

## 過去水害のSAR画像を組み込んだ機械学習による未知な浸水建物の把握

東北大学大学院工学研究科 学生会員 ○岡田 元希  
 東北大学災害科学国際研究所 非会員 モヤ 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  
 東北大学災害科学国際研究所 正会員 越村 俊一

## 1. はじめに

水害などによる浸水発生時には、復旧活動の効率化のために浸水域に加えて浸水建物を把握することが重要である (Pulvirenti *et al.*, 2016). 建物被害の推定には合成開口レーダ (Synthetic Aperture Radar: SAR) の観測データを使用した多時期画像の変化抽出に機械学習を適用した手法が有効とされている。浸水域を検出し、内部の建物を浸水建物として判定するこの手法には、教師データ入手の困難さが指摘されている。特に、SAR撮像タイミングが荒天や夜間の場合、真値としての現地情報入手が難しいことが分かっている (Moya *et al.*, 2020). そこで、SARの観測データはオフナディア角に依存することから、似通った観測条件であれば教師データとして利用できる可能性に着目した。また、エリア検出ではなく建物を直接抽出することで、地域特性にも左右されずに被害推定ができると考えた。以上から、本研究では過去の水害データを学習することで、地域・天候・時間に依存しない浸水建物把握手法の開発を目的とした。

## 2. 使用データ

本研究の調査対象域は、平成27年9月関東・東北豪雨にて被害を受けた茨城県常総市と、平成30年7月豪雨にて被害を受けた岡山県倉敷市真備町とし、SAR画像は2015年7月31日、同年9月11日、2018年4月14日、同年7月8日に撮像されたPALSAR-2画像を用いた。それぞれ、オフナディア角は35.4度、38.2度である。また、浸水建物推定に必要な教師データの作成には、国土地理院による浸水域推定結果と、各報道機関が撮影した写真や動画を用いた。

## 3. 手法

SAR画像解析に使用する後方散乱強度とCoherenceは、オフナディア角に依存することがわかっている。2時期の

SAR画像に3次元グレーレベル同時生起行列を施し、後方散乱強度から特徴量としてContrast, Correlation, DissimilarityとHomogeneityを算出した (Moya *et al.*, 2019). また、位相差からCohrenceを算出した。これらを地理情報、建物輪郭と合わせてSupport Vector Machine (SVM) で学習し、モデルを作成した。

## 4. 結果と考察

本研究で作成したモデルの精度を把握するため、国土地理院の推定結果と比較した検証を行った。また、各災害から作成された教師データを利用した推定を行い、本研究の有用性を確認した。

## (1) データの精度検証

はじめに、各災害において、報道などから浸水・非浸水建物を確認し、教師データを作成した。次にSVMによる学習・分類を行い、国土地理院の推定浸水域と比較した。浸水・非浸水建物それぞれにおける検出率、適合率、F値の算出結果を表-1, 2に示す。常総市におけるF値が0.63、真備町におけるF値が0.76であったことから、本研究モデルによる推定で浸水・非浸水建物を把握可能であることがわかった。

表-1 常総市における解析結果の算出スコア

	検出率	適合率	F値
浸水建物	0.56	0.42	0.48
非浸水建物	0.74	0.83	0.78
平均	0.65	0.63	0.63

表-2 真備町における解析結果の算出スコア

	検出率	適合率	F値
浸水建物	0.83	0.53	0.65
非浸水建物	0.78	0.94	0.86
平均	0.81	0.74	0.76

(2) 別災害データを利用した解析結果

真備町の教師データを用いて常総市のテストデータを解析した結果を図-1に、推定結果からの算出スコアを表-3に示す。同様に、常総市の教師データを用いて真備町のテストデータを解析した結果を図-2に、算出スコアを表-4に示す。別災害の教師データで解析することで常総市におけるF値は0.64、真備町におけるF値は0.76となり、表-1, 2と比較して大きな変化がないことが分かった。以上より、オフナディア角の近い事例であれば、十分に解析可能であることが確認できた。

