

SARリモートセンシングによる洪水時の浸水深の推定

東北大学工学部	学生会員	○ティオ	シェンフー
東北大学災害科学国際研究所	非会員		モヤ
東北大学災害科学国際研究所	正会員		ルイス
東北大学災害科学国際研究所	正会員		マス
			エリック
			越村
			俊一

1. はじめに

異常気象の増加につれ、台風や豪雨による洪水が頻発している。洪水災害後の復旧と人命救助には、迅速な浸水状況把握が不可欠である。国土地理院は、災害発生後に現地情報として災害地域の航空写真を撮影し、SNSで取得した情報と撮影地域の標高データを合わせて、浸水域と浸水深を表す浸水推定段彩図を作成している。しかし、航空写真の撮影は天候と時間に依存するため、悪天候によって撮影が遅延となった場合、浸水域の推定精度が低下する。

近年では、天候・時間に関係なく地表面観測が可能である利点から、合成開口レーダ（Synthetic Aperture Radar: SAR）の観測データを使用した浸水域把握が注目されてきた（Schlaffer *et al.*, 2015）。ただし、高精度な浸水状況把握を行うには、浸水域のみならず、浸水深も把握できればより迅速な復旧活動に寄与できる。そこで、本研究では、SARリモートセンシングを用いた浸水域把握に加えて、数値標高モデル（DEM）を利用して浸水深を算出するモデルを提案する。

2. 使用データ

本研究の対象災害と対象地域は平成30年7月豪雨で被害を受けた岡山県倉敷市真備町とする（図-1）。SAR画像は、2018年4月14日、同年7月8日に撮影されたPALSAR-2画像を用いた。また、DEMは、国土地理院が提供している基盤地図情報データの5mメッシュ（標高）を用いた。

3. 手法

災害前後の異なる2時期のSAR画像を用いて解析を行うことで、浸水域範囲を抽出する。SAR画像に3次元グレーレベル同時生起行列を施し、後方散乱強度（Intensity）を算出し、災害前と災害後のIntensity画像を生成する。



図-1 対象地域（岡山県倉敷市真備町）

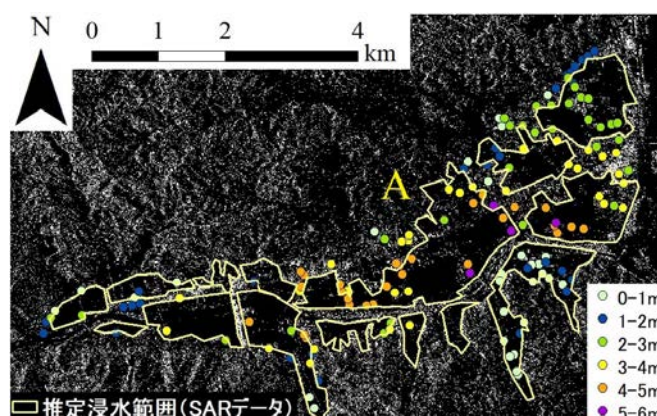


図-2 SARデータで作成した浸水域の二値化画像

図-2に、Moya *et al.* (2019)の手法を用いてIntensity画像から作成した浸水域の二値化画像を示す。ピクセル値が低い部分は浸水域、ピクセル値が高い部分は非浸水域を表す。黄色枠は、二値化画像から認識した浸水域を表す。浸水域は、15つのポリゴンに分かれ、浸水ポリゴンの外縁に位置する合計300個のピクセルの標高値を取得した。各浸水ポリゴンの最大浸水深は、ポリゴン外縁にあるピクセルのうちの最も高い標高値から最も低い標高値を引いた値とする。また、ポリゴン内のある地点における浸水深は、同ポリゴンの外縁の最大標高値からその地点の標高値を引いた値とする。

キーワード: リモートセンシング, SAR画像, 浸水深, 洪水

連絡先: 仙台市青葉区荒巻青葉 468-1 E302, TEL: 022-752-2082, FAX: 022-752-2083

本研究の結果を検証するため、現地調査で計測された浸水深 (Nihei *et al.*, 2019) と比較する。図-2 に示したプロットは検証用の浸水深データであり、0 - 6mの範囲で1m間隔で示される。

4. 結果と考察

図-3に、各浸水ポリゴンの最大浸水深の分布図を示す。検証用浸水深データとの検証は、各データ地点における最大浸水深と最小浸水深で評価した。最大浸水深は、データ地点の標高値とポリゴン外縁の最大標高値の差より算出した。最小浸水深は、ポリゴン外縁にあるピクセルのうち、データ地点の標高値と最も近いピクセルの標高値との差より算出した。紙面の都合上、各浸水ポリゴンから代表的な浸水深の結果を一つ選出し、検証用の浸水深データと比較したものを図-4に示す。本研究の浸水深推定結果は、実測データと1mから最大12mまで大きい差があることがわかった。また、最も面積が大きかった浸水ポリゴン（図-2にAと表記されるポリゴン）に着目した検証結果を図-5に示す。各データ地点における最大浸水深は、実測データと1mから最大6.4mまでの差があり、実測データと大きく乖離していることが分かった。

