# 三次元写真測量を用いた仙台海岸における海浜変形解析

東北学院大学	学生会員	○岡野	圭佑
東北学院大学	正会員	三戸部	佑太

# 1. 目的

2011 年 3 月 11 日に発生した東北地方太平洋沖地震津波をはじめ多くの台風や津波の災害が仙台海岸に影響をもたらしている.特に東北地方太平洋沖地震津波により仙台海岸の海浜・河口においては大規模な地形変化がもたらされた(有働ら, 2013).河口部においては砂州の消失などの特に大きな地形変化が観察された.このような津波がもたらした地形変化により,震災以前に明らかにされている沿岸域土砂収支の構造も変化していると考えられる. 汀線解析を用いた研究(Hoang ら, 2016)では,津波来襲後長期間経過した現在でも仙台海岸の汀線は非平衡状態にあり,新たな安定海浜への移行途上にあること,津波の前後で汀線の変動速度とその分布が大きく変化しており,沿岸域の土砂収支が変容しているという結果が得られている. これまではこの研究のように海浜モニタリングの手法として,広域における航空機で撮影した空中写真や衛星画像を用いた汀線解析が主として多くの研究に取り入れられてきた.しかし,砂浜の勾配は時間的,空間的に常に変動しており,また砂州や砂丘部の越流を伴うような台風や津波といった大規模なイベントやその後の回復過程においては海浜の断面形状の変化を考慮し3次元的に地形変化をとらえた上で議論されるべきである.

### 2. 研究対象

本研究においては、閖上漁港防波堤から仙台港防波堤に至る全長約11kmの砂浜海岸を対象領域とし(図-1)、 特に地形変化の大きい七北田川河口を3次元解析の対象とする(図-2).2015年5月以降の約3年間に1~2カ月 間隔で撮影した空中写真を対象に解析を実施した.使用した空中写真は約10cm/pixelの高解像度のデジタル画 像であり、約60%の重複範囲となるように50枚連続撮影されている.本対象領域は仙台新港防波堤および閖 上港防波堤が漂砂系の両端部となる閉じた漂砂系であり、領域外からの沿岸漂砂の流出入がさえぎられている. なお、沿岸漂砂の卓越方向は北向き(図-1の南から北)である.



図-1 仙台海岸の図



図-2 2016/09/01 七北田川河口の空中写真

#### 4.解析方法

本研究では航空機により移動撮影した画像をもとに仙台海岸における地形変化過程を解析するが,海域においては波浪によりその表面形状が時間的に変化するため,適切にその表面形状を解析することができない. そこで,空中写真から陸域部分の範囲の抽出を行う必要がある.そこで自己組織化写像(SOM, Self Organizing

キーワード 空中写真 三次元解析 台風 仙台海岸 衛星画像 海浜変形
連絡先 〒985-8537 多賀城市中央一丁目 13-1 東北学院大学工学部環境建設工学科 TEL022-368-7193

#### 土木学会東北支部技術研究発表会(平成29年度)

Map)を応用した色判別手法を用いる.次に特徴点のマッチングを行い,カメラ位置の推定を行う.本研究では SURF 特徴量(Bay ら, 2008)を使用する(図-4).カメラ位置の推定をした後,ステレオ平行化し,一次元位相限定相関法(柴原ら, 2008)に基付き領域ベースのマッチングを行い三次元座標群を密に取得した(図-5).そして,堤防や導流堤上の固定点で予め座標を取得した地上基準点(GCP, Ground Control Point)に基づき世界座標系へ変換した.その後,1mメッシュのDSM(Digital Surface Model)を作成した.



図-4 特徴点ベースのマッチング



図-5 カメラ位置と三次元座標群

### 5. 結果

2016年8月22日の台風9号と同年8月30日の台風10号の影響の検証のため,同年7月12日と同年9月1日のDSMを作成しその比較を行った(図-6). 砂浜の汀線際の標高が7月に比べ9月の方が著しく低くなっていることから,台風の影響により大きく浸食が生じたことがわかる.それにより導流堤部分が海側に突出してしまっている.砂の一部は堤防側に押し込まれて堆積していることがわかる.本研究で用いた3次元写真測量技術は従来の汀線解析手法では得られない海浜変形の情報を空中写真から取得可能であり,種々のイベントによる海浜変形やその後の地形応答を理解する上で有用である.



図-6 2016/07/12 および 2016/09/01 の DSM(a),(b)とその差(c)

## 参考文献

1) 有働 恵子,田中 仁,真野 明,武田 百合子:東北地方太平洋沖地震津波による宮城県仙台湾南部海岸の海浜変形特性 土木学会論文集 B2(海岸工学), Vol. 69, No.2, pp.I\_1391-I\_1395, 2013.

2) Vo Cong Hoang,田中仁,三戸部佑太:東日本大震災津波後の仙台海岸広域漂砂系の回復状況 土木学 会論文集 B2(海岸工学), Vol. 72, No.2, pp.I\_769-I\_774, 2016.

3) Herbert Bay, Andreas Ess, Tinne Tuytelaars, Luc Van Gool: Speeded-Up Roubust Features(SURF) *Computer Visonand Image Understanding*, Vol. 110, Issue 3, pp.I\_346-I\_359, 2008.

4) 柴原 琢磨, 沼 徳仁, 長嶋 聖, 青木 孝文, 中島 寛, 小林 考次: 一次元位相限定相関法に基づくステ レオ画像の高精度サブピクセル, 電子情報通人学会論文誌 D, Vol.J91-D No.9, pp.I\_2343-I\_2356, 2008.