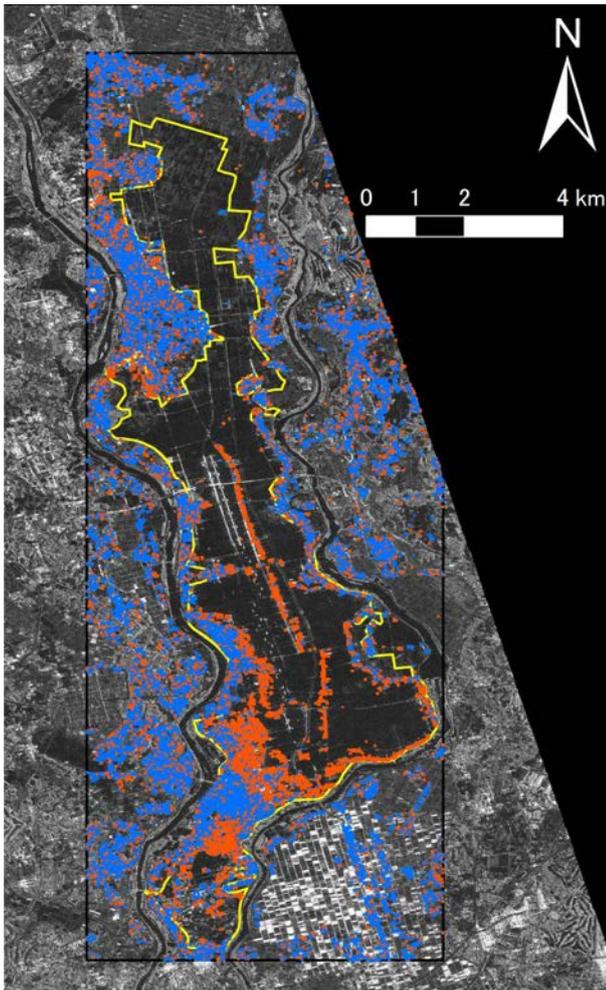


図-1 真備町の教師データを利用した常総市におけるテストデータの解析結果，(赤)浸水建物，(青)非浸水建物，(黄線)推定浸水域，(黒線)解析対象地域

表-3 図-1からの算出スコア

	検出率	適合率	F値
浸水建物	0.60	0.45	0.52
非浸水建物	0.72	0.83	0.77
平均	0.66	0.64	0.64

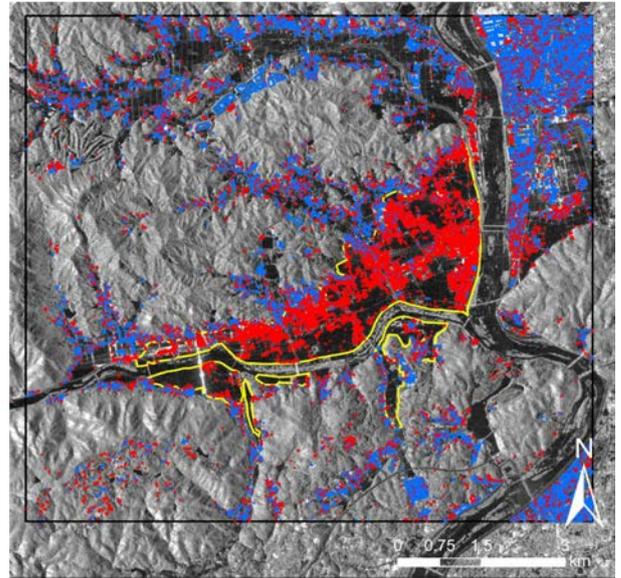


図-2 常総市の教師データを用いた真備町におけるテストデータの解析結果，(赤)浸水建物，(青)非浸水建物，(黄線)推定浸水域，(黒線)解析対象地域

表-4 図-2からの算出スコア

	検出率	適合率	F値
浸水建物	0.81	0.57	0.67
非浸水建物	0.80	0.93	0.86
平均	0.80	0.75	0.76

5. おわりに

本研究では、天候や地域特性に依存しない、従来の課題を解決した浸水建物把握手法の開発を目的とした。過去水害データの機械学習をSAR画像解析に取り込むことで、オフナディア角の近い事例であれば推定精度を大きく変化させずに浸水建物を把握可能であることを示した。オフナディア角が大きく異なる事例の解析をすすめ、より汎用的な手法を提案することが今後の課題である。

参考文献

Pulvirenti, L., Chini, M., Pierdicca, N. and Boni, G., Use of SAR Data for Detecting Floodwater in Urban and Agricultural Areas: The Role of the Interferometric Coherence, IEEE Transactions on geoscience and remote sensing, vol.54, No.3, pp.1532-1544, 2016.

Moya, L., Mas, E., Koshimura, S., Learning from the 2018 Western Japan Heavy Rains to Detect Floods during the 2019 Hagibis Typhoon, Remote Sensing, vol.12, pp.1-16, 2020.

Moya, L., Zakeri, H., Yamazaki, F., Liu, W., Mas, E. and Koshimura, S. 3D gray level co-occurrence matrix and its application to identifying collapsed buildings, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing, vol.149, pp.14-28, 2019.