

J-51

## UAV を活用した海食崖の崩落機構解明手法に関する基礎的研究 Basic Study on the Elucidation Method of the Collapse Mechanism of Sea Cliffs Using UAV

○押見青幹<sup>1</sup>, 星上幸良<sup>2</sup>  
Haruki Oshimi<sup>1</sup>, Yuki Yoshi Hoshigami<sup>2</sup>

Abstract: Research on the erosion of sea cliffs, which is an issue to be considered in coastal protection, has not progressed much due to the difficulty of measuring cliff topography. In recent years, the measurement of sea cliffs has become possible by using UAV --Unmanned Aerial Vehicles--, which have made rapid technological progress. In this study, we demonstrated that the UAV equipped with RTK-GNSS can measure the cliff topography with high accuracy without using GCP, which is necessary for conventional UAV, thus helping to elucidate the collapse mechanism of sea cliffs.

### 1. まえがき

海食崖の侵食は、国土面積の減少に繋がる上、崖上の家屋や土地利用が消失するため、海岸防護上考慮すべき課題であり、海食崖の侵食機構の解明には海食崖地形等の詳細な現況把握が必要である。従来は、小林ら<sup>1)</sup>のように空中写真による汀線変化解析や GNSS (全球測位衛星システム) による崖線と汀線位置の測定、写真撮影が用いられているが、空中写真は垂直画像のため、崖基部や崖面の微妙な地形判読が困難である。また、GNSS 計測では人が立ち入る必要があるため前浜が無く崩落の危険がある海食崖では計測出来ない。このような背景から海食崖の侵食機構の研究は進んでいない。近年では大崎ら<sup>2)</sup>のように UAV (Unmanned Aerial Vehicle) を活用することで海食崖における詳細地形計測が行われるようになった。しかし、UAV を活用した GNSS 計測では精度補完のために GCP (既知座標点) の追加による補正を行う必要がある。大崎らの調査では、ヘリコプターによるレーザー計測の成果を活用したが、通常の UAV 調査では GCP を得るために人が立ち入り GNSS 計測を行わなければならない。

これに対して、RTK (Real Time Kinematic) -GNSS

を搭載した UAV を用いることで、人力による GCP 取得を必要とせず、立ち入りが困難な海食崖の高精度計測が可能である。そこで、本研究では実証実験として RTK-GNSS を搭載した UAV を用いて大佐和海岸の海食崖を計測し、海食崖の崩落機構の解明の一助とする。

### 2. 研究方法

荒川ら<sup>2)</sup>の調査によれば、大佐和海岸佐貫地区は、染川河口から磯根崎の間にある約 2.5km の砂浜海岸であり、海浜背後には海食崖が形成されている。この海食崖には地震や大雨による崩落斜面がある。この海岸を対象として 2020 年 9 月 4 日に UAV 計測を行った。

RTK-GNSS を搭載した UAV の諸元を Table.1 に示す。撮影方法は、崖と平行に一定の高度、速度で UAV を飛行させ、水平方向にラップさせながら正射投影で海側から崖上まで繰り返し撮影した。次に、斜面地形の計測精度向上の為にカメラの角度を 45° に変更して同様の手法で崖面を斜め撮影した。得られた画像データを用いて SfM ソフトウェアによる画像解析処理を行い、三次元地形モデルを作成した。加えて、生成された三次元地形モデルから一部地点で縦断図を作成した。



Figure 1. Ground for investigation

1 : 日大理工・院 (前)・海建 2 : 日大理工・教員・海建)

Table 1. Equipment and Shooting specifications

Item	Elements
UAV name	MATRICE210 RTK V2
Camera name	ZENMUSE X7
GSD	2.44 (cm/pix)
Altitude	150 (m)
Duplicate rate	70 : 85 (%)
Analysis software	Pix4D Mapper

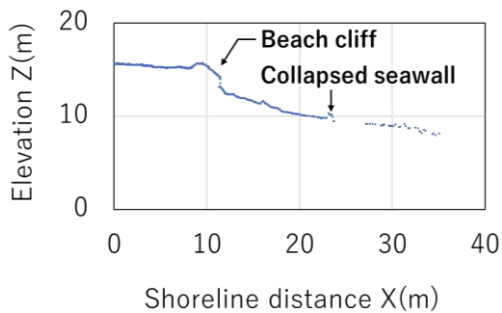


Figure 2. Line.1

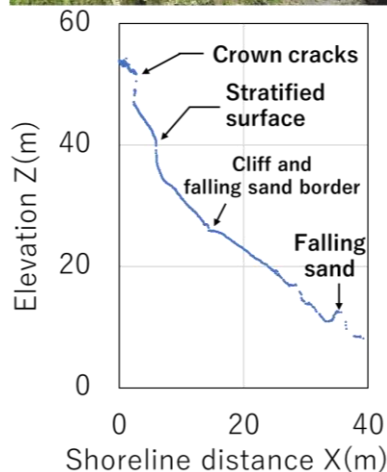


Figure 3. Line.2

### 3. 研究成果

Figure.1 に示した Line.1 と Line.2 の三次元モデル(点群データ)の斜め投影図と縦断面図をそれぞれ Figure.2 と Figure.3 に示した.

Line.1 は台地を防護する護岸が大規模に崩壊し、背後地の土砂流出が進んでいる地点である。三次元点群データから、護岸の崩落範囲、浜崖の比高や崖線が計測できた。土砂崩落地点の周辺地形の勾配も計測できることから、崩落土砂量の試算が可能である。

Line.2 は急傾斜地の上端から流水の作用も受けつつ土砂が海岸線に落ち込んだ地点であり、崖下部まで運ばれた植生の堆積状況から流動が確認できる。Figure.2 から崖と崩落土砂の境界、露出した層理面を明瞭に判読できる。

### 4. まとめ

RTK-GNSS を用いた UAV の活用により、海食崖のように GCP の無い箇所でも詳細な地形データを計測でき、三次元データから得られる崩落範囲と縦断面のデータから崩落土砂量の試算が可能である。こうした詳細データを用いて、崩落機構が解明できれば海浜変形予測の精度が向上する上、露出した層理面の計測データと既存の地質データを紐付けることで崩落範囲予測や海食崖の後退速度予測精度の向上に寄与する。

なお、樹林が密植する場所では地表面の計測が写真計測では不可能であること、水面付近での計測精度が不明であることが示された。これに対しては、レーザーセンサー等の導入が有効な解決手段と考えられる。

### 5. 参考文献

- [1] 小林昭男・宇多高明・黒澤祐司・遠藤威：東北地方太平洋沖地震による海食崖の崩壊とその後の変形，土木学会論文集，Vol. 68，No. 2，I204-I209，2012
- [2] 荒川大輝・小林昭男・宇多高明・野志保仁・星上幸良：上総湊の湊川から磯根崎で進む海岸侵食とその機構，土木学会論文集，Vol. 70，No. 2，I720-I725，2014.
- [3] 大崎康弘・松浦健郎・近藤洋・黒澤明史・星上幸良・小澤宏樹・手束宗弘・銭谷彰：小型無人飛行機（ドローン）を活用した崖海岸の侵食実態調査，日本沿岸域学会研究討論会 2016 講演概要集，No.29（PDF），セッション 5-5.