

SAR 衛星画像を用いた岡山県真備町の 浸水状況解析

金城海輝・白水 元・朝位孝二
山口大学大学院創成科学研究科

1. はじめに

近年、地球規模の気候変動により、日本各地で深刻な豪雨災害が頻発している。昨年発生した「平成30年7月豪雨」では、西日本各地で浸水、土砂災害が発生、死者237人、行方不明者8人の甚大な被害をもたらした。岡山県倉敷市真備町では高梁川水系の小田川流域でバックウォーター現象が発生し、堤防が決壊、隣接する市街地が広範囲にわたって浸水し、真備町だけで51人が亡くなる大災害となった。被害が拡大した原因として、真備町の標高の低い平野が東は高梁川、南は小田川に囲まれている水害に脆弱な地形が考えられる。標高の低い平野では、河川氾濫が発生すると短時間で広範囲が浸水する。そのため、災害対応では浸水状況を迅速に把握することが極めて重要である。また、復旧計画を立てるためには復旧の範囲や浸水深の分布を把握することが求められる。そのため、浸水状況解析の高速化は、水害時の総合的な災害対応において大きな意味を持つ。本研究では、SAR衛星画像の技術を用いて、水害発生時の浸水状況解析作業を高精度かつ、短時間で行うためのプロセスの提唱が目的である。

2. 解析方法

2.1 使用データ

本研究では2018年7月7日、2016年7月9日、2018年4月7日の3つのSAR衛星画像データを使用する。撮影条件を表1に示す。今回は撮影日時を除き、同様の条件で撮影された画像を使用した。本研究の浸水状況解析では被災前として2016年7月9日、被災後として2018年7月7日のデータを使用する。

表1：各SAR衛星画像の撮影条件

センサー	衛星種	観測方向	オフナディア角(°)	偏波
PALSAR-2	ALOS-2	右側観測	38.2	HH

2.2 SAR衛星画像技術の浸水状況解析への応用

SARは、衛星からマイクロ波を地表面に斜めに照射し、地表面から反射され受信する後方散乱強度の強さの違いを利用して地表面の状況を可視化するシステムである。そのシステムの特質から、SARは太陽光等の他の光源に依存せず、夜間の観測が可能である。また、PALSAR-2が送受信するマイクロ波はLバンドと呼ばれ、雲や雨を透過するため、悪天候時でも観測が可能である。豪雨災害時は大量の雲が発生するため、浸水状況解析のリアルタイム化において、SARの技術はとりわけ有効であると考えられる。

2.3 SAR 衛星画像を用いた浸水域の抽出方法

SAR 衛星画像は後方散乱強度の分布が明度で表現される。そのため、水面ではマイクロ波が鏡面反射し、衛星への反射が弱くなるため暗く表され、一方、地表面が粗い陸地や構造物等では衛星への反射が強くなるため明るく表される。この特性を利用し、当該地域の浸水域の抽出が可能である。まず、被災前の衛星画像を赤に着色、被災後の衛星画像をシアンに着色し、加算処理を行う。すると、光の加色混合の原理により被災前後で変化のない地域はグレースケールで表され、浸水域では水面による鏡面反射が発生するため、被災前後の後方散乱強度に差異が生じ、相対的に赤が強くなる。赤く染まった地域を特定することで浸水域の抽出が可能である。

2.4 R 衛星画像撮影時期による抽出結果の相違

SAR 衛星画像を用いた浸水域の抽出では、被災前と被災後の衛星画像の撮影時に災害に直接関係のない外部的要因による変化があると、後方散乱強度に差異が生じ浸水域が誤抽出されることがある。誤抽出の要因としては、地形の変化によるものと、農業活動によるものがある。地形の変化の例としては、採掘場の拡大など、開発や掘削により植生や地形が削られること等があげられる。農業活動によるものの例としては、水田の水張りなど、人為的な注水による水面の発生があげられる。このような変化が生じると、被災前と被災後の衛星画像で撮影時の後方散乱強度に差異が生じ、過食混合時に浸水と誤抽出されてしまう。特に水田は河川に隣接した広い平野に作られるため、誤抽出が発生しやすい。しかし、水田の水位は季節ごとに計画的に管理されているため、同時期の画像データを使用することで誤抽出を防ぐことが可能である。今回の豪雨災害は水田に水が張られている7月に発生した。そこで、被災前のデータとして、水田の水張り前である4月の画像データを使用した場合を(A)、被災時と同時期である7月の画像データを使用した場合を(B)とし、岡山県内の地域で同様の抽出を行い、抽出結果の差異を図1、図2に示す。図1では、(A)の画像では総社市にある浸水域ではない水田を誤抽出しているが、(B)の画像では誤抽出は大幅に改善されており、真備町の浸水域が正確に抽出できていることがわかる。図2では、(A)の画像では広範囲の水田を全て浸水域として抽出しているが、(B)の画像では誤抽出が大幅に軽減できていることがわかる。