浸水深の結果に大差が生じた原因として、抽出した浸水域の精度が低いことによって、浸水域外縁の標高を過大に評価したためだと考えられる。本研究の浸水域は、災害前後のIntensity画像より抽出したが、SAR画像撮像時の風速や風向によってIntensity画像による浸水域の認識精度が低下してしまうことが指摘された (Dellepiane *et al.*, 2000). そのため、より正確な浸水深を算出するには、浸水域の認識精度を向上させることが課題である。Intensity画像と、位相差より算出できる干渉コヒーレンス (Coherence) を併用することによって、浸水域の認識精度が向上することが証明されている。Coherenceは2時期のSAR画像の相関係数を表し、荒天候における広域被害把握に活用されており、変動マップの生成が容易である (日本リモートセンシング学会, 2013). 今後の課題は、Intensity画像とCoherence画像を用いて浸水域を抽出し、より高精度な浸水深算出モデルを構築することである。

5. おわりに

本研究では、既往手法の航空写真の代替として、SARリモートセンシングのみによる浸水状況把握を提案した。SARデータと標高データを利用して、浸水深算出モデルの構築を試みた。今後の課題として、他の災害ケースで

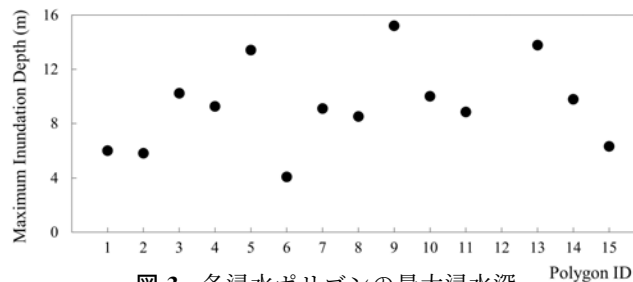


図-3 各浸水ポリゴンの最大浸水深

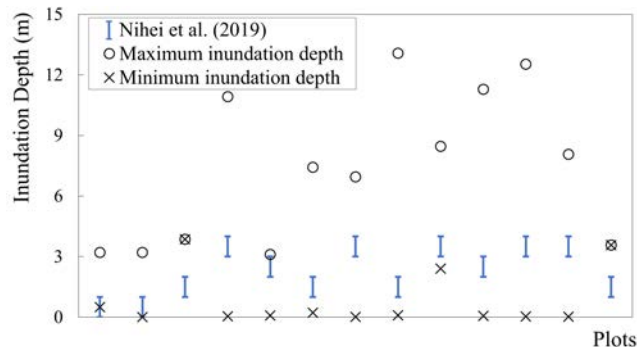


図-4 検証用データ地点における推定結果との比較

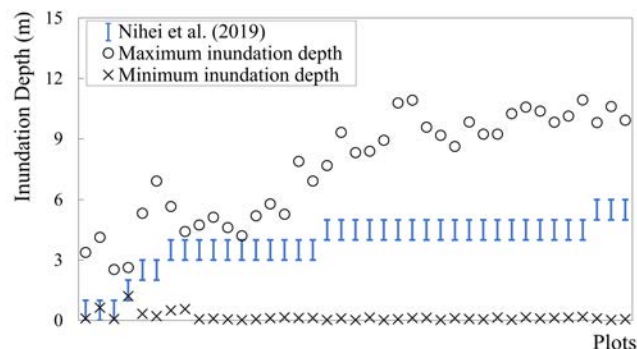


図-5 浸水ポリゴンAに着目した検証結果

調査することで、本モデルによる浸水深算出の精度と汎化性を評価する必要がある。

参考文献

- Schlafler, S., Matgen, P., Hollaus, M., and Wagner, W., Flood Detection from Multi-temporal SAR Data Using Harmonic Analysis and Change Detection, *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, vol.38, pp.15-24, 2015.
- Moya, L., Endo, Y., Okada, G., Koshimura, S., and Mas, E., Drawback in the Change Detection Approach: False Detection during the 2018 Western Japan Floods, *Remote Sensing*, vol.11, no.19, 2320, 2019.
- Nihei, Y., Shinohara, A., Ohta, K., Maeno, S., Akoh, R., Akamatsu, Y., Komuro, T., Kataoka, T., Onomura, S., and Kaneko, R., Flooding Along Oda River Due to the Western Japan Heavy Rain in 2018, *Journal of Disaster Research*, vol.14, no.6, pp.874-885, 2019.
- Dellepiane, S., Bo, G., Monni, S., and Buck, C., SAR Images and Interferometric Coherence for Flood Monitoring, *IGARSS 2000. IEEE 2000 International Geoscience and Remote Sensing Symposium. Taking the Pulse of the Planet: The Role of Remote Sensing in Managing the Environment*, vol.6, pp.2608-2610, 2000.
- 日本リモートセンシング学会, 建設・国土防災分野におけるInSARの実利用化に関する調査研究, 2013.