

# 令和 6 年能登半島地震で隆起した鹿磯海岸の砂浜変形過程の長期モニタリング調査報告 Long-Term Monitoring on the Deformation Process of the Sandy Beach at Kaiso Coast Uplifted by the 2024 Noto Peninsula Earthquake

○有田 守・森 信人・由比政年・榎田真也・二宮順一

○Mamoru ARITA, Nobuhito MORI, Masatoshi YUHI, Shinya UMEDA, Junichi NINOMIYA

A marine terrace produced by approximately 5.21 m of coseismic uplift along the northwestern coast of the Noto Peninsula was documented following the 2024 Noto Peninsula Earthquake. In Japan, only 29 cases of coseismic uplift along sandy beaches have been documented, and globally, no studies have investigated the deformation processes of earthquake uplifted sandy coasts. This study focuses on the Kaiso Coast in Monzen City and aims to capture its long-term post-uplift evolution through monthly drone-based topographic surveys, in order to examine how oceanographic and meteorological conditions, such as waves, tides, wind, and precipitation, affect the morphology of the sandy beach. Based on approximately two years of topographic measurements following the uplift, we confirmed that the shoreline (TP +0.7 m) retreated by about 25 m, with coastal deformation driven primarily by waves and seasonal winds during winter, and by tides and precipitation during summer.

## 1. はじめに

令和 6 年能登半島地震により能登半島の北西部を中心に大規模な地殻変動が発生し、Goto(2026)によれば門前市黒島で 240 m の海岸線拡幅、猿山で 5.21 m の隆起が報告されている。隆起した砂浜海岸は、平衡海浜断面を有する海浜が突如として隆起して出現した、実海岸における初期条件地形であり、筆者が調査した限りではその変形過程について調査報告を行った事例はない。

宇佐美(2013)によれば、592 年から 2012 年の 872 件の地震から地震による海岸の隆起や沈降の事例は 29 件であり、最大の海岸隆起量は浜田地震(1872)で島根県の唐鐘で 6.0 m の隆起が確認されており、2024 年の能登半島地震は約 5.21 m で過去 2 番目の隆起量で非常に希な現象である。

本研究は輪島市門前町の隆起した千代浜、八ヶ川河口海岸、鹿磯海岸の 3 か所の海岸の海浜変形調査を RTK-Drone による毎月の航空写真測量と周辺の気象と海象データにより、その変形過程を調査、考察する。また、海面上昇に伴う海岸後退量を推定する経験則の Brun rule や平衡海浜断面形状を説明する Dean's Equilibrium Beach Profile Equation の検証を行うことを目的とする。

地震によって隆起した砂浜海岸の海浜変形調査を RTK-Drone による高頻度の航空写真測量調査を行い、その変形過程を気象と海象データを用い考察を行うことを新規性とする。

## 2. 研究方法

研究対象の海岸は門前市鹿磯地区の自然海浜である千代浜海岸、河川河口部の八ヶ川河口海岸、それに隣接する海岸構造物が配置されている鹿磯海岸であり、その位置関係を海象と気象のデータ観測地点と共に図-1 に示す。本報では、隆起以前に 4 基の離岸堤が設置されていた鹿磯海岸を対象に報告を行う。

写真測量は 2024 年 2 月から現在まで毎月 DJI 社製の RTK-Drone と RTK 基地局を用いて実施し、鹿磯海岸では写真測量精度検証用の 16 点の標定点を設置し、標定点座標の誤差 RMSE が 0.05 m 以下になるように写真解析を行った。考察に使用している海象の波浪は NOWPHAS の金沢港、潮位は気象庁の三国検潮所、風は石川県の道下観測所、雨量は AMeDAS 門前観測所のデータを使用した。

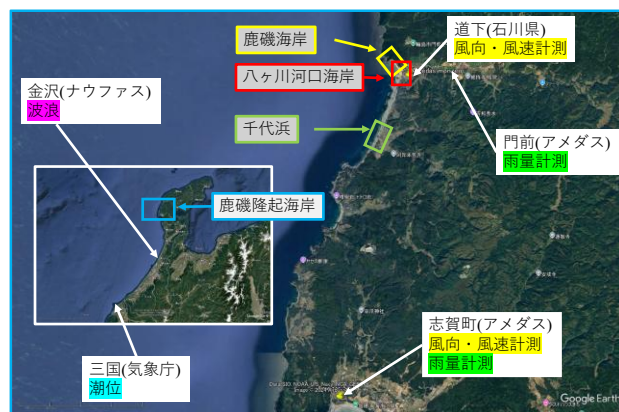


図-1 調査地点と海象、気象データの計測地点

### 3. 結果

2024 年 1 月から 2025 年 11 月までの波浪，潮位，堀川・砂村の海浜断面形状を分類する  $C_s$  パラメータを図-2 に示す．海象は冬季に波浪が高くなり，夏季に波浪が穏やかになる日本海側特有の海象により，冬季には  $C_s$  値が 18 以上と侵食傾向を示し，夏季には 8 以下になり堆積型の海浜断面形状を示す．潮位は冬季に潮位が低く，夏季に水温の上昇と共に 0.4 m 程度の変化特性がある．また，期間中の大きな気象イベントとしては，令和 6 年（2024 年）奥能登豪雨があり 45 mm/h の降雨量を記録した．図-3 に 2024/2/28 と 2024/5/13 の地形変化を示す．図より隆起直後は，海中に存在したときに Trough の部分が Tide pool となって出現し，Bar は，前浜となって汀線付近に出現し，これらは 4-5 月の堆積型波浪と潮位上昇によって消失が確