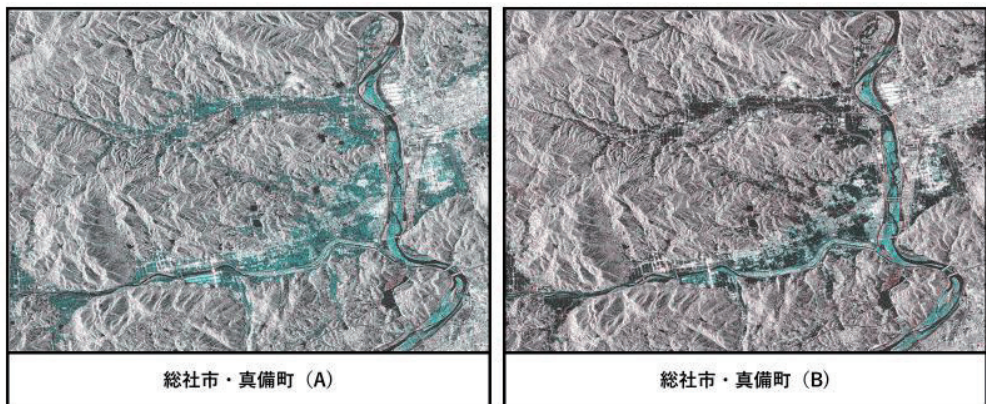


図1：撮影時期による浸水域抽出結果の差異（総社市・真備町）

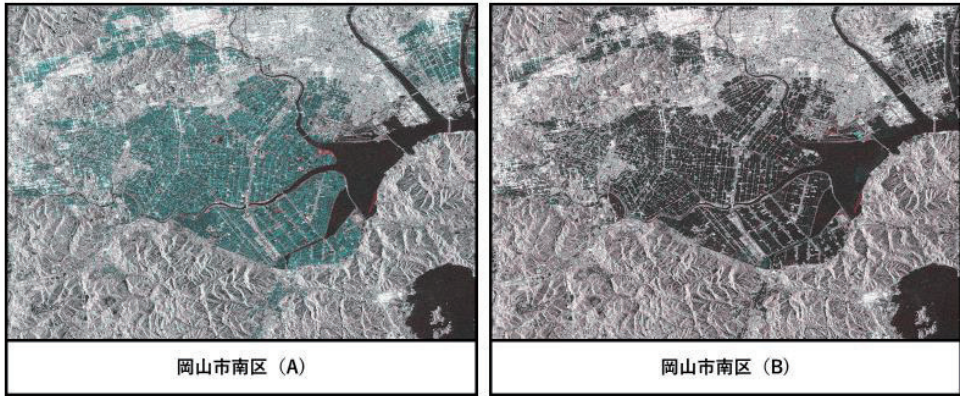


図2：撮影時期による浸水域抽出結果の差異（岡山市南区）

2.5 浸水深の測定

浸水域の抽出データに、被災地域の地盤高データ(DEM)を投影することで浸水深を推定することが可能である。図3は本研究での浸水深推定の手順をまとめたものである。今回の研究では地盤高データを反映するバッファの範囲を10mとした。バッファ内の中央値を浸水境界の水面の高さとし、浸水域内部の水面高を逆距離加重法(Inverse Distance Weighted: IDW)で内挿補間し、浸水域の水面高さとした。水面高さから地盤高を差し引くと浸水深彩段図を作成できる。

