

由良川河口地形の動態と UAV 写真測量の適用

株式会社ウエスコ 非会員 ○小村未緒

鳥取大学大学院 正会員 和田孝志, 三輪 浩

舞鶴工業高等専門学校 正会員 加登文学

明石工業高等専門学校 正会員 神田佳一

1. はじめに 京都北部を流れる由良川の河口砂州は、2004年の台風23号以来右岸側のみとなり、開口部が左岸側に偏奇するようになった。河口砂州は出水期に河川の流れを阻害し、その周辺および上流において水位上昇を引き起こす特性を持っており、かつ砂州が偏奇していることにより付近の海岸施設に影響を及ぼす可能性もある。この対応策を検討するため、GPSによる河口地形の動態観測が継続的に実施されてきた¹⁾。一方、近年UAVによる撮影写真を用いた方法の開発が進められており、観測に要する時間やコストの削減につながるとして期待されている。本研究では、由良川の河口砂州の動態と影響要因を調査するとともに、河口砂州に隣接する神崎浜に対してUAVを用いた座標変換による砂州汀線の解析手法について検討している。

2. 現地観測の概要 GPS観測機材はソキア製のSeries GRXIを用いた。2018年4月以降の測量結果を図-1に示す。これより、7月に大幅に砂州が侵食されたことが分かる。図-2に2017年1月以降の砂州面積²⁾と由良川流量³⁾(福知山地点)、図-3に有義波高⁴⁾(経ヶ岬)を示す。これらより、図-1の2018年7月の侵食は3700 m³/s規模の出水によるものであることが分かる。なお、波高が大きい冬季波浪の影響については、現時点で明確な特徴は確認できていない。今後も測量は継続し、砂州形状の推移と出水、波浪の関係を追跡する予定である。

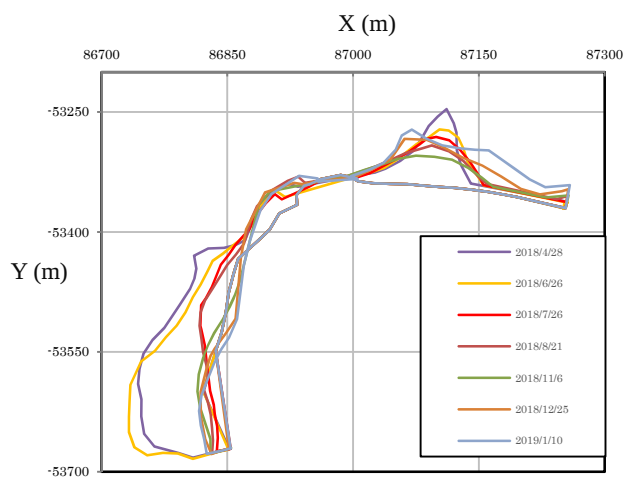
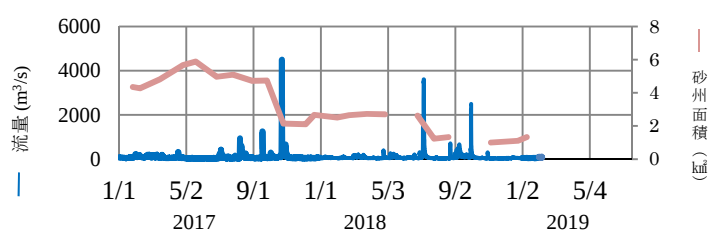
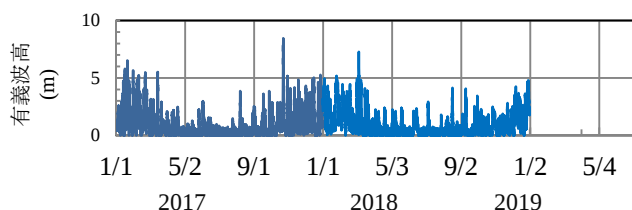


図-1 由良川河口砂州の動態 (2018/04~2019/01)

図-2 砂州面積²⁾と流量³⁾図-3 有義波高⁴⁾

3. UAVによる写真画像に基づく砂州および海浜測量とGPS測量との比較 UAVを用いた測量手順は以下のとおりである。(1) GPS測量とUAV測量に共通の固定点を複数設定し、それらの平面直角座標を取得する。(2) UAVによる由良川河口砂州および神崎浜の写真撮影を実施する。UAVによる撮影は2018年4月から2019年1月にかけて、9回(9月, 10月, 12月を除く)行った。ただし、7月までは由良川河口部のみである。(3) UAVにより撮影された画像を繋ぎ合わせて測量範囲の合成画像を作成し、Simple Digitizer⁵⁾を用いて画像上の座標系における(1)で設定した固定点座標と汀線の座標を取得する。(4) GPS測量による固定点の座標と合成画像から得られた固定点の座標から座標変換係数(アフィン変換係数)を求め、画像中の汀線をアフィン変換して平面直角座標の値を得る。これをUAV測量結果とし、GPS測量結果と比較した。図-4に由良川河口部の比較、図-5に神崎浜の比較を示す。

