UAV 撮影画像解析に基づく海底地形の観測・推定法の構築

金沢大学	学生会員	〇石田	俊治
富山県		笹木	将人
金沢市工	正会員	黒崎	弘司
金沢大学	正会員	由比	政年

1. はじめに

気候変動や沿岸域開発の影響により、多くの海岸において波浪災害が生じている. この問題に対していく つかの対策が取られる一方、その効果が十分に得られていないのが現状である. 今後さらに深刻化が予測さ れるこれらの問題に対処するためには、広範囲で長期継続的な海浜地形変動モニタリングが不可欠であり、 その手段として、画像解析の利用が範囲・期間・コストのバランス面から有効である. 画像解析による海岸 観測ツールとして、近年、ビデオカメラを装着した無人飛行機(UAV: Unmanned Aerial Vehicle)の性能 が飛躍的に向上した. この UAV を用いて、短時間・低コストで高画質の画像を取得できるようになり、海 岸侵食や汀線変化、離岸流調査などへの適用が可能となってきた.

本研究では、範囲・頻度・精度のバランスのとれた新しい地形観測法として、UAV による低空撮影を行い、 取得した画像の解析に基づいて海底地形を推定するシステムの構築を行って、現地への適用性を検討する.

2. 観測手法

本研究で使用した UAV は、DJI 社製マルチコプターPhantom3(図-1)である.この機体は,自動ホバリン グの機能を有しており,安定なビデオ撮影を容易に実施することができる.最大フライト時間は約25分で ある.撮影にあたっては、高度120m付近まで機体を上昇させ,ボバリング撮影を中心に一部移動飛行撮影 を行った.空撮にあたっては,地上基準点(GCP:Ground Control Point)が画像内に入るように機体位置 を調整して,1シリーズあたり4分のビデオ撮影を行った.撮影角は直下及び斜めとし(図-2),画像長手 方向が汀線に垂直あるいは平行になるようにして撮影を行った.観測地点は石川県内灘海岸である(図-3).



図-1 観測に用いた UAV



(a) 直下撮影



(b) 斜め撮影

図−2 観測画像例

3. 画像解析法

画像データおよび比較用の測量データの処理は、金沢港東防砂堤付け根を原点とし、防砂堤方向をY軸と した局所座標系を用いて行った.画像解析の前処理として、まず、ビデオ画像から変換された各静止画像か ら GCP(青または赤色のシート)の位置を自動抽出し、lpixel あたりの距離が 0.1mになるように拡大・縮小 変換を行った.次に GCP 画像座標に対する回帰直線の傾きが、局所座標系での GCP 回帰直線の傾きと同じ になるように回転変換し、さらに全画像について GCP 群の重心が一致するよう位置合わせを行った.これら 一連の前処理を行った画像に対して波峰線の抽出、波速の推定を行った.波峰線の抽出には黒崎ら(2013) の波峰線自動抽出法を用い、微小時間間隔で抽出された1組の波峰線を対象にその移動距離を移動時間で除 することで波速の推定を行った.波峰線追跡により得られた波速と周期(金沢港の NOWPHAS 観測値)を(a) 微小振幅理論(b)線形長波、(c)非線形長波の分散関係式に代入し水深hを求めた.

(a)
$$C = \frac{gT}{2\pi} \tanh \frac{2\pi h}{CT}$$
 (b) $C = \sqrt{gh}$ (c) $C = \sqrt{(1+\alpha)gh}$

最後に,対象エリアを10m角の正方形領域に格子分割し,各 領域内の中央値を算出して,水深を決定した.



図-3 内灘海岸

4. 解析結果

ここでは、波峰線追跡と分散関係式に基づく水深推定法を用いた画像解析結果を測量値(国土交通省金沢港 湾・空港事務所によるジェットバイクによる曳航式流況観測)と比較することで、推定法の適用性を検証し た結果を示す.図-4は、測量結果により作成した等深線図である.一方、画像解析では、撮影画像中の沖側 領域の波峰線抽出が困難であったため、主に砕波帯内の地形を推定している(国土交通省観測データの半分 より下側に対応).

次に、岸沖方向断面(X断面)と沿岸方向断面(Y断面)に分けて断面地形の比較を行った. X=528mに おける岸沖断面形状の比較結果を図-5に示す.測量範囲と重なる地点は限られるが、実測値との一致は良好 であり、比較的精度が良い推定が実現できたと考えられる.次に、Y=-300mにおける沿岸断面形状の比較 結果を図-6に示す.この例では、X=650~700m付近で解析値に大きな誤差が生じている.この原因としては、 波峰線の誤抽出や流れの影響などが考えられる.



5. おわりに

画像処理時の座標変換および位置合わせについては 1pixel (0.1m) 程度の誤差で実行することができ,十 分な精度が確立された.一方,水深推定モデルによる海底地形の推定結果は,定性的には実測結果をある程 度再現していたが,定量的には改善の必要性が認められた.現在は,波峰線追跡において松本ら(2003)の 2次元 FFT を用いた手法を組み込むことで,波速及び水深推定の定量的精度を向上させる試みを進めている.

謝辞:本研究の一部は日本学術振興会科学研究費補助金(No.16K06505)の補助を受けた.ここに記して謝 意を表する.

参考文献

黒崎 弘司・由比 政年(2015):画像解析による汀線自動抽出法の汎用性向上と波・流れ解析への応用に 関する研究,土木学会論文集 B3(海洋開発), Vol.71, No.2, pp.987-992.

松本 定一・柴山 知也・島谷 学(2003):高分解能衛星画像を用いた波浪解析と汀線判読に関する研究, 海岸工学論文集,Vol.50, pp.1396-1400.