

衛星 SAR 画像を用いた画像差分算出による新しい河道変状抽出アルゴリズムの試行

中央大学 学生会員 ○河野 拓歩

中央大学 正会員 手計 太一, 小山 直紀, 松浦 拓哉

NEC ネットエスアイ株式会社 非会員 守屋 俊海, 古川 悠久子

1. はじめに

2033 年には約 6 割の日本の河川管理施設が建設後 50 年を越えるの見込まれている¹⁾。一級河川、二級河川の合計河川延長は約 12 万 km あり、この広範な区間を対象として主に目視による河道状況の点検作業が行われている。将来の社会情勢を鑑みると、点検の効率化、省人化は喫緊の課題である。

広範な空間情報を得られる衛星データの一つである衛星 SAR は、昼夜天候関係なく観測可能なことや、水面等の平滑な表面において後方散乱強度が減少するという特徴を持つ。

本研究では、衛星 SAR を用いることで河道点検を効率的、省人的に行うことを目的に、衛星 SAR の画像差分算出から河道内変状を把握するアルゴリズムを提案する。

2. 方法

(1) 対象河川

本研究では、岐阜県、富山県を流れる幹川流路延長約 120km、流域面積 2,720km² である一級河川の神通川を対象河川とした(図 1)。

(2) 使用するデータ

使用する SAR 画像は、NEC が運用している X バンド SAR 衛星である、ASNARO-2 が撮像した Strip Map 画像とした。分解能は 2m、偏波は HH である。河道変状抽出で使用する SAR 画像には、異なる日時に同一箇所を撮像したものを選出した。

精度検証のため、目視による河道の識別が可能である UAV データを Ground Truth (GT) として使用した。

(3) データの撮像時刻の違いと水位差

SAR 画像と UAV データの撮像時刻は異なっており、Before 画像(b)における撮像時刻のずれは約 29 時間、After 画像(a)における撮像時刻のずれは約 9 時間となっている。しかし、図 2 の通り、b の各撮像時刻に

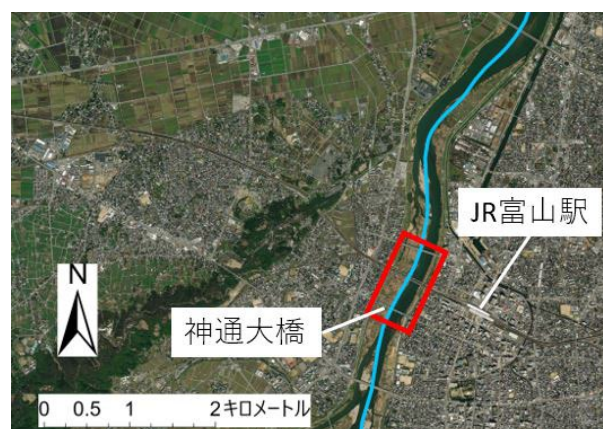


図 1 対象河川（青線）と対象領域（赤枠）

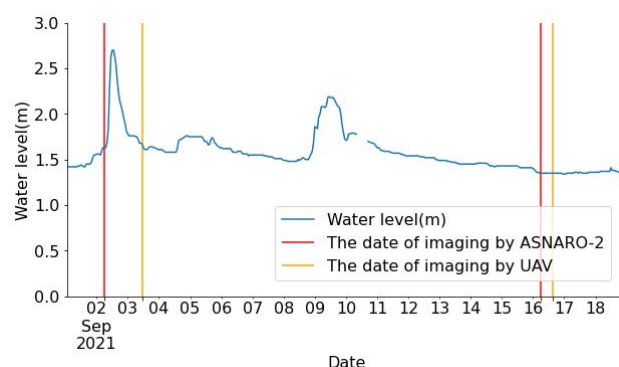


図 2 対象期間の神通大橋水位観測所における水位変化

おける水位差は 0.04m、a の水位差は 0.0m であり、水位に大きな差が無いため、比較対象として妥当である。

(4) 河道変状抽出方法

河道変状抽出は次の手順で行った。①前処理、②二時期における各画像の画素ごとの差分を算出、③閾値処理により変状箇所を抽出。

①では、スペckルノイズ低減のためフィルタリング処理と 16bit から 8bit へのダウンスケーリング(DS)を行った。スペckルノイズ低減では、Lee²⁾と Frost³⁾の 2 種類のフィルタリング処理の比較を行った。DS では、正規化処理と対数変換処理を比較した。

