

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

日本大学 学生会員 ○小澤 智弘
 日本大学 正会員 羽柴 秀樹
 日本大学 正会員 園部 雅史

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、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、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範囲の推定が困難であり、浸水範囲を特定するのが難しい。災害発生直後は、迅速な状況把握が求められることから、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、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観測画像を用いて、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を対象とし、浸水域の特長把握と抽出手法を検討した。

2. 研究方法

2.1 対象地域

対象範囲は、平成 29 年 7 月 22 日から 24 日かけて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秋田県大仙市協和下淀川周辺とした。

3. 解析方法

3.1 使用データ

使用する SAR 衛星画像は、観測条件が同様で被災前後に観測された Sentinel-1 衛星とした。参照用として光学衛星の Landsat-8 観測画像から得られたパンシャープン画像を用いた。加えて、災害時に撮影された国際航業株式会社の空中写真¹⁾および国交省 TEC-FORCE のドローンによる空撮動画²⁾を参照した。使用データの諸元を表 1 に示す。

なお、Sentinel-1 衛星画像の撮影時間は 7 月 13 日、7 月 25 日共に、17 時 33 分である。

キーワード：SAR 浸水 後方散乱 二回散乱

連絡先：〒101-8308 東京都千代田区神田駿河台 1-8-14 日本大学理工学部土木工学科羽柴研究室

Tel : 03-3259-0669 E-mail : hashiba3@civil.cst.nihon-u.ac.jp

表 1. 使用データ

撮影日	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	空中写真	浸水	曇
7月25日	Sentinel-1	浸水	曇
7月26日	Landsat-8	浸水	晴れ

3.2 浸水域の判読

Sentinel-1 衛星画像による浸水域の判読および抽出結果の評価のため、被災前後の Landsat-8 衛星画像と国際航業株式会社による空中写真とドローンによる空撮動画を用いて浸水域を目視により作成した。

3.3 2 時期カラー合成画像による特徴把握

被災前後に観測された Sentinel-1 衛星画像を用いて 2 時期カラー合成画像を作成した。これらと作成した浸水域を比較し、2 時期カラー合成画像の特長を把握した。

3.4 浸水域抽出のための閾値の算出

被災前後に観測された Sentinel-1 衛星画像を用いて後方散乱強度(σ_0 dB)へ変換後に差分画像を作成した。さらにスペックルノイズの除去のため Lee フィルターを用いた。なお、ウィンドウサイズは 5×5 とした。これらから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)³⁾らによる、後方散乱強度のヒストグラムの平均値(μ)と標準偏差(σ)を用いる閾値決定手法の(4)式を採用した。なお、平均値(μ)、標準偏差(σ)は、差分画像より算出した。浸水域範囲は(5)式より閾値以下の範囲とし、抽出した。

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

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

$$\text{DdB} \leq T \quad (5)$$

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(図,1)より、後方散

乱強度が災害後>災害前であると薄い青色，災害前>災害後であると赤色を示す．黄枠で囲われた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Landsat8画像(図2.3)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，災害後の空中写真(図4.5)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，黄枠の浸水範囲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，水稻作付地の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推察される．

4.2 差分画像による浸水域の抽出結果と精度への影響の評価

後方散乱強度の差分画像解析による浸水域の抽出結果を図.6に示す．Landsat8画像および空中写真判読による浸水域は65.4haに対し，差分画像解析による抽出面積は20.0haであり，画像全体のプロデューサー精度は30%であった．プロデューサー精度は，実際の浸水域のうち正しく抽出できた割合を示す．

このように低い精度が示された理由を考察するために図1，図2，図6中に示される黄枠内の裸地面上の浸水域と，白枠内の水稻作付地上での浸水域でそれぞれ分けてのプロデューサー精度を比較すると，裸地面上の浸水域の抽出結果のプロデューサー精度は57.0%，水稻作付地上での浸水域の抽出結果のプロデューサー精度は，6.03%であった．このような異なる土地被覆上での浸水域の抽出結果が大きく異なる原因として，水稻作付地での浸水の場合は，二面反射による後方散乱強度の増加のため，抽出精度が低い結果となったことが考察された．また，裸地面上での浸水域の抽出精度が60%前後に留まった原因としては，浸水域を目視判読で調査したLandsat8画像および空中写真のそれぞれの撮影日から約2日経過した後にSAR衛星画像が観測されており，この期間に浸水が徐々に排水もしくは土中に浸透した結果，水面としての特性域が減少したため，SAR衛星画像による抽出精度が低下したと考えられる．しかしながら，SAR衛星の2時期のカラー合成画像の判読によって浸水域と判断された領域については，差分画像処理からもほぼ抽出されている傾向を確認することができた．このことから，浸水域の抽出精度を評価する場合に，評価基準データの作成方法をより検討する必要があることが考察された．

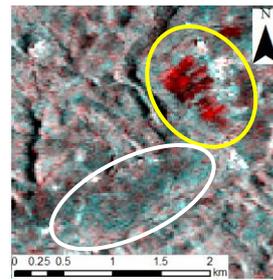


図.1 2時期カラー合成画像



図.2 浸水前の landsat-8 画像 (7/13)

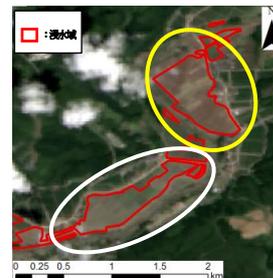


図.3 浸水後の landsat-8 画像 (7/26)



図.4 浸水状況 (空中写真)



図.5 浸水状況 (空中写真)

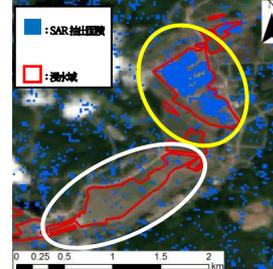


図.6 SAR 差分解析による浸水域抽出画像

5. まとめと今後の展開

本研究では，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．その結果，裸地面上の浸水域を判読可能であったが，水稻作付地は判読が困難であった．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，差分解析結果の精度評価のための基準データのより適切な作成方法について検討を加える予定である．

ACKNOWLEDGEMENTS : Sentinel-1 data courtesy of the Copernicus. Landsat-8/OLI image available from the U. S. Geological Survey. Using aerial photography were observed by Kokusai Kogyo

参考文献

- [1] 国際航業株式会社 平成29年7月 秋田県豪雨災害 航空写真
http://www.kkc.co.jp/service/bousai/csr/disaster/201707_akita/index.html(閲覧日:2017/11/27)
- [2] 国交省 TEC-FORCE によるドローン映像
https://www.youtube.com/watch?v=mtcdlWUiq_k
(閲覧日:2017/12/23)
- [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」日本震工学会論文集，第12巻，第6号，pp. 13, 2012