

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 8 日現在

機関番号：34419

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2013～2015

課題番号：25350510

研究課題名(和文) XバンドMPレーダによる局所洪水予測の研究

研究課題名(英文) Analysis of local flood prediction due to heavy rain by X-band MP radar data

研究代表者

森 正壽 (MORI, Masatoshi)

近畿大学・工学部・教授

研究者番号：50159191

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：国土交通省から提供されたXバンドMPレーダデータを使い、降雨量画像表示システムを作成した。XバンドMPレーダデータは、2010年7月から試験運用が始まり、現在まで配信を行っている。

本研究では、X-band MPレーダ降雨量データの地理情報システム(GIS)による活用として、雨量データを解析し、予測される災害の発生地点、被害の拡大範囲および被害程度、さらには避難経路、避難場所などの情報をGoogle Mapsの環境を使用してWeb GIS(Google Maps)システムを構築した。さらに、雨量情報を自治体の防災情報への活用としてGISを使用し、活用できる情報をGISシステム上で構築した。

研究成果の概要(英文)：The Ministry of Land, Infrastructure, Transport and Tourism (MLIT) of Japan started operation of an X-band Multi-Parameter (MP) radar system in February, 2012, at 23 observation stations in Japan. Rainfall observations by the X-band MP radar system are more detailed than by the past C-band radar. However, now, applications of X-band MP radar data are mostly only for displaying one minute rainfall images. The Japan Meteorological Agency (JMA) is providing a standard of the rain situation (strength of rain), which shows hazard levels of the rainfall amount in one hour. Those hazard levels of the accumulated rainfall amount are quite important to estimate occurrences of disasters. Thus, in the present study, the accumulated rainfall amount monitoring system is developed. The accumulated rainfall amount can be clearly shown on a PC monitor or a mobile terminal monitor. It takes up to 5 minutes to show the results on the web site since having observed rainfall in one hour.

研究分野：地理情報システム

キーワード：XバンドMPデータ GIS 降雨量画像 グーグルアース

## 1. 研究開始当初の背景

(1)近年、地球温暖化の影響の結果と思われる豪雨や台風の強度の増大などが指摘される中、平成 20 年度には局地的な大雨や集中豪雨が多発し、その結果、甚大な浸水被害や水難事故が発生している。

これまで、各地で発生する局所的な豪雨対策としては、Cバンドレーダ雨量計が運用されてきたが、日本全土をカバーするものの、その空間分解能は 1km とかなり広く、主に都市部で頻発する「ゲリラ豪雨」には、十分には対応できないとされてきた。そこで国土交通省により開発運用が始まった X バンド MP レーダは空間分解能 250m と格段に向上し、レーダ波自体も垂直・水平 2 偏波 (MP: マルチパラメータ) 使用で精度が向上している。測定間隔にしても、1 分毎の観測で、短時間集中豪雨に対しても十分な精度と言える。ただレーダ観測基地局が限定されており、国土全体をカバーしているわけではない。

他方、局所的な洪水氾濫を解析するために必要となる数値標高情報 DEM は、これまで全国レベルとしては国土地理院の 50mDEM が整備運用されてきたが、空間分解能が粗く、局所氾濫解析には使用が困難とされてきた。そのため国土交通省は高精度 DEM の整備を順次進め、平成 24 年 3 月 28 日より 5mメッシュ間隔である 5mDEM を国土の約 35% において供与を開始した。国土交通省の WEB サイトから自由にダウンロードすることができる。都市域における道路幅、建築物のスケールから判断すると空間分解能としては十分と考えられる。

(2)実証実験地域としては、平成 24 年に発生した「平成 24 年 7 月九州北部豪雨」(気象庁)を対象として、すでに X バンド MP レーダデータを取得し、解析に取りかかっている。特に九州北部地域においては、X バンド MP レーダ観測局基地局が 4 か所(風師山、古月山、菅岳、九千部)と集中しており、被害が特にひどかった福岡県、大分県、北部熊本県を含んでおり、解析環境としては整っていると言える。具体的な被害としては 7 月 11 日~14 日に渡って記録的な集中豪雨が続き、福岡県柳川市矢部川の堤防が 50 メートルにわたって、支流の沖端川の高さ 6 メートルの堤防が 150 メートルにわたって決壊した。熊本県白川では 3 か所、合志川で 6 か所、杖立川の 1 か所の、合わせて 10 か所で氾濫が発生している。大分県中津市では山国川が氾濫している。