②、③では、a-b の画像差分により正負両方向への変化が算出可能だが、SAR の特徴より以下の解釈が可能

キーワード 維持管理, SAR, 河道

連絡先 〒112-8551 東京都文京区春日 1-13-27 TEL : 03-3817-1805 E-mail : tkohno.chuo@gmail.com

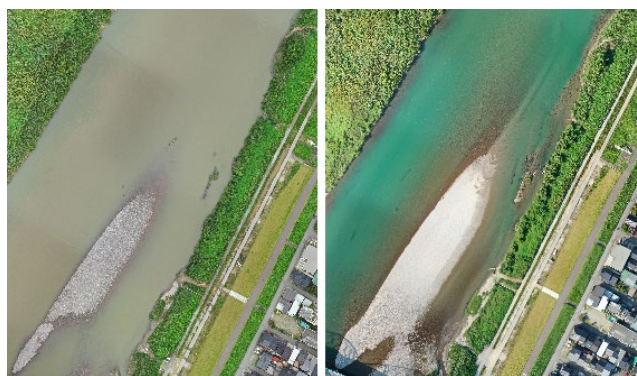


図3 GTとして使用した UAV データ

(左：2021 年 9 月 3 日 11 時 00 分撮像，右：2021 年 9 月 16 日 15 時 00 分撮像)

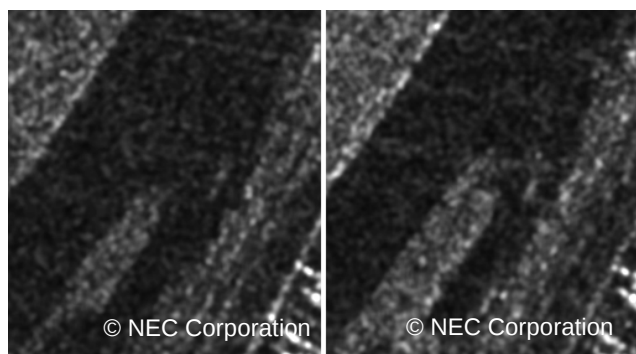


図4 変状抽出に使用した SAR 画像

(左：2021 年 9 月 2 日 5 時 45 分撮像，右：2021 年 9 月 16 日 5 時 45 分撮像)

である。正の変化：水域から非水域に変化，負の変化：非水域から水域に変化。閾値の決定には大津⁴⁾の手法を用いた。

(5) 精度検証方法

GT である UAV データ (図3) から水域を 1, 非水域を 0 とした目視識別による二値画像を作成し，その画像を用いて二時期における各画像の画素ごとの差分を算出した。SAR 画像，UAV データの各差分結果を比較し，ユーザ精度 (UA)，プロデューサ精度 (PA)，総合精度 (OA) を用いて精度検証を行った。

3. 結果

最も変状抽出の精度が高くなった前処理方法は，SAR 画像に対して Frost フィルタリング処理，正規化を行ったもの (図4) であった。図5 は変状抽出結果である。変状抽出結果の精度は OA が 87.5%，正の変化において UA が 56.1%，PA が 45.6% という結果が得られた。

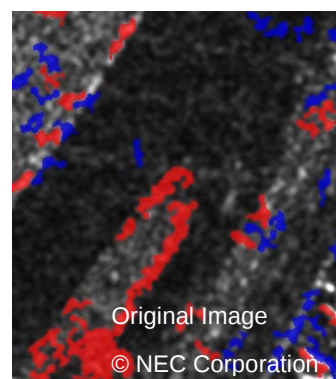


図5 変状抽出結果を図3の右の画像に重ねた画像

〔赤：正の変化（水域から非水域に変化）
青：負の変化（非水域から水域に変化）〕

4. まとめ

本研究では，SAR 画像を用いた画像差分算出による河道変状抽出を検討した。SAR 画像に対して Frost フィルタリング処理，正規化を行い，変状抽出，精度検証を行ったところ，OA が 87.5%，正の変化において UA が 56.1%，PA が 45.6% という結果が得られた。以上より，SAR 画像を用いた河道変状抽出は十分実用可能だと考える。このアルゴリズムを実用することで，これまで目視で行われていた河道状況の点検作業を効率的，省人的に行うことが可能となる。

参考文献

- 1) 国土交通省，インフラメンテナンス情報，社会資本の老朽化の現状と将来：

https://www.mlit.go.jp/sogoseisaku/maintenance/02research/02_01.html (2021 年 12 月 27 日閲覧)

- 2) Lee, J. S. : Speckle analysis and smoothing of synthetic aperture radar images, Computer graphics and image processing, Vol.17, pp.24-32, 1981.

- 3) Frost, V. S., Stiles, J. A., Shanmugan, K. S. and Holtzman, J. C. : A model for radar images and its application to adaptive digital filtering of multiplicative noise, IEEE Trans. Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.4, No.2, pp.157-166, 1982.

- 4) 大津展之：判別および最小 2 乗規準に基づく自動しきい値選定法，電子学会論文誌. D, Vol.63, No.4, pp.349-356, 1980.