

Sentinel-1 SAR データを用いた浸水域抽出

広島工業大学 正会員 ○小西 智久, 菅 雄三
 広島工業大学 非会員 伊藤 征嗣, 小黒 剛成

1. 目的

令和元年台風第 19 号は 10 月 12 日に日本に上陸し、関東地方を中心に甲信地方から東北地方にかけて記録的な大雨となり、多くの浸水被害をもたらした。我々の研究グループでは、JAXA との大規模災害衛星画像解析支援チームの活動を通して、災害前後の衛星データを用いたカラー合成画像を作成して、情報提供を行った。しかし、限られた時間内で浸水域抽出を行なうことは困難であった。そこで、本研究の目的は SAR データから短時間で浸水域抽出を行う手法を開発することである。

2. 対象地域および使用データ

対象地域は、福島県須賀川市を中心とする約 112×81 km の範囲である。この地域は国土地理院により浸水推定段彩図および浸水範囲の輪郭線データが公開されている。

解析には、表 1 に示す 2019 年 10 月 6 日と 10 月 12 日の Sentinel-1 SAR データを使用した。そのカラー合成画像を図 1 に示す。解析処理には、ESA が無償公開している SNAP ver. 7.0 を使用した。

3. 方法

Sentinel-1 データの前処理として、まずマルチルック処理とキャリブレーションを行った。続いて、5×5 サイズの Gamma Map フィルタ処理を行い、スペクトルノイズの低減を図った。そして、SRTM DEM を用いて地形補正を行った。最後に災害前のデータを基準として位置合わせ(coregistration)を行った。

表 1 使用データ

名称	詳細
衛星 センサ	Sentine-1 SAR
観測日	2019 年 10 月 6 日 2019 年 10 月 12 日
観測モード	IW
偏波	VV/VH
解像度	5 m × 20 m

キーワード 偏波, 大津の二値化法, 後方散乱係数

連絡先 〒731-5193 広島県広島市佐伯区三宅 2-1-1 広島工業大学 TEL 082-921-7421

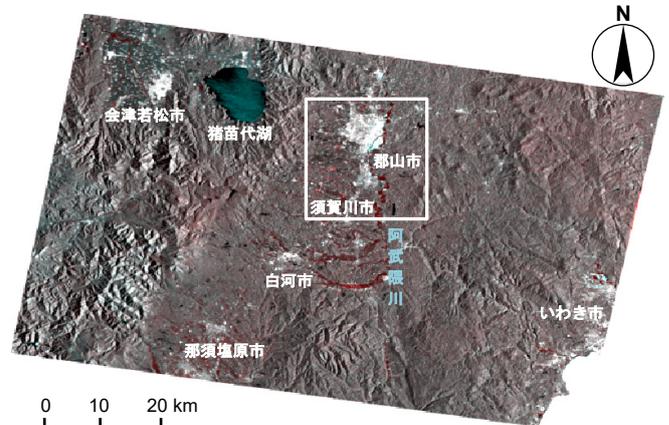


図 1 Sentinel-1VV 偏波画像(R: 10/6, G & B: 10/12)

分析方法としては、まず浸水域(水田, 市街地)と非浸水域(森林, 市街地)を選択して後方散乱係数の変化を確認した。それぞれ、3×3 の小領域を 3 箇所選定し、その平均値を算出した。

続いて、浸水域抽出を行った。Bovololo ら¹⁾の手法を参考に浸水前後の比画像を小領域に分割して、それぞれの標準偏差を参考に変化の含まれる小領域を選定して、最適な閾値を決定した。まず、比画像については dB 単位の画像を使用していることから災害前後の差を求めて作成した。次に、小領域の分割は 256×256 画素ごとに行い、合計 294 枚の画像を作成した。これら小領域画像の標準偏差を算出して、標準偏差が大きい画像には浸水域が含まれていると仮定した。そして、標準偏差が上位 6 番目までの画像を閾値算出用の画像に選定した。浸水域と非浸水域を分ける閾値は大津の二値化法²⁾を用いて決定した。これら 6 つの閾値の平均値を算出して対象地域全域の閾値とした。

4. 結果および考察

災害前後の浸水域と非浸水域における VV 偏波と VH 偏波の後方散乱係数を表 2 に示す。VV 偏波の浸水域(水田)では浸水前から浸水時に後方散乱係数が -8.4 から -14.1dB へ低下し、浸水域(市街地)では -4.7

表 2 浸水域と非浸水域における後方散乱係数

領域	偏波	後方散乱係数 (dB)	
		浸水前	浸水時
		10月6日	10月12日
浸水域 (水田)	VV	-8.4 ±0.3	-14.1 ±2.0
	VH	-13.9 ±0.4	-23.3 ±1.5
浸水域 (市街地)	VV	-4.7 ±1.4	0.2 ±1.5
	VH	-10.7 ±3.9	-7.0 ±7.1
非浸水域 (森林)	VV	-8.5 ±0.3	-8.5 ±0.3
	VH	-14.7 ±0.8	-14.4 ±0.7
非浸水域 (市街地)	VV	-3.6 ±2.0	-3.3 ±1.8
	VH	-12.3 ±2.0	-11.8 ±2.0

