

ネットワークカメラから抽出した汀線位置と DEM との関係に関する一考察

名古屋大学大学院工学研究科	学生会員	○中山 遼哉
名古屋大学大学院工学研究科	正会員	趙 容桓
岐阜工業高等専門学校	正会員	菊 雅美
名古屋大学大学院工学研究科	正会員	中村 友昭
名古屋大学大学院工学研究科	フェロー	水谷 法美

1. はじめに：三重県南部に位置する七里御浜海岸は日本で最も長い礫浜海岸であるものの、深刻な海岸侵食問題が未だ解決されていない。著者らは、これまでに七里御浜井田海岸の海浜変形機構を把握するため、現地海岸に設置したネットワークカメラによる汀線変化の追跡や UAV-SfM/MVS 測量による DEM (Digital Elevation Model) を用いた 3 次元地形変化を観測している (渡邊ら, 2017)。しかし、既往の研究では、結合画像から抽出した汀線および堤防位置と DEM の結果との間に誤差がある問題点があり、ネットワークカメラから抽出した汀線位置の現地スケールへの適用に関する検討が求められる。本研究では、ネットワークカメラの再キャリブレーションおよび画像解析を改良し、抽出した汀線を DEM に適用することでネットワークカメラの実スケール化を検討した。

2. 手法

2.1. ネットワークカメラの再キャリブレーション：本研究では UAV-SfM/MVS 測量から作成する DEM を活用してネットワークカメラの再キャリブレーションを実施した。再キャリブレーションには、2019 年 1 月 5 日に実施した UAV-SfM/MVS 測量から作成した DEM を用いた (図-1)。当観測日においては、ネットワークカメラから視認可能なブルーシートで作成した標識 (図-2) を堤防上と汀線付近の前浜に設置し、GNSS 測量を行った。作成した DEM では、上記の標識以外の礫浜上の特徴点 (消波ブロックや流木等) の位置情報を有するため、ネットワークカメラの画像をキャリブレーションする際の座標変換や位置関係の確認に使用できる利点がある。ネットワークカメラの座標変換は、ESRI ArcGIS を用いて射影変換を行った。

2.2. 汀線抽出手法の改良：既往のネットワークカメラを用いた汀線抽出手法は、5 方向の画像を結合し、結合したオルソ画像から汀線を自動的に抽出していた。しかし、この手法では汀線抽出の際に画像結合部の輝度度の差や、座標変換による解像度の低下を原因とする誤検出が多く、作業に労力を要する。そこで、本研究では図-3 に示す汀線抽出手法に改良した。まず、撮影したスナップ画像を 1 時間ごとの平均画像に変換する。次に、Sobel Gradient 法を用いて、各方向の画像ごとに汀線を特定し、汀線より海側を黒く塗りつぶす。その後、2.1 の再キャリブレーションにより得た座標変換の値を用いて、5 方向の画像を結合し、オルソ画像に変換する。最後に画像上の礫浜と黒色部分の RGB 値の差を利用して、汀線の座標値を取得する。この手法により、より正確かつ安定した汀線抽出が可能となった。

3. 結果及び考察：ネットワークカメラ画像の再キャリブレーションに使用した 2019 年 1 月 5 日の DEM とネットワークカメラの画像から抽出した汀線位置 (赤線) の比較を図-4(a)に示す。同図の青、緑線は DEM における標高 1, 2m のコンターを表す。ネットワークカメラにより抽出した汀線は、1~2 m の範囲の標高を示していることが読み取れる。東京湾平均海面 (Tokyo Peil : T.P.) である標高 0 m ではなく 1~2 m の範囲で汀線が位置した原因は、図-5 に示すように画像解析における汀線は平均化した画像の砕波帯の陸側を取得し



図-1 井田海岸の DEM 結果 (2019 年 1 月 5 日)