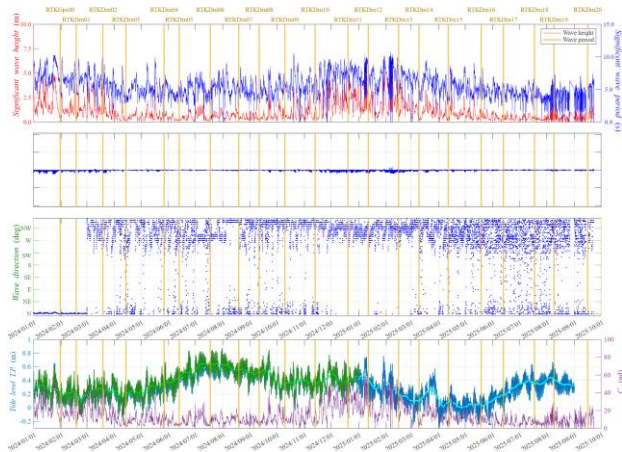


図-2 計測期間における波浪，潮位データ

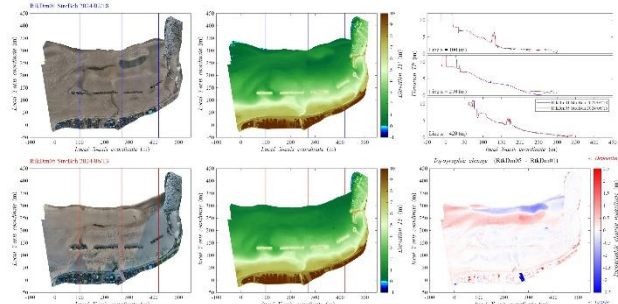


図-3 2024/2/28 と 2024/5/13 の地形変化

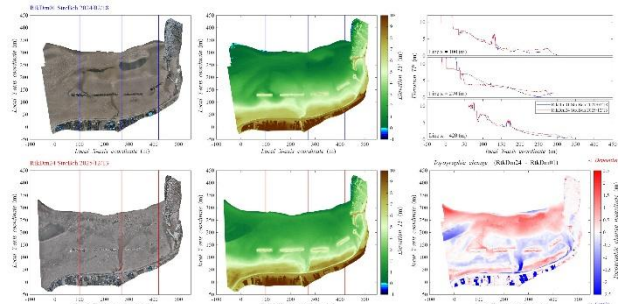


図-4 2024/2/28 と 2025/12/13 の地形変化

認される．これは，海底に存在した際の緩やかな海浜勾配と前浜となった Bar 前面の海浜勾配が，春期の堆積型波浪と平衡になるために汀線沖側の砂が前浜部に移動し前浜頂部を超えて Tide pool を超える形で堆積したと考えられる．このイベントは，実海岸に出現した初期条件としての海浜断面と潮位と波浪による海浜断面勾配が不均衡であり，4-5 月の波浪と潮位に対して平衡海浜断面を形成する形で変動したと考えられる．このイベントは，隣接する八ヶ川河口海岸，約 3 km 離れた千代浜海岸でも発生した．その後，9 月に能登半島豪雨を経験した際には，離岸堤 2, 3 番の間，1 番の北側に流路が出現して，それによって離岸堤前面に扇型の砂の堆積が確認された．汀線は，夏季の潮位上昇によって  $TP = 0.7$  m よりも高い位置に砂が堆積する形に変化し， $TP = 0.7$  m を汀線と定義すると約 15m 程度後退した．秋季には潮位が低下しながら堆積型波浪が作用することで  $TP = 0.7$  m 位置は前進するがその後の侵食型波浪で汀線はまた後退し，1 年後には中央部で約 15 m 汀線が後退した結果となった．

### 4. まとめ

2024/01/01 の鹿磯海岸の隆起から 1 年間の変動を調査した結果は以下の通りであった．

1) 隆起直後は海底に存在した際の Trough と Barno の位置に Tide pool が出現した．

2) 5-6 月の堆積型波浪と潮位の上昇によって前浜を超えて Tide ポールに運ばれた砂によって，隆起直後に出現した Tide pool が埋没，沖に多くの砂が運ばれる，夏季の潮位上昇によって汀線は最大で約 33 m 後退した．

3) 夏季(8-9 月)の降雨で砂浜は大きく変化し 2024/09/21-23 の豪雨では 2 つの流路の出現によって，大量の砂が前浜に運ばれ，汀線位置が隆起時点まで回復した．

4) 11 月以降の冬季の侵食型波浪により汀線が全体で約 20 m 後退した．

### 参考文献

- [1] Hideaki Goto, Tomoru Yamanaka, Tomohiro Makita, Yoshiya Iwasa, Takuro Ogura, Coast uplifted by nearby shore-parallel active submarine faults during the 2024 Mw 7.5 Noto Peninsula earthquake, Geomorphology, p8, 2025.
- [2] 宇佐美龍夫，石井寿，今村隆正，武村雅之，松浦律子，日本被害地震総覧 599-2012，東京大学，pp43-634，2012