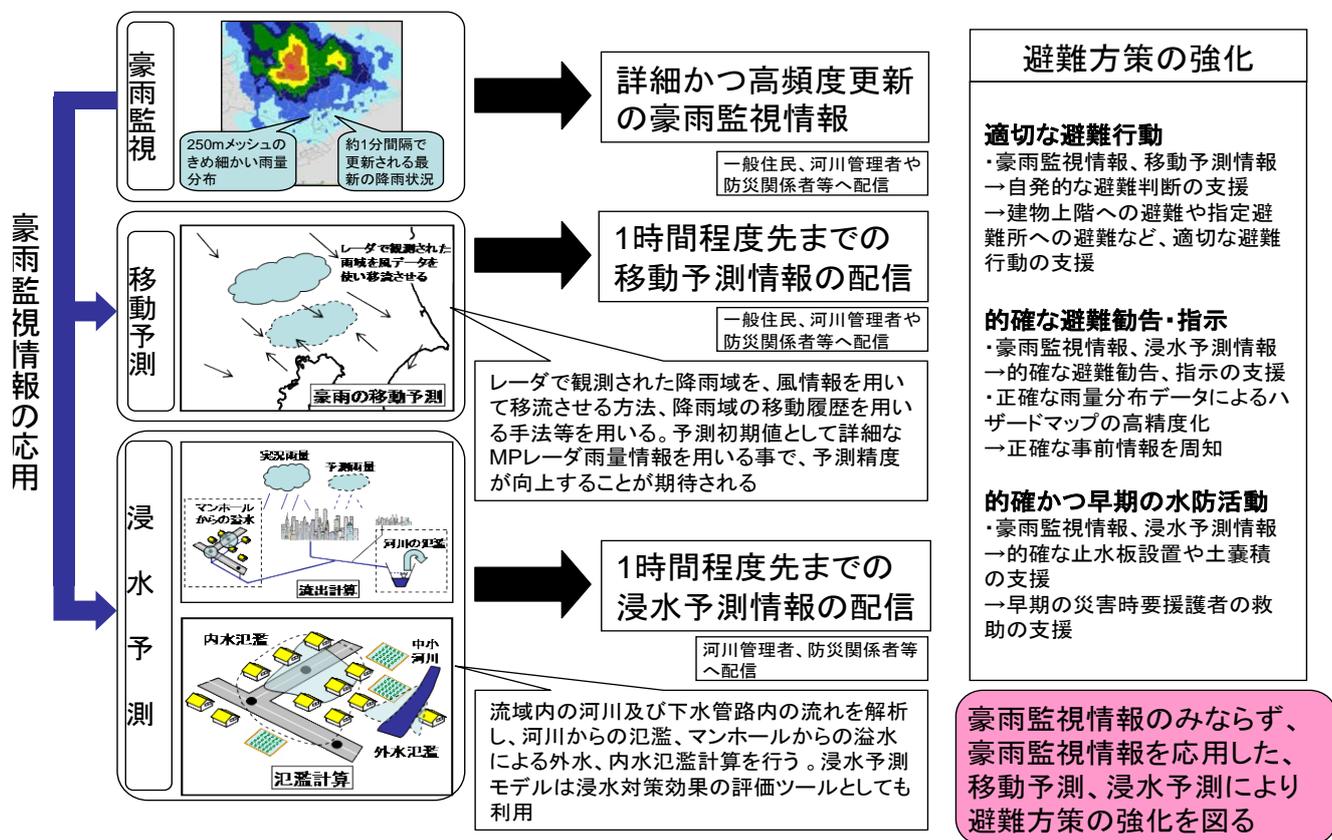


図-4 豪雨対策の高度化検討内容

理している都道府県や市町村とも連携した対応が必要である。浸水予測は、豪雨監視、移動予測から得られる雨量情報を用いて流出計算を行い、流域内の河川及び下水管路内の流れを解析し、河川からの氾濫、マンホールからの溢水などの外水、内水氾濫の予測計算を行うものである。これにより浸水予測情報を河川管理者や自治体等の防災機関に配信し、初動体制の迅速化や浸水の発生、被害形態を可能な限り早い段階での把握を支援する事を目指している。

各施設管理者にとって必要な情報とそのタイミング等について情報を集め、それに対し、どの程度の精度で対応が可能か、今後検討が必要である。

3.3 豪雨関連情報の伝達等の今後の展開

豪雨の発生状況や浸水予測の把握ができていても河川管理や下水道事業者にはタイムリーに情報提供がなされなければ十分とはいえない。地域住民にとっても避難や地下室等への浸水防御の活動を行うためには迅速な情報提供が求められる。

豪雨に関する情報をタイムリーに伝達する情報システムの構築についても今後検討が求められる。インターネットによる情報だけでなく携帯端末等も活用した情報システムとそれを活用した河川、下水道管理システムや防災計画の立案も、今後の検討課題である。

4. まとめ

国土交通省のXバンドMPレーダの整備は非常に短時間で検討と整備が同時並行で進められてきたが、運用開始時は大きなトラブルもなく、初期の目的を達成することが可能であることを十分に示せた。発生した豪雨の情報把握についてはめどが立ってきたが、実際の河川、下水道の管理や防災活動等へ活用する上では、豪雨発生前の前兆現象の把握や豪雨域の移動についての予測に関するニーズも高まることが予想される。また一方、豪雨の情報を迅速に河川、下水道管理者へ伝達するシステムに関しても改善の余地が認められる。レーダ情報の解析を高度化するとともにこれらの

課題解決が今後望まれる。

本文では、近年話題になっているゲリラ豪雨等の対策についてH21年から国土交通省で整備したXバンドMPレーダを中心に河川情報のあり方を記述した。MPレーダについては、かつての土木研究所河川部水文研究室において研究を開始したものである¹⁾。そして今般、短期間に円滑な運用を可能にしたのは、(独)防災科学研究所の永年にわたる研究成果があったことと、Xバンドレーダを先駆的に研究してきた大学等の研究機関のご指導があったことに他ならない。ご指導くださった各機関に対しては紙面を借りて謝意を表す。

参考文献

- 1) DNDレーダによる降水現象の観測に関する共同研究報告書(第4報)、土木研究所河川部水文研究室、1991

山本 聡*



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部長
Akira YAMAMOTO

土屋修一**



国土交通省国土技術政策
総合研究所河川研究部気
候変動班 研究官、博士
(工学)
Dr. Shuuichi TUCHIYA