

## 衛星画像を用いた橋りょう付近の環境変化抽出手法の検討

東日本旅客鉄道株式会社 正会員 ○米原 慎  
東日本旅客鉄道株式会社 正会員 藤江 幸人

### 1. 背景と目的

2015年9月の関東東北豪雨や2019年の台風19号に伴い発生した洗掘災害は、いずれも河川のみお筋変化により高水敷の橋脚まわりが浸食されたことが一因と想定される(図1)。同様の災害防止のためには河川の環境変化をタイムリーに捉え健全度を確認する必要があるといえる。目視確認や河床調査といった既存の手法により点検頻度を増やすことはコスト面で難しいが、広範囲・高頻度・遠隔で観測を行える衛星画像を利用することで、詳細に確認すべき箇所を絞り込める可能性がある。

本研究では、洗掘のおそれがある河川橋りょうの効果的な監視体制を構築することを目的とする。具体的には、①衛星画像による水域抽出および検証、②環境変化を考慮した維持管理手法の検討を実施する。

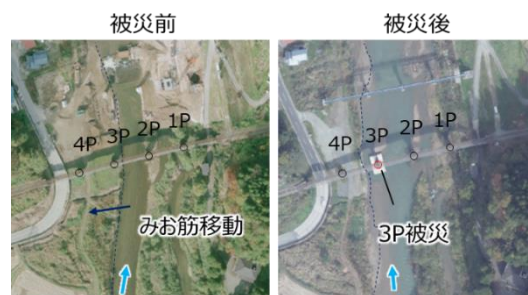


図1 みお筋変化による被災例(航空写真)

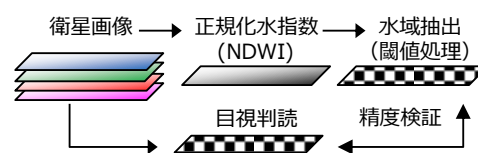


図2 衛星画像解析フロー

### 2. 手法およびデータ

#### 2. 1 衛星データの選定

衛星画像として利用可能なセンサとして主に光学センサおよびマイクロ波センサがあり、前者は解析が容易であるが、昼夜や天候の影響を受ける一方で、後者は解釈が難しいが時間帯・天候の影響を受けない利点がある。本研究では、比較的安価でかつ解析の容易な光学センサについて検討することとした。また、光学センサの中でも多様なデータが利用可能であるが、必要な解像度を決定するべくみお筋(=水域)の抽出を試行したところ、河川を検出するためには相応の解像度が必要なが分かったため、今回は空間解像度1.5mを有するSPOT-6&7衛星(AIRBUS社)を採用することとした。

#### 2. 2 水域抽出手法の検証

取得した衛星画像から水域を目視判読するのは相当な労力を要するため、図2のフローに示すとおり、正規化水指標(NDWI)を用いた自動抽出を検討した。NDWIは-1から1の値をとり、1に近いほど表面が滞水状態にあると判断できるが、閾値の設定により結果が大きく左右される。閾値の設定手法として、手動設定、大津の2値化手法をはじめとした自動設定があるが、今回は簡易的に閾値を0に固定して解析した。同時に、目視で判読により検証用データを作成し、解析結果と重ね合わせて適合率等を算出した。過去に災害を受けたA橋りょう周辺(図1と同一)で2015年に撮影されたデータを例として検証したところ、適合率90%を有することが確認されたため、他の箇所でも同一の閾値を採用することとした。

### 3. 水域抽出結果の実例

前項の手法により、洗掘のおそれのある橋りょう群を有する路線0線の一部区間を対象に、過去2時期における水域抽出と差解析を行った。解析時期はデータのある範囲で最新、最古である2015年および2020年と

キーワード 維持管理, 洗掘, 衛星画像, リモートセンシング, 河川橋りょう, モニタリング

連絡先 〒980-0021 宮城県仙台市青葉区中央四丁目2番27号510ビルディング6階 TEL 022-266-9636

した。図3にみお筋の変化傾向が確認された一例を示す。橋りょう部でみお筋が12m北側（終点方）に移動していることが確認できたが、河床測量結果と概ね一致しており、現地では比較的新鮮な浸食面が確認された。広域的な視点では、橋りょうの上流部で左岸側流路の閉塞傾向、下流部では砂州およびみお筋の移動が観察される。変化の想定メカニズムとして、上流部において本流の流れが増し、河川がカーブする橋りょう部で右岸の河岸浸食、さらに下流部の左岸が浸食され流れが移ったことが想定される。測量結果上、橋脚の根入れに変化はなかったが、浸食傾向が続くことが想定されるため継続監視が必要と判断できる。

#### 4. 環境変化を考慮した維持管理手法の検討

衛星画像の解析により橋りょう付近の環境変化を大まかに把握できることは前項で示したが、実務上必要な定量的指標について検討する。橋脚に対するみお筋位置を把握するという目的を鑑みると、線路方向に対するみお筋の移動幅を計測することが有効と考えられる（図4）。例として、0線の12橋を対象に水域が出現または消失した距離を集計した結果を図5に示す。「水域出現」が大きい場合は詳細に確認すべき箇所として絞り込むことができる。結果として、2時期で河川の水位が異なるため見かけ上の変化が大きく表れたことや、一部の小規模な橋りょうでは横断する河川も狭隘なため水域自体がうまく抽出されない課題も生じた。

注意すべき移動幅の閾値としては、前回の観測時からの変化が顕著な場合や、橋脚の推定局所洗掘範囲へみお筋が到達した場合を目安にできると考えられる。現状実施している水位計の観測値に応じた随時検査のほか、年1回出水期後に衛星観測を行うことで、橋りょう付近の河川環境変化を抜け漏れなく把握できると考えられる。現地確認の結果、修繕が必要な場合は渇水期に対策工事を実施することが有効である。

#### 5. まとめ

本研究では光学衛星から得られる画像から水面を抽出することで、みお筋監視に適用できることを示した。環境変化をタイムリーかつ広域的に把握することで、洗掘災害の未然防止に繋がるといえる。抽出手法は機械学習等を活用して深度化する余地がある。また、今回は長期的観測を想定して検討を行ったが、災害後の緊急対応の用途としては、合成開口レーダ（SAR衛星）の活用も別途検討したい。



図3 水域の二時期変化抽出例（0線N橋りょう）

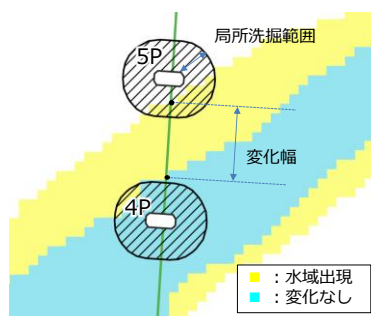


図4 拡大図（0線N橋りょう）

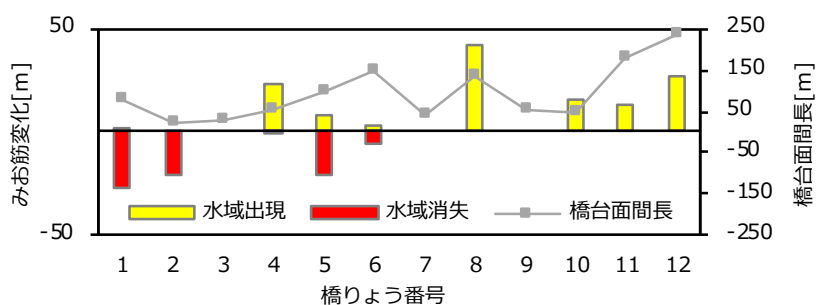


図5 水域抽出結果一覧（0線）