

UAV を用いた干潟地盤高の計測手法に関する研究

香川高等専門学校 学生会員 ○堀越日向 香川高等専門学校 正会員 柳川竜一

1. 背景および目的

干潟は多様な機能を有し、海洋生態系において重要な位置を占める。その底質環境は波浪や河川水によって輸送された土砂が堆積することで形成され、風波や潮汐、豪雨に伴う洪水などに起因する地形変動の影響を受けて改変されることが推察される。そこで、地形（地盤高）と底質環境との関係を把握するために、香川県高松市西部を流れる香東川の河口干潟を対象としてオートレベルを用いた地盤高調査を実施し、地盤高の変動傾向を定量化した¹⁾。しかしながら本手法では作業時間や労力の観点から調査できる範囲に限りがあり、より広域を調査するためには新たな手法が必要となった。前山らは干潟地形の計測手法として UAV の適用性を検証しており、干潟を潮汐が遡上する様子を UAV で撮影し、水際線から地盤高を算定している²⁾。本研究では、干潟の地形変動を簡易的かつ広域に把握する手法の開発を目的とし、UAV を用いた空中写真撮影と撮影画像の解析による地盤高の変動特性を評価する手法を検討した。



図-1 調査対象地域

2. 空中写真撮影

図-1 の赤枠内で示した香東川河口域を対象に、2020 年 5 月 21 日、8 月 3 日、8 月 17 日、11 月 19 日の計 4 回、空中写真撮影を実施した。UAV を河道中心から地表高約 120m の位置でホバリングさせ、カメラを真下に向けて図-2 に示すような可視光写真を撮影した。また、撮影に合わせて滞筋に圧力式水位計を設置し、撮影時間中 1 分毎の河川水位データを収集した。撮影終了後、写真の撮影時刻とその時の水位の情報を一致させた。



図-2 空中写真の一例 (8/17)

3. 画像解析

撮影画像の解析から、広範囲での干潟地形の把握を試みた。解析の内容は、①等水深線図の作成、②等水深線のポイントデータ化、③干潟地形のメッシュデータ作成の 3 行程である。

始めに実施したのが等水深線図の作成である。撮影した画像に対してペイントソフトの平滑化機能を用い画像全体のコントラストを調整、水際線を明瞭にした。続いてドローソフト上に画像を用意し、任意時刻で撮影した複数のデータレイヤーを重ねるとともに各レイヤー上で水際線をなぞるようにフリーハンドの線を描いた。さらに水位計から取得した値を付加することで任意時刻での水位情報付き等水深レイヤーができる。複数の等水深レイヤーを重ね合わせることで、水深の異なる複数の等水深線からなる等水深線図を作成した (図-3)。2 つめに実施したのが等水深線図のポイントデータ化である。まずは、GIS 上で画像データである等水深線図の四隅に緯度経度の情報を与え画像のひずみ補正を行った。続いて、各等水深線に沿って 1 つずつポリラインデータを作成した (本事例では 7 つのポリラインデータとなる)。各ポリラインを 1m 間隔の水位ポイントデータ (8/17 ケースでは 7 種のラインから計 2,151 のポイントデータへ) に変換し、各ポイントには緯度・経度・水位の属

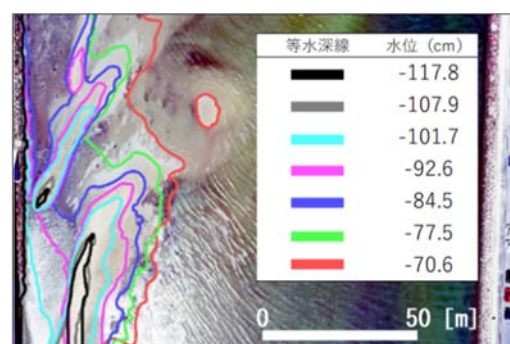


図-3 等水深線図 (8/17)

性が付与される(図-4). 3 つめの干潟地形のメッシュデータ作成は、まず、地図検索サービスから調査地点付近の海岸線の緯度経度情報を抽出し、メッシュデータ作成ソフトに取り込むことで計算領域を設定した。続いて、設定した計算領域を 100×100 のメッシュ(空間解像度: $2.59\text{m} \times 2.72\text{m}$)に分割するとともに水域を設定した。最後に、GIS で作成した水位のポイントデータを取り込み、データ間を多項式で滑らかに補間するスプライン補間法を用いて空間展開することでメッシュデータを作成した(図-5)。