キーワード 河口砂州, GPS 測量, UAV 測量

連絡先 〒680-8552 鳥取県鳥取市湖山町南4丁目101 鳥取大学工学部社会システム土木系学科 水工学研究室
TEL 0857-31-5284

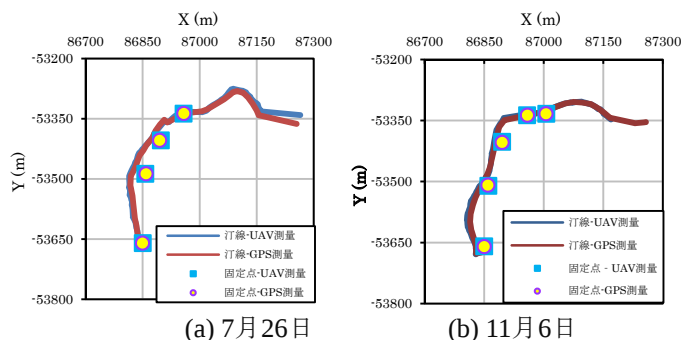


図-4 GPS測量とUAV測量の比較（由良川河口）

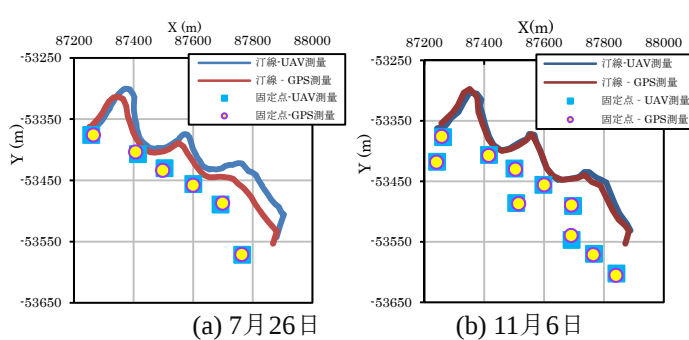


図-5 GPS測量とUAV測量の比較（神崎浜）

4. UAV測量結果の評価 UAV測量結果は、汀線の再現性、誤差のばらつきおよび面積の比較によって評価した。汀線の再現性については、図-4(b)に示されるように、由良川河口部のUAV測量結果の再現性が高い結果が得られた。一方で、図-4(a)に示されるように由良川河口部東側において再現性が低い結果も得られている。これは河口部東側に固定点が少ないためであり、河口部東側における固定点を増加させて変換を行った図-4(b)の方が再現性の高い結果となった。神崎浜に関しては、図-5(a)に示されるように再現性が低いものが得られた。これは、固定点が直線的に設定されているため、固定点を結ぶ直線に直角な方向の変換には大きな誤差が生じると考えられた。図示はしていないが、空間的なばらつきのある固定点を採用した8月の測量では再現性の改善が見られた。しかし、図-5(b)に示すように、固定点をさらに増加させた11月の測量では部分的に再現性の低い箇所が見られた。このように、固定点の平面的な分散は変換精度を向上させるものの定量的な判断基準は不明であり、今後の課題となっている。

誤差のばらつきの検討方法は、GPS測量による汀線座標に最も近いUAV画像より算定した汀線座標を抽出し、UAV測量結果とGPS測量結果の座標値の差を Δx - Δy 座標に図示してその空間分布を把握するものである。由良川河口部の結果を図-6(a)に、神崎浜の結果を図-6(b)に示す。これらより、図-4(b)や図-5(b)の比較的汀線の再現性が高い場合の誤差は数mから20m程度の範囲に収まっている。なお、本研究では汀線の時間的変動は考慮していないため、数m程度の誤差はこれに起因したものであると考えている。

図-7は、GPS測量とUAV測量による由良川河口および神崎浜の面積の推移を示している。汀線の測量結果にばらつきが少なかった8月と11月ではUAV測量から求めた面積がGPS測量から求めた値に近い値が得られた。また、由良川河口では2019年1月の再現性も高いことが確認できる。

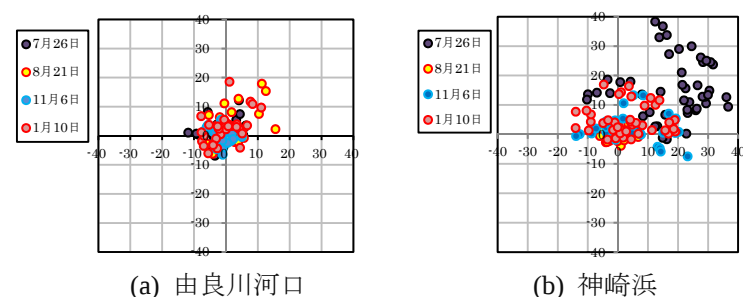


図-6 誤差の分布

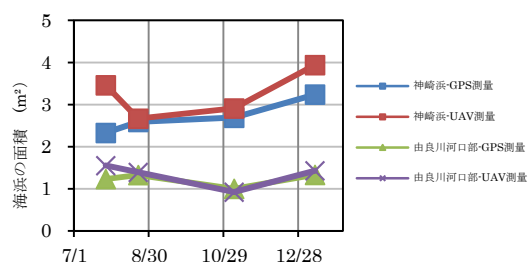


図-7 由良川河口砂州と神崎浜の面積に対するGPS測量とUAV測量の比較

5. おわりに 本研究では、2018年度の由良川河口砂州の動態を追跡し、平成30年7月豪雨による出水が砂州侵食に寄与していることを確認した。なお、高波浪を受ける冬季の砂州動態は、今後の観測で検討予定である。一方、UAVによる測量に対して再現誤差を生む条件が複数提示されたが、GPS測量に近い結果を得ることもできた。今後はUAV測量の精度向上に向け、固定点の分布と汀線の再現誤差等に関する系統的な検討行う予定である。

参考文献 1) Miwa, et al.: Dynamic state of river-mouth bar in the Yuragawa River and its control under flood flow conditions, *Proc. 13rd International Symposium on River Sedimentation*, 2016. 2) 上原直也：由良川における河口砂州の動態観測と制御，舞鶴工業高等専門学校卒業論文，2018。 3) 国土交通省水文水質データベース，URL：http://www1.river.go.jp/， 4) 気象庁HP，URL：https://www.jma.go.jp/jma/menu/menureport.html， 5) URL：http://www.alrc.tottori-u.ac.jp/fujimaki/download/windows.html