

重信川堤防の陥没箇所の衛星 SAR による動態観測

河川堤防, 陥没, 動態観測

愛媛大学 学生会員 ○今村衛 非会員 山中大智
正会員 岡村未対

1. 目的

重信川では近年, 複数箇所において堤体内部の空洞に起因する陥没が発生しており¹⁾, 2017 年 9 月には右岸 2.4k の堤内側小段において, 図 1 に示す直径 20cm 深さ 1.2m の比較的大きな陥没孔が発生した²⁾。このような陥没は, 堤体内部の空洞によって引き起こされるので, 堤防の止水機能にとって危惧すべき事象であり事前に発見することが望ましいが, 現実的には容易ではない。

堤体内部に空洞や緩みが発生すれば, 内部の応力状態が変化し堤体は変形するはずである。すなわち, 内部の状態変化や不安定化に応じた特有の変形パターンが堤体表面に現れるはずである。これまで計測されていない小さなレベルの表面変位を知ることによって, 堤体の状態評価に結びつく可能性があるものと考えられる。近年, 様々な測定・解析技術が急速に発展しており, その中でも衛星干渉 SAR は蓄積された衛星データを用い過去にさかのぼって地盤高さの変化を解析することができる。そこで本研究では堤体表面の詳細な沈下量分布が, 堤体内部空洞の有無の判別に繋がる可能性を調べることを目的とし, JAXA の ALOS-2 で取得された SAR の複数の衛星データを用いた時系列解析により, 陥没箇所周辺の堤体表面の長期間の変位傾向を調べた。

2. 調査方法

調査対象は, 図 2 に示す重信川右岸 2.4k 堤内側小段に発生した陥没と, 図 3 に示す重信川右岸 15.8k 天端に発生した陥没である。2つの陥没箇所の陥没発生時期などを表 1 に示す。本研究では, 陸域観測衛星だいち 2 号の L バンド合成開口レーダーで 2014 年 9 月から 2018 年 7 月までの間の 11 時点で取得されたデータを JAXA の衛星干渉 SAR 解析ツールの経年変化解析を用いて解析した。経年変化解析は観測データの画像解析を行い, 解析結果の干渉画像を編集して, 地表面の長期間の変位傾向を検出した。解析結果の出力時の設定として干渉性 (コヒーレンス) の閾値を -0.7 から -1.0 の範囲で変化させることにより出力させるデータの信頼度を設定することが出来る。ALOS-2 SAR 画像は, 約 3m の空間分解能を持ち, 画像内の 1 ピクセルに相当する。SAR データは観測条件などにより様々な誤差が含まれるた



図 1 小段上の陥没孔 (2017/9 松山河川国道事務所)



図 2 重信川右岸 2.4k 地点の陥没箇所



図 3 重信川右岸 15.8k 地点の陥没箇所

表 1 陥没箇所の概要

場所	陥没発生箇所	陥没孔規模
重信川右岸 2.4k	堤内側小段	直径 15cm 深さ 1.2m
重信川右岸 15.8k	堤防天端	直径 60cm 深さ 10cm

め、一般的には高さの変化について数 cm 程度の精度になる。今回の調査では、陥没が発生した地点の、堤防の縦断方向約 400m、横断方向は両端の法尻から法尻までを解析範囲に設定した。精度の高いデータを利用するために、出力の閾値は陥没箇所のデータがある程度以上残る範囲内で最も低い値（高い信頼度が得られる値であり、重信川 R2.4k では-0.98, 重信川 R15.8k では-0.85）に設定した。

3. 調査結果

対象地点の解析結果を図 4, 6 に示す。図の色はその地点における 2014/9 から約 4 年間の平均年間沈下量（ただし沈下が負）(cm/年)を表している。

(1) 重信川右岸 2.4k 地点

図 4 より、陥没箇所周辺のみが沈下傾向であることが分かる。陥没から離れた地点(a)と陥没地点(b)での、経時変化を図 5 に示す。陥没箇所から離れた地点では約 4 年間の変動量がほぼゼロとなっているのに対し、陥没箇所周辺では堤体表面が 4 年間以上に亘って継続的に沈下していることがわかる。

(2) 重信川右岸 15.8k 地点

図 6 より、右岸 15.8k の陥没地点においても陥没地点が沈下傾向であることが分かる。図 7 に陥没地点の経時変化を示す。陥没が発生したおよそ 2 年前から堤体表面が継続して沈下していたことがわかる。

