

## 伊古部砂丘の台風期における地形変化に関する研究

豊橋技術科学大学 ○学生会員 小坂井翠

豊橋技術科学大学大学院 正会員 岡辺拓巳, 学生会員 阿部廉太郎, 正会員 加藤 茂

大阪大学 西崎紘平, 大阪大学大学院 フェロー 青木伸一

### 1. はじめに

愛知県豊橋市の表浜海岸に現存する伊古部砂丘は、汀線近傍から海食崖にかけて発達している。当該砂丘域の土砂動態は冬の季節風による飛砂が主であるが、台風による波浪や強風に対する地形の応答には不明な点も多い。そこで本研究では、伊古部砂丘における台風期の地形変化を把握することで、冬期季節風以外の外力による砂丘の発達について評価することを目的とする。UAVによって伊古部砂丘を高頻度にモニタリングするとともに、風況と飛砂量の調査を実施することで飛砂の機構を明らかにする。

### 2. 調査概要

2019年の台風期を対象に、表-1に示す計8回の調査を実施した。空中写真測量にはPhantom 4 RTKを使用した。このUAVはRTK-GNSSを搭載しており、高精度な位置情報が得られるため、条件が整えば、地表評定点を用いない測量が可能である。空中写真の重複は、オーバーラップ率90%、サイドラップ率70%とした。この条件で取得した空撮写真を用いてSfM処理を行い、数値標高モデル(DEM)を得た。崖側部分には撮影高度に起因する写真の欠如が見られたため、2倍の撮影高度での空撮画像を用いて補完した。また、2019年7月7日、8月7日、同月19日については、砂丘の縦断面や17点の精度検証点でRTK-GNSS測量を実施し、DEMと比較した。その結果、誤差のRMSE値は8.2cmであった。

2019年11月4日には風況と飛砂の調査を実施した。

この調査にはウェザーステーション(以降、WS)を使用し、1分毎の風向と風速を計測した。WSの台数の制約から、1時間毎に観測位置を変更した。また、砂丘から約5.3km内陸に位置する豊橋技術科学大学内にもWSを設置し、風況を比較した。砂丘においてWSで計測できない地点については塩ビ管を設置し、形成される風紋から風向を取得した。また、WS近傍にセディメントトラップを設置して、飛砂を収集した。捕砂時間はWSと合わせ、その重量と粒径を分析した。

### 3. 調査結果

図-1に、2019年8月7日と11月4日の地形を比較した標高変化の空間分布を示す。図中の等高線は11月4日の標高である。同期間に3個の台風が通過している。これより、波の遡上域(標高5m以下)は大きく侵食していることが確認できる一方、A領域では、堆積も生じていた。また、谷の全面(B)や砂丘の頂部(C)では、標高の増加を把握できた。D地点は、台風の大雨によって崖崩れが生じ、その土砂が斜面部に押し出されていることを現地調査にて確認した。

図-2に、10月11日と10月16日に取得した砂丘断面(図-1のS1)と、両者を比較した標高の変化量を示す。この期間には強い勢力の台風19号が通過したにもかかわらず、砂丘の斜面に変化はない。一方、砂丘頂部は崖方向へ約1m移動していた。標高5mから海側にかけては最大で約0.8mの侵食がみられた。これは、台

表-1 調査概要

| 調査日        | 台風                  | 調査内容                    | 飛行高度       |
|------------|---------------------|-------------------------|------------|
| 2019/07/07 |                     | UAV 測量+RTK-GNSS 測量+縦断測量 | 40m と 80 m |
| 2019/08/07 | TY1906 (2019/07/27) | UAV 測量+RTK-GNSS 測量      | 35m と 70m  |
| 2019/08/19 | TY1910 (2019/08/15) | UAV 測量+RTK-GNSS 測量      |            |
| 2019/08/29 |                     | UAV 測量                  | 30m と 60m  |
| 2019/09/10 | TY1915 (2019/09/08) | UAV 測量                  |            |
| 2019/10/11 |                     | UAV 測量                  | 35m と 70m  |
| 2019/10/16 | TY1919 (2019/10/12) | UAV 測量                  |            |
| 2019/11/04 |                     | UAV 測量+縦断測量+風況と飛砂調査     |            |

風による高波浪が原因であると考えられる。

図-3 に、2019年7月7日を基準とした平均標高の経時変化を示す。対象は、図-2 の谷前面 (B) の縦 10m×横 20m と、砂丘頂部 (C) の縦 10m×横 30m の領域である。8月19日は日没直前に測量を実施したため、精度の良い DEM を取得できなかった。図より、4か月を通じた標高の増加が確認でき、特に9月以降は両地点ともに、頂部が 0.2m 成長した。

図-4 は、11月4日に実施した風況調査によって得られた1時間の平均風向と平均風速である。(a) に砂丘での計測結果を、(b) に内陸での計測結果を示す。風速は崖側から海側に近づくほど速くなっている。また、砂丘での平均風向は南南西から西南西であった。これは、崖に沿う方向と、海側から崖に向かって吹き上がる向きであり、これらの風向は砂丘を発達させる外力になりうる。陸域の風向は、西から北西であり、風速は、砂丘で計測した値の 1/2 以下であった。これらの結果より、陸域と砂丘で風況が大きく異なることがわかった。