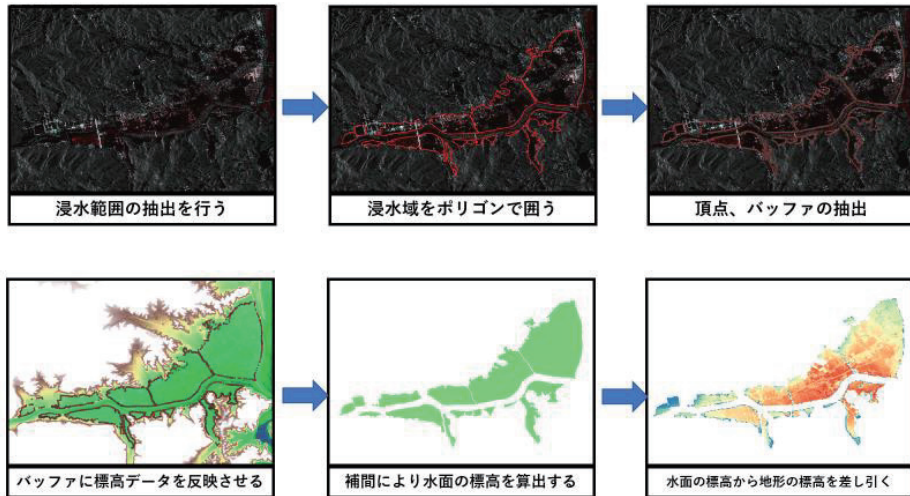


図3：SAR画像を用いた浸水深彩段図作成の作業フロー

3. 結果

3.1 真備町における浸水深彩段図

SAR画像を用いて作成した岡山県倉敷市真備町の浸水深彩段図を図4に示す。水工学委員会西日本豪雨災害調査団（中国地区）による浸水痕跡調査の結果の一部を図4に点としてプロットした。箭田では最大痕跡高を記録し、その値は5.38mと報告されている。本研究で算出された同地点における浸水深は5.32mであり、同地点での誤差は10cm以内に収まっているため整合性は期待できるものと考えられる。

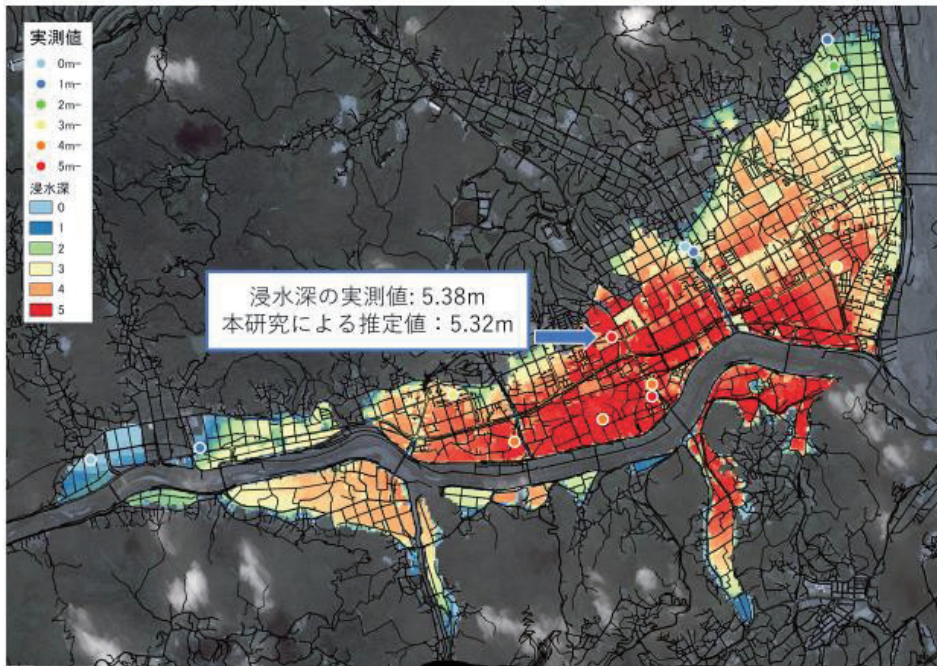


図 4：岡山県倉敷市の浸水深彩段図

4. まとめ

本研究から得られた結果を以下にまとめる。

1. SAR 衛星画像による浸水範囲の抽出は、浸水深の推定の精度と作業効率に直結するため、高精度で行う必要がある。特に使用する画像の水田の状態の差異は誤抽出が起りやすいため、使用する画像の季節には留意が必要である。
2. 本研究では浸水深の推定において精度の高い分析ができた。理由として、今回の研究では新水域の誤抽出の原因が水田と地理的条件から考察することができたため、適切な処理が行えたことが考えられる。今後の課題としては、どのような場所で水害が発生しても、同様の作業が迅速に誰でも行えるよう、作業フローの汎用性向上が求められる。そのため、誤抽出の原因をパターン化する等、誤抽出の原因に対しての対処システムを確立する必要がある。

参考文献

- 1) 国土技術政策総合研究所：研究資料
(<http://www.nilim.go.jp/lab/bcg/siryou/tnn/tnn0760pdf/ks076005.pdf>)
- 2) 国土地理院地理地殻活動研究センター地理情報解析研究室：浸水状況把握のリアルタイム化に関する研究(<http://www.gsi.go.jp/common/000143202.pdf>)
- 3) 水工学委員会西日本豪雨災害調査団（中国地区）：2018年7月西日本豪雨による岡山
- 4) 県における河川災害の概要と課題
(<http://committees.jscs.or.jp/chugoku/system/files/maeno-compressed-compressed.pdf>)