

## Sentinel-1 衛星を用いた SAR 画像データによる河川氾濫時の浸水域の推定

## Estimation of flood area during river flooding by SAR image data using Sentinel-1 satellite

○小澤 智弘<sup>1</sup>・羽柴 秀樹<sup>2</sup>・園部 雅史<sup>2</sup>

Tomohiro Ozawa and Hideki Hashiba and Masashi Sonobe

**Abstract:** It is required to use SAR images for disaster assessment by satellite observation. In this study, Sentinel-1 / SAR satellite observation data was used for flood area estimation in a flood disaster caused by heavy rain in Akita prefecture in 2017. A flood area was extracted using the difference between the two-time color composite image in which the change in the backscattering intensity was displayed in color and the backscattering intensity before and after the disaster. As a result, the extraction tendency of flooded area of bare surface was shown.

## 1. はじめに

平成 29 年 7 月 22 日からの梅雨前線に伴う大雨の影響により東北地方および北陸地方で大規模な浸水被害が発生した。このような長期に渡る天候不順における災害の場合、ヘリコプターによる調査は困難であり、災害情報の収集が困難な場合がある。このような場合、衛星リモートセンシングによる情報取得が有効である。特に合成開口レーダ(SAR)は、悪天候や夜間の場合でも地表面の情報を取得することができ災害時における被害状況の把握に有効である。

しかし、SAR 衛星画像の特性として、マルチスペクトルセンサによる光学画像と異なりグレースケールで表示される為、判読処理による直観的な浸水域の推定が困難であり、災害発生時に直ちに浸水域を特定するのが難しい。自然災害発生時には、より迅速な状況把握は求められることから、初動的な画像判読処理の高精度化と、それを補強する画像処理手法の開発は従来から求められている。特に被災前後の SAR 画像の効果的な処理手法についてはまだ検討が不十分な点が多い。

本研究では、欧州 ESA が運用管理し、全世界の観測データを常時に準リアルタイムで入手可能な Sentinel-1/SAR 衛星による被災前後の 2 時期カラー合成画像を用いて、2017 年 7 月に発災した秋田県大仙市協和下淀川周辺域の氾濫災害での浸水域の画像抽出への適用性および、本災害における浸水域抽出のための画像データ上の閾値設定について検討した。

## 2. 対象範囲

対象範囲は、秋田県大仙市協和下淀川周辺とした。平成 29 年 7 月 22 日に発生した梅雨前線に伴う大雨により大規模な浸水被害が発生した地区である。

## 3. 解析方法

## 3.1 使用データ

比較的入手が容易な Sentinel-1 衛星画像を用いた。観測日は災害前で 7 月 13 日、災害後は 7 月 25 日であり観測条件が同一のデータである。参照用画像として Landsat-8/OLI<sup>1)</sup>データからパンシャープン画像を作成した。現地状況の確認のため航空写真を使用した<sup>2)</sup>。使用する画像の観測日を Table.1 に示す。

Table.1 Image data

観測日	画像	浸水状況	天気
7 月 10 日	Landsat-8	非浸水	晴れ
7 月 13 日	Sentinel-1	非浸水	曇
7 月 24 日	航空写真	浸水	曇
7 月 25 日	Sentinel-1	浸水	曇
7 月 26 日	Landsat-8	浸水	晴れ

## 3.2 後方散乱強度 (dB)の変換

SAR 画像で災害前後の後方散乱値の差分を求める際に、画像の画素値を以下の(1),(2)式より後方散乱強度( $\sigma_{0\text{ dB}}$ )を算出した。

$$\beta_{0\text{ dB}} = 10 \cdot \log_{10}(\text{DN}^2) \quad (1)$$

$$\sigma_{0\text{ dB}} = \beta_0 + 10 \cdot \log_{10}(\sin\theta_{\text{loc}}) \quad (2)$$

$\beta_0$  : Radar Brightness (明度)

DN : 画素値

$\sigma_0$  : Radar Backscatter Coefficient (後方散乱強度)

$\theta_{\text{loc}}$  : Local incidence angle (局所入射角)

## 3.3 2 時期カラー合成画像による判読

災害前後(fig.1)の画像を災害前に R, G, 災害後に B を割り当てることで 2 時期カラー合成を画像を作成した。後方散乱強度が低い範囲が浸水域となり、赤く表示され後方散乱強度が高い範囲は青く表示される。

1 日大理工 学部 土木 2 : 日大理工 教員 土木

### 3. 4 浸水域抽出のための閾値の算出

浸水域の抽出のため、(3)式より災害前後の後方散乱強度の差分画像を作成した。さらに浸水域の閾値の決定には、リュウ・ウェン (2012)<sup>3)</sup>らによる、後方散乱強度のヒストグラムの平均値( $\mu$ )と標準偏差( $\sigma$ )を用いる閾値決定手法の(4)式を適用した。なお、平均値( $\mu$ )、標準偏差( $\sigma$ )は、差分画像より算出した。浸水域は(5)式より閾値以下の領域とし、抽出した。

$$\text{Diff} = \sigma_0 \text{ dB(after)} - \sigma_0 \text{ dB(before)} \quad (3)$$