図-2 標識

ているため、本来の汀線より過少評価される傾向がある。また、潮位が汀線に与える影響は、表-1に示すように、同日の潮位が5 cmであったため、ほとんど無かったと考えられる。汀線が過小評価される傾向があるものの、DEMで見られる中央付近のカズブ地形が抽出した汀線にも確認できるため、汀線抽出結果の整合性があると言える。UAV-SfM/MVS 測量を実施した他の観測日（2016年11月26日、2018年1月4日）でも同様の検討を行った。図-4(b)に示す2016年11月26日の観測結果と、図-4(c)に示す2018年1月4日の観測結果より、他の観測日でも抽出した汀線が主に標高1~2 mの位置にあることがわかる。また、各観測日での抽出した汀線位置の標高には差があまり見られない。つまり、低波高の状態では安定して同程度の標高の位置を示している。同図の右側（北側）に着目すると、抽出した汀線位置が標高1 mの線より海側になっており、浜幅を若干過大評価している。これは、結合したネットワークカメラの画像の端部では、解像度が低下し、それによって誤差が発生する可能性がある。一方で、同図左側（南側）は消波ブロックによって汀線抽出に誤差が生じることにも関わらず、北側ほど過大評価していない。北側部分の浜幅の過大評価は、上記の理由に加え、養浜による前浜の急勾配化により、汀線の一部が前浜に形成されたバームの影になりカメラから視認できず、実際の汀線位置よりも沖側を汀線として抽出しているためだと推測できる。

4. おわりに：本研究では、UAV-SfM/MVS 測量により作成したDEMを活用したネットワークカメラ画像の再キャリブレーションを実施し、抽出した汀線とDEMを比較することで汀線位置の実スケール化を検討した。その結果、改良したネットワークカメラ画像から抽出した汀線は、礫浜の平面的な地形を再現できており、低波高時には1~2 mの範囲の標高を表していることが明らかとなった。今後は潮位や波の遡上の影響について詳細な検討を加え、数年分の汀線変動の解析、考察を行っていく所存である。詳細な検討結果は講演時に発表する。

参考文献：[1] 渡邊ら (2017), 土木学会論文集 B2 (海岸工学), Vol. 73, No. 2, pp. I_673-I_678.

表-1 各観測日の潮位と有義波高

Date	潮位 (熊野, m)	有義波高 (尾鷲, m)
2016/11/26	-0.10	0.86
2018/01/04	0.01	0.62
2019/01/05	-0.05	欠測

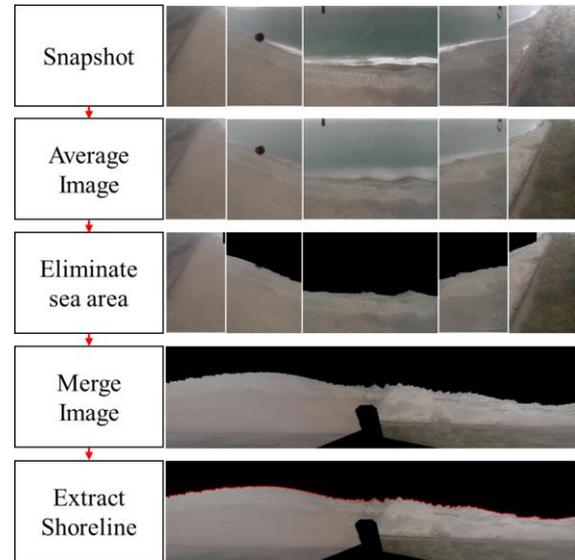
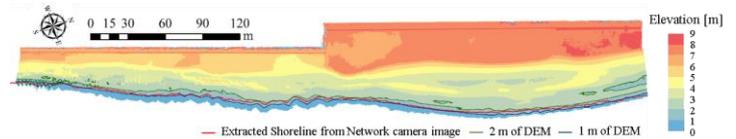
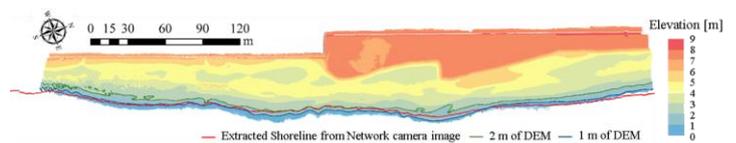


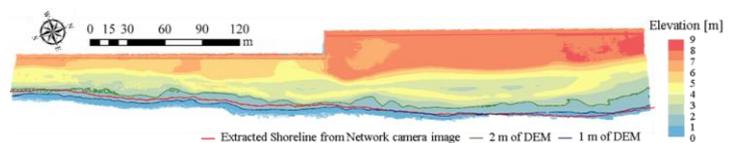
図-3 画像解析の流れ



(a) 2019年1月5日



(b) 2016年11月26日



(c) 2018年1月4日

図-4 抽出した汀線とDEMの比較



図-5 結合前の汀線抽出汀線