4. 結論

本研究では、堤体表面の詳細な沈下量分布が、堤体内部空洞の有無の判別に繋がる可能性を検討した。ALOS-2 による衛星 SAR を用い、重信川と石手川に発生した 2 つの陥没箇所周辺の長期動態観測を行った。それにより、陥没が生じた箇所では 2 年以上前から沈下が継続的に生じていたことがわかり、堤体表面の動態観測は、堤体内部空洞の早期発見の有力な手掛かりになる可能性があることがわかった。

謝辞

本研究では、JAXA より提供された SAR 衛星解析ツールと ALOS-2 データを用いた。

参考文献

- 1) 松山河川国道事務所(2018)：重信川堤防詳細委員会資料
- 2) 山中, 岡村(2018)：陥没孔周辺の堤体表面の動態観測, 第 6 回河川堤防技術シンポジウム

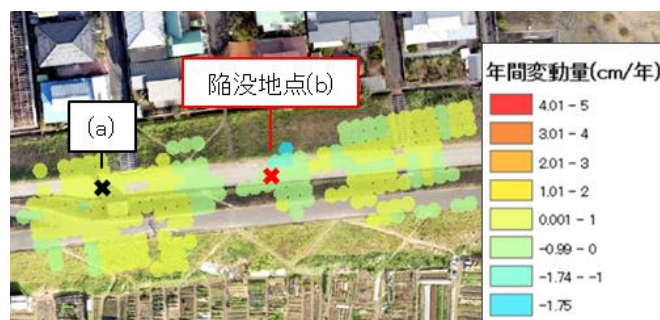


図 4 重信川右岸 2.4k 解析結果

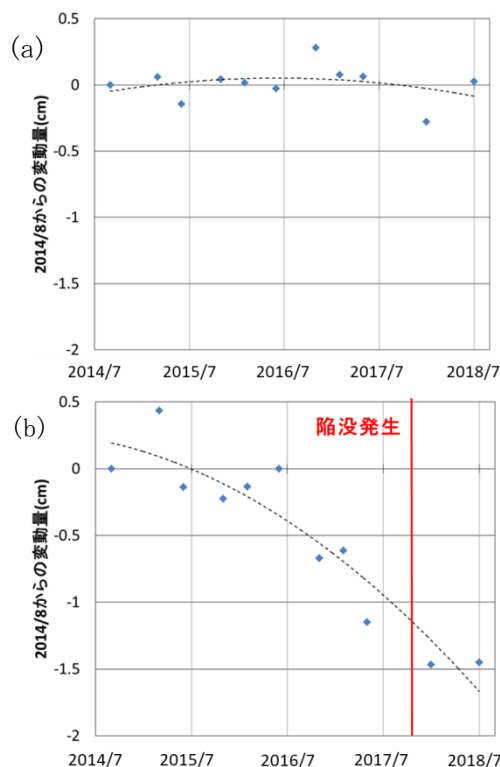


図 5 2014/8 からの変動量と観測時期の関係(右岸 2.4k)

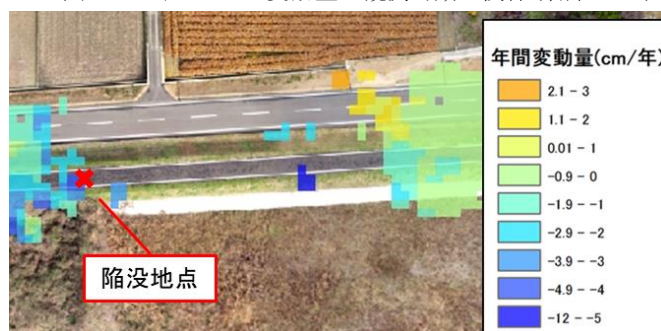


図 6 重信川右岸 15.8k 解析結果

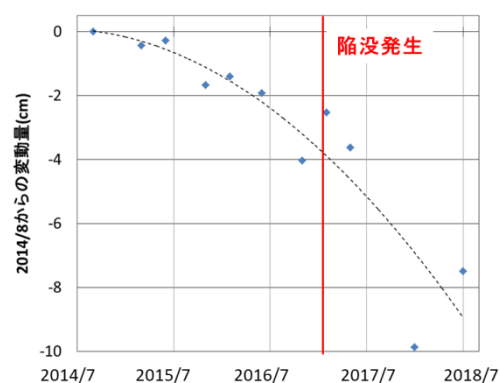


図 7 2014/8 からの変動量と観測時期の関係(右岸 15.8k)