$$T = \mu - \sigma \quad (4)$$

$$D_{\text{dB}} < T \quad (5)$$

## 4. 結果

### 4. 1 2 時期カラー合成画像による判読結果

災害前後の2時期カラー合成画像(Fig.3)より、黄枠の範囲は赤く色で表示されていることから、災害前の後方散乱強度が高いことがわかる。これは浸水により後方散乱強度の低下が要因と考えられる。浸水有無の確認のため、災害前後の光学画像(Fig.2)を比較すると災害後画像において黄枠と白枠の範囲が茶色に変化していることから浸水域と判断した。また、災害後の航空写真(Fig.4)より同様の範囲が浸水していることがわかる。以上の結果、2 時期カラー合成画像では、黄枠の浸水域は判読可能であったが、白枠の範囲は判読不能であった。判読不能の領域は、薄い青色を示していることから、稲と水面で形成される2面反射による後方散乱強度の増加が関係していると考えられる。

### 4. 2 差分画像による浸水域の抽出結果

災害前後の後方散乱強度の差分画像より閾値を決定し、浸水域を抽出した(Fig.5)。2 時期カラー合成画像で判読された浸水域は正しく抽出されたが、SAR 特有のノイズと考えられる誤抽出領域も見られるため、改善の必要がある。

## 5. おわりに

本研究ではデータを常時に準リアルタイムで入手可能な災害前後に観測された Sentinel-1 衛星画像を用いて浸水域を2 時期カラー合成画像および差分画像を用いて抽出した。結果、裸地面は浸水域を判読可能であったが、水稲作付地は判読不能であった。また差分画像の閾値による浸水域の抽出結果も同様の結果となった。今後は、Sentinel-1 の豊富なアーカイブを用いて浸水域の抽出精度の検証を行う予定である。

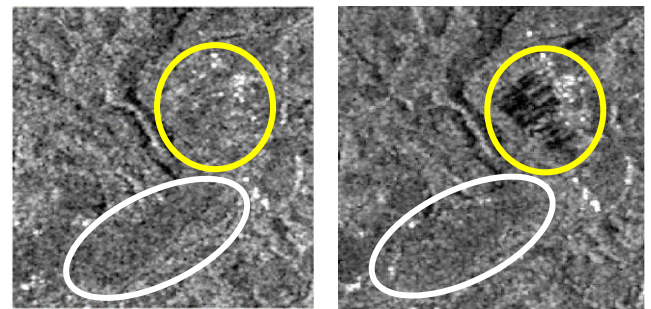


Fig.1 Sentinel-1(SAR) image Left(7/13) Right(7/25)

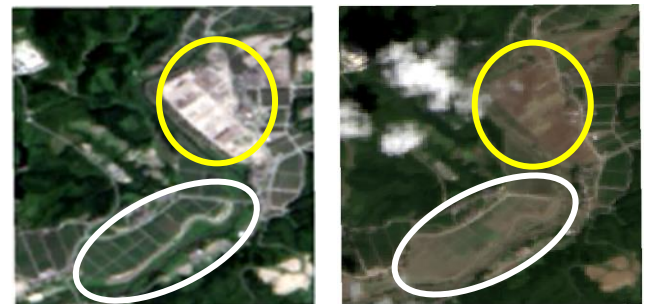


Fig. 2 Landsat-8(OPT) image Left(7/10) Right(7/26)

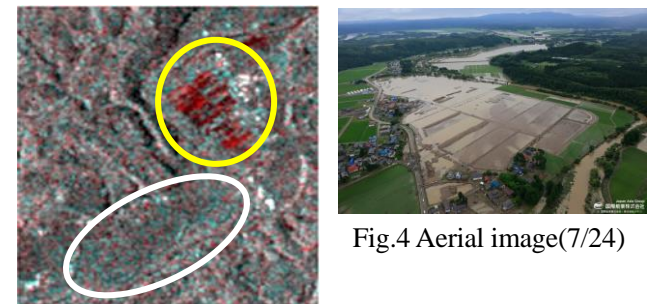


Fig.3 Composite image(R:7/13,G:7/13,B:7/25)

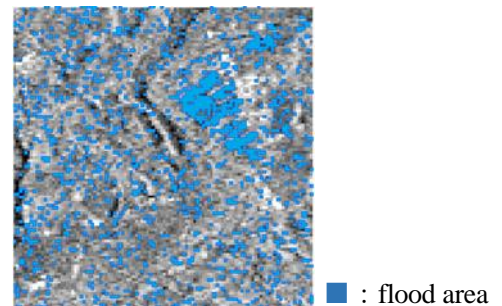


Fig.4 Aerial image(7/24)

■ : flood area

Fig.5 Differential image (after - before)

**ACKNOWLEDGEMENTS:** Sentinel-1 data courtesy of the Copernicus. LANDSAT8 date courtesy of the U.S. Geological Survey. Using aerial photography by Kokusai Kogyo CO.,LTD.

## 6. 参考文献

- 1) U.S. Geological Survey : <https://earthexplorer.usgs.gov/>
- 2) 国際航業株式会社 : 平成29年7月 秋田県豪雨災害, 7月24日撮影斜め写真 031.jpg
- 3) リュウ・ウェンら : 高解像度SARを用いた東北地方太平洋沖地震における津波湛水域と建物の抽出, 日本地震工学会論文集,第12巻,第6号,pp.13,2012.