## 2. 研究の目的

(1) X バンド MP レーダのデータ処理システム開発

これまで本研究室では、アメダス雨量データ解析を行っており、学会等で既に発表してきた(研究業績: 3.Web-based Delivery system of Disaster Prevention Information using a new JMADPIXML format and

AMeDAS data)。ここでの研究内容は、アメダスによる雨量データの単なる表示にとどまらず、蓄積雨量(積分量)を計算し、過去数時間から数日の蓄積量から地滑りや土砂災害の防止・避難に結びつけるものであった。同様に X バンド MP レーダの場合も、単に降雨状況の表示では有効性に乏しく、過去数時間の蓄積雨量を計算し、氾濫水の解析により、洪水の状況や将来予測を行うというものである。

### (2)流体解析による、氾濫水の解析

氾濫水の解析には、内水氾濫解析、外水氾濫解析の 2 種類がある。

#### 内水氾濫解析

内水氾濫とは堤防決壊など河川からの越流がなく、集中した降雨のみによる低地の洪水氾濫のことであり、時間当たり降雨量、時間当たり排水量、DEM、建築物密度等により計算でき、浸水深・浸水領域の予測が可能となる。

#### 外水氾濫解析

外水氾濫は、内水氾濫に加え、流入水として堤防決壊など河川からの越流が発生し、より甚大な被害が発生する結果となる。

両者共に、水流の  $x \cdot y$  各方向運動方程式、連続の式から計算される。計算メッシュとしては、5mDEM を基準としたスタガードスキームを使う。空間メッシュ間隔、 $x$ 、 $y$  は 5mDEM を考慮し、都市域では 10m ~ 50m、郊外・山間部では 50m ~ 100m 程度を想定している。これらの計算結果、現時点での浸水深・浸水領域予測、さらに将来の時間毎の予測を行うことができる。

(3)解析結果の Google Earth (PC・携帯端末)での表示

これらの計算の結果を各種の WEB サイトで表示し、有効活用を計画している。第一段階では、時間あたりの降雨状況を独自のサイトで表示し、一般市民に活用してもらう。より高度な利用として、流体解析で行った結果を GIS システムで加工し、KML ファイル経由で Google Earth 上において表示する。最近 Google Earth の航空写真の分解能が向上しており、都市域では数十 cm から 1m 程度にも達しており、住宅一軒程度も認識できる状況である。ただ、KML ファイルの扱いはやや困難なので、主たる利用は自治体防災関係者を予想している。

## 3. 研究の方法

(1) X バンド MP レーダデータを有効利用するには、様々なシステム上の構築が必要となる。まず降雨量画像の表示には、レーダデータの画像化・オルソ化を行い、さらにほぼリアルタイムで表示するためには、計算プログラムの自動化を行う。降雨量の表示の他、浸水領域や浸水深を推定するために、高精度 5mDEM を使い 3 次元モデルを作成し、氾濫水の解析を行う。

これらの得られた結果は、通常の WEB サ

イトでは不十分なので、KML ファイルを通じて Google Earth (PC・携帯端末)での表示を行う。最近の Google Earth の航空写真は、高解像度化しており、浸水領域などを高精度で把握することができる。

#### 4. 研究成果

##### (1) XバンドMPレーダ雨量データ解析システムの開発

まず、国土交通省からXバンドMPレーダデータの提供を受け、データ構造解析、処理システム開発、地図座標系への投影手法などの開発を行った。

##### (2) XバンドMPレーダ雨量データ蓄積画像の開発

国土交通省の Web サイト XRAIN は、XバンドMPレーダ雨量データをリアルタイムに表示できるが、分解能は低く、市町村単位で、白地図程度である。また、データが1分単位の静止画像であるため、雨量データ蓄積画像として使えない。そこで災害判断のさい重要となるXバンドMPレーダ雨量データ蓄積画像を開発した。蓄積画像は、基本は1時間蓄積画像であるが、2時間蓄積画像、3時間蓄積画像も表示できるようになっている。

##### (3) 2014年広島豪雨災害への適応

2014年8月19日夜から20日明け方にかけて、広島市を中心に猛烈な雨となり、広島市安佐南区から安佐北区にかけて集中豪雨が発生した。線状降水帯が形成され、3時間降水量が200mmを超える局地的豪雨をもたらした。同時多発的に大規模な土石流が発生した。その土石流は急傾斜地に立地する住宅地を襲い、土石流災害としては過去30年間の日本で最多となる死者74名を含む甚大な災害を発生させた。