4. 結果および考察

UAV を用いた計測手法により、対象面積が約 $7,500\text{m}^2$ に拡大した。既往のオートレベルを用いた地盤高調査では、対象面積が約 $1,400\text{m}^2$ にとどまりかつ線的な干潟地形の把握を行っていた事を考慮すると、空中写真撮影の実施により広域な干潟地形を対象とする事ができたといえる。また、空中写真を継続的に撮影することで時間の経過に伴う干潟域の干出・冠水の様子を捉えることができた。

画像解析の結果については、まず 1 つめの等水深線図の作成では、図中に等水深線の間隔が広い箇所と狭い箇所が存在している様子を確認できた。これらはそれぞれ、傾斜が緩やかであること、急であることを意味している。このように、等水深線図を作成することで干潟地形の特徴を面的に把握する事ができた。2 つめの等水深線図の GIS 化では、等水深線(図)に位置情報を付加することで計測値のデジタル化を図れたとともに、同一地点での異なる調査日間での比較といった更なる分析を行うことができる。また、将来的に河口干潟の底質やそこに生息する底生生物のデータについても蓄積できれば、同一の特徴を持つ地域のグループ分けや地盤高-底質-生物の 3 者についての環境因子分析といったより高度な分析が行えるようになると期待される。3 つめの干潟地形計算では、メッシュデータの作成により、広域な干潟地形形状について詳細に捉えることができた。また、作成にあたって干潟地形を一定の大きさのメッシュに分割したことから、時系列での土砂輸送量算定が可能となった。

画像解析による地形変動の把握の可能性が示唆された一方、現状ではいくつかの課題も浮き彫りとなっている。例えば、等水深線図では島状に干出する様子が確認された部分がメッシュデータでは周囲より低い地盤高として計算されていること、右岸側に代表されるポイントデータが不足している地域や勾配の極めて緩い地域では再現性が低くなっていることが挙げられる。これら問題点については、更なる分析と解析手法の見直しが必要であることが明らかとなった。

今後の展望としては、本研究で検討した手法をより高精度に干潟地形の変動特性を把握する手法としていくことが必要と考えている。そのために、潮位変動の特徴に応じた写真撮影のタイミングについての検討や、本研究では手動で行った等水深線作成の自動化など、解析手法の改良が必要とみている。

5. 参考文献

- 1) 堀越日向・柳川竜一・裏出裕嗣, 香東川・本津川河口干潟の底質特性, 2019 年度土木学会四国支部第 25 回技術研究発表会, 2p., 2019.
- 2) 前山 浩毅・辻本 剛三・外村 隆臣・柿木 哲哉, UAV の白川河口干潟観測への適用に関する基礎的研究, 土木学会論文集 B3 (海洋開発), Vol.73, No.2, pp.I_1024-I_1029, 2017.

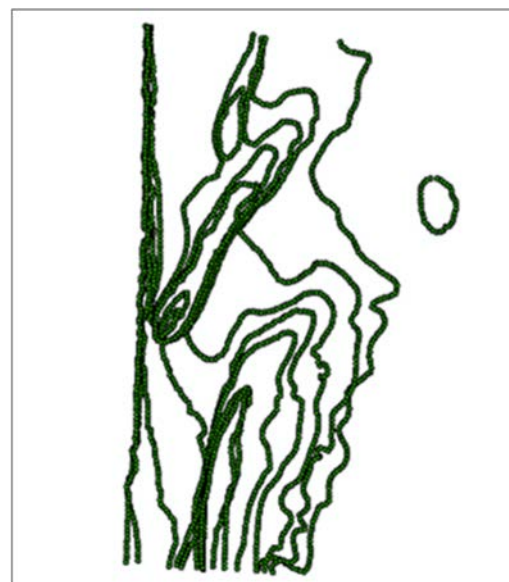


図-4 等水深線のポイント化

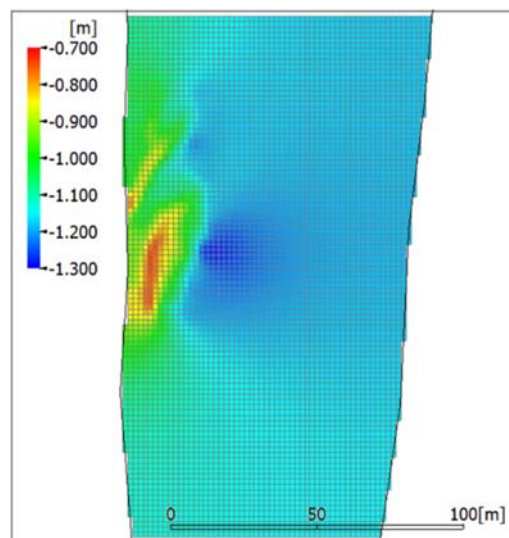


図-5 推定された地盤高メッシュデータ