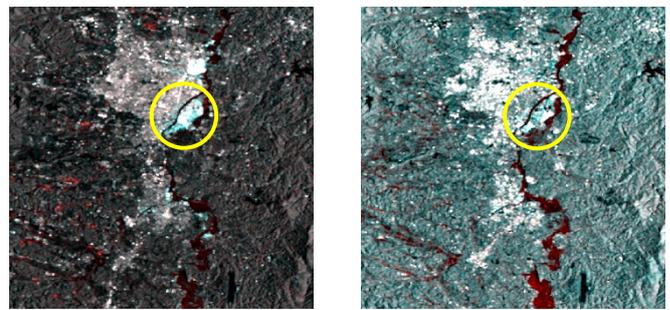
から 0.2dB へ上昇した。非浸水域(森林, 市街地)ではほとんど変化がなかった。VH 偏波の浸水域(水田)では -13.9 から -23.3dB へ低下し, 浸水域(市街地)では -10.7 から -7.0dB へ上昇した。非浸水域(森林, 市街地)では VV 偏波と同様にほとんど変化がなかった。一般的に, 水田や裸地において浸水が発生すると表面が滑らかとなり後方散乱が低下する。反対に, 市街地では水面と建物との多重散乱により後方散乱が上昇することが多く, 本報告の結果と整合している。

浸水域抽出では, 標準偏差の大きい小領域の閾値を算出して画像全域の閾値を決定した。閾値は, 災害前後の比画像に対して VV 偏波では 1.444 dB, VH 偏波では 2.722 dB であった。これらの閾値は災害前後で後方散乱係数が低下した領域を抽出するように選定された。そのため, 式(1)のように閾値よりも上昇した領域についても浸水域として抽出を行った。

$$\chi_{LR} > T_g \text{ OR } \chi_{LR} < -T_g \quad (1)$$

ここで, χ_{LR} は災害前後の後方散乱係数の比, T_g は画像全域の閾値である。

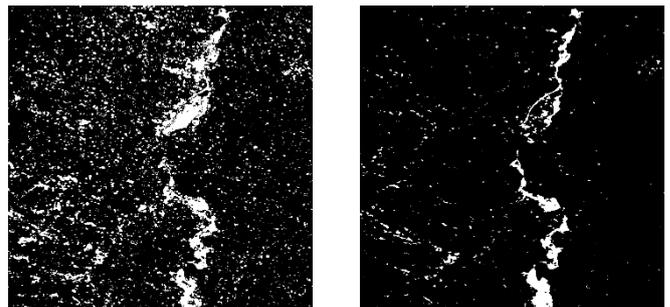
図 4 は図 1 の白枠内を拡大した Sentinel-1 画像である。図 5 は図 4 と同じ領域の浸水域抽出画像である。(a), (b)の浸水域抽出画像はノイズが多いため 3×3 サイズの膨張および縮小処理により(c), (d)のようにノイズを低減した。VV 偏波では画像全域において非浸水域の水田や森林にノイズ状の誤抽出が見られた。VH 偏波では水田の浸水域が明瞭に抽出できた。一方, 図 4, 5 の丸枠内の市街地における浸水域は VH 偏波では抽出されていないが, VV 偏波では抽出されている。今回の結果からは, VV 偏波は市街地, VH 偏波は市街地以外の領域の浸水域領域に有効であった。



(a) VV 偏波

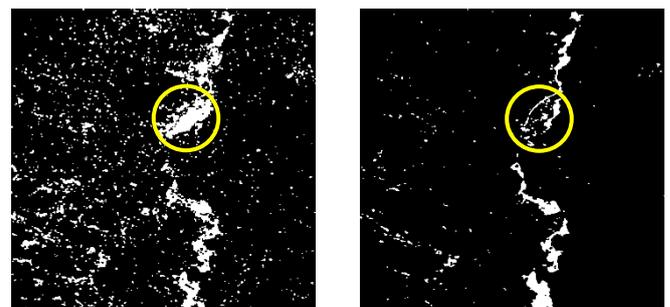
(b) VH 偏波

図 4 Sentinel-1 拡大画像



(a) 浸水域抽出(VV)

(b) 浸水域抽出(VH)



(c) 膨張・収縮処理(VV)

(d) 膨張・収縮処理(VH)

図 5 浸水域抽出画像(白色: 浸水域)

5. まとめ

本報告では, Sentinel-1 SAR データを用いた浸水域抽出について検討した。災害前後の比画像を小領域に分割して閾値を決定する手法を用いて浸水域を抽出した。今回は定性的な評価であるため, 今後は定量的な評価が必要である。また, 前処理から本手法を一貫して実行できるシステムの構築が必要である。

参考文献

- 1) Bovolo F. and Bruzzone L. : A Split-Based Approach to Unsupervised Change Detection in Large-Size Multitemporal Images : Application to Tsunami-Damage Assessment, IEEE Trans. Geosci. Remote Sens., 45(6), pp. 1658-1670, 2007.
- 2) Otsu N. : A Threshold Selection Method from Gray-Level Histograms, IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics, 9, pp. 62-66, 1979.