また、河川災害としては、8月20日4時20分頃に太田川の支川である根谷川が可部三丁目付近で溢水氾濫した。広島市災害対策本部のまとめによれば、土砂災害が166箇所(土石流107箇所、崖崩れ59箇所)で発生した。また、道路・橋梁、河川堤防等の公共土木施設の被害も1,333件にのぼった。

本研究では、平成27年8月14日から20日のXバンドMPレーダ雨量情報を活用し、地理情報システム(GIS)を使用して、予測される災害の発生地点、被害の拡大範囲を解析した。XバンドMPレーダ雨量データと気象庁気象レーダ(C-band)の時間降雨量での比較、降雨強度(単位時間当りの雨量)または任意の時間の雨量の等しい地点を結んだ線(等降雨量線)を電子地図・地形図上にGISを使用して可視化処理を行った。XバンドMPレーダ降雨量データは局所的な雨量をほぼリアルタイムに観測可能である。従来はC-bandレーダは広域的な降雨量観測に適するのに対し、XバンドMPレーダは、観測可能エリアは小さいものの局地的な大雨についても詳細(高分解能)かつリアルタイム

での観測が可能である。

以上の結果は、各種学会での発表、及び論文で公表してきた。

#### <参考文献>

A portable low cost X-band RADAR for rainfall estimation in Alpine valleys: Marco GABELLA, et al., FORALPS Technical Report 3. Universita degli Studi di Trento, Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale, Italy, p.52, 2008.

#### 5. 主な発表論文等

##### [雑誌論文](計4件)

M. Nishio, M. Mori: The Web-based accumulated rainfall amount monitoring system by X-band MP Radar, Journal of Flood Risk Management (電子版)(査読有) (DOI: 10.1111/jfr3.12196) 2015.

M. Nishio, M. Mori: Hydrologic analysis of a flood based on a new Digital Elevation Model, The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-7/W4, pp.127-134 (査読有), 2015.

M. Nishio, M. Mori: WEB-Based Delivery System for Disaster Prevention Information using a New JMA DPI XML Format and AMEDAS Data, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol.1-4, pp.23-27, (査読有) 2013.

YiLi Chan, M. Mori: The construction of flood monitoring system with alert distribution Using Google Earth and 3DGIS, Journal of Disaster Research, Vol.8, No.3, pp.512-518, (査読有) 2013.

##### [学会発表](計7件)

西尾雅弘, 森 正寿: "X-band MP レーダ雨量情報による平成26年広島豪雨災害解析", 情報処理学会第78回全国大会講演論文集, pp.4-467-468, (査読有)慶應義塾大学(横浜市) 2016.03.12.

西尾雅弘, 森 正寿: "X-band MP 雨量情報を使用した降雨解析(2014年8月19日広島県)", 地理情報システム学会講演論文集, Vol.24-6-1, pp.1-4, (査読有)慶應義塾大学(横浜市) 2015.10.11.

西尾雅弘, 森 正寿: 高精度な数値標高モデルを使用した洪水情報に関する水文解析", 情報処理学会第77回全国大会講演論文集, pp.4-447-448, (査読有)京都大学(京都市) 2015.03.19.

西尾雅弘, 森 正寿: XバンドMPレーダ雨量データの防災情報への応用", 地理情報システム学会講演論文集, Vol.23, C-4-5, pp.1-4, (査読有)中部大学(愛知県春日井市)

2014.11.08.

西尾雅弘, 森 正寿: "Xバンド MP レーダの防災情報への活用"; 情報処理学会第 76 回全国大会講演論文集, pp.4-441-442, (査読有) 東京電機大学 (東京都足立区)

2014.03.13.

西尾雅弘, 森 正寿: "Xバンド MP レーダ雨量情報の WebGIS への活用", 地理情報システム学会講演論文集, Vol.22, E-2-4, pp.1-2, (査読有) 慶應義塾大学 (東京都港区)

2013.10.27.

西尾雅弘, 森 正寿: "Xバンド MP レーダ雨量情報の高精度 Web 表示", 情報処理学会第 75 回全国大会講演論文集, pp.4-539-540, (査読有) 東北大学 (仙台市) 2013.03.08.

## 6. 研究組織

### (1) 研究代表者

森 正寿 (MORI, Masatoshi)

近畿大学・産業理工学部・教授

研究者番号: 50159191

### (2) 研究分担者

### (3) 連携研究者

### (4) 研究協力者

研究協力者: 西尾 雅弘 (NISHIO, Masahiro)