図-5 は、WS での平均風速と飛砂量の関係、および中央粒形  $D_{50}$  を示したものである。図中の点線は Bagnold 式 (堀川ら, 1981) で算出した飛砂量である。これより、飛砂量は砂丘上部と比較して下部で多く、風速に応じた飛砂量が確認できた。しかしながら、平均風速が 7m/s より速くなると、理論値との乖離がみられた。これは、飛砂の跳躍距離に対してセディメントトラップが小さかったことなどが原因と考えている。 $D_{50}$  は、海側から崖側に近づくにつれ、小さくなっていることがわかった。

4. おわりに

伊古部砂丘では、台風期において高波浪による波の遡上域で大規模な侵食がみられた。砂丘の頂部は成長しており、斜面部分については変化がないことがわかった。また、風況調査により、砂丘の風況は陸域と大きく異なり、砂丘を発達させる風向が卓越することを明らかにした。

参考文献

堀川清司, 堀田新太郎, 久保田進, 針貝聰一: 海岸における飛砂について, 第 28 回海岸工学講演会論文集, pp.574-578, 1981

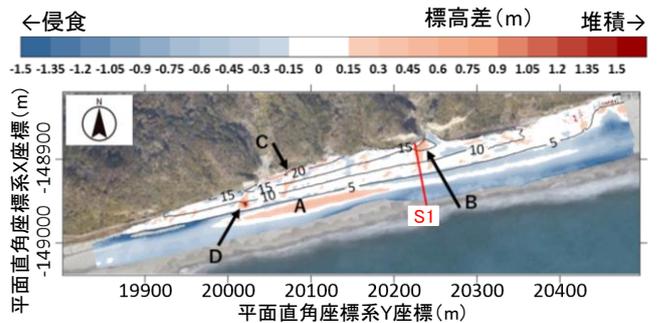


図-1 2019年8月7日から11月4日の地形変化

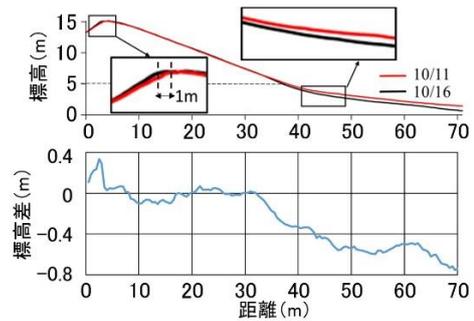


図-2 2019年10月11日と10月16日の砂丘の断面図

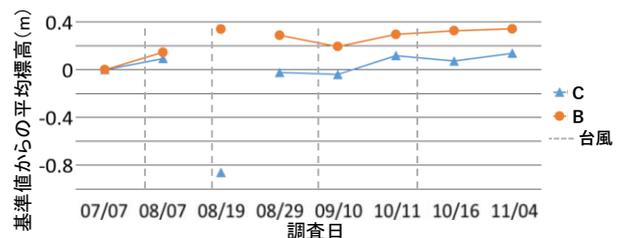
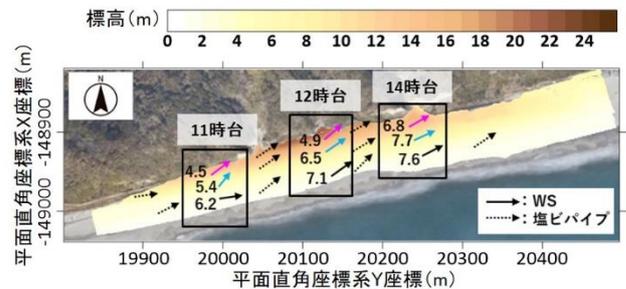
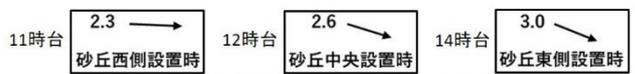


図-3 平均標高の経時変化 (2019/07/07 が基準)



(a) 砂丘における計測結果



(b) 内陸 (技科大) における計測結果

図-4 風況調査で計測した平均風速 (m/s) と平均風向

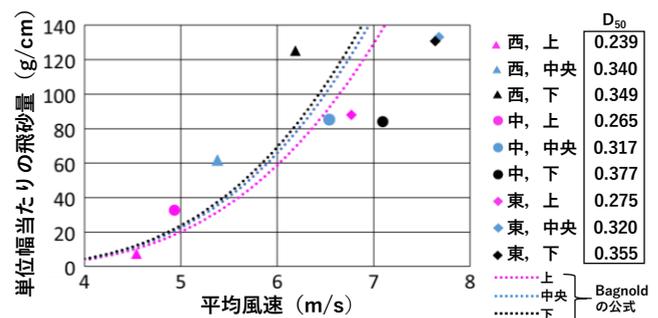


図-5 平均風速と飛砂量の関係