

空中斜め写真に見る令和6年能登半島地震に伴う 能登半島北西沿岸における海岸線の隆起や若山川沿いの地震性地形面変位

八木浩司¹・佐藤昌人²・山田隆二²・佐藤浩³・小村慶太郎⁴・宇根寛⁵

¹ 深田地質研究所

² 国立研究開発法人・防災科学技術研究所

³ 日本大学文理学部

⁴ (一財) 電力中央研究所

⁵ お茶の水女子大学

Aerial views of co-seismic uplift of marine coast lines and co-seismic surface ruptures
on the Wakayama River valley induced by the 2024 Noto Peninsula Earthquake,
Ishikawa Prefecture, Central Japan

YAGI Hiroshi¹, SATO Masato², YAMADA Ryuji²,

SATO P. Hiroshi³, KOMURA Keitaro⁴, UNE Hiroshi⁵

¹ Fukada Geological Institute

² National Research Institute for Earth Science and Disaster Resilience

³ College of Humanities and Science, Nihon University

⁴ Central Research Institute of Electric Power Industry

⁵ Ochanomizu University

要旨：本稿では令和6年能登半島地震に伴った能登半島北西部沿岸に位置する輪島市門前町鹿磯から黒島にかけての八ヶ川河口地域の岩石海岸・波蝕棚や外浜を含む砂浜海岸の隆起の状況を、2024年5月22日に撮影した空中斜め写真を用いて報告する。さらに、能登半島東部珠洲市の西部山地域を流れる若山川沿いの段丘面に出現した地震性地形面変位について、2024年2月24日に撮影した地上写真やUAV画像および複数のUAV画像によるSfM画像解析による点群データを基に作成した微細地形図によって紹介する。

キーワード：空中斜め写真、令和6年能登半島地震、海岸線の地震性隆起、地震性地形面変位

Abstract: This paper presents aerial views of co-seismically uplifted marine abrasion platforms and sandy coastlines of shoreface and trough along the northwestern Monzen-Kaiso coast of the Noto Peninsula caused by the 2024 Noto peninsula Earthquake. This paper also reports co-seismic surface ruptures on the terrace surfaces along the Wakayama River valley, Suzu City, Ishikawa Pref., showing precise topographical map drawn by 25 cm contour map originated by SfM analysis using UAV images.

Key Words: Aerial view, co-seismically emerged coastline, Monzen-Kaiso, co-seismic ruptures on river terrace, the Wakayama River valley, 2024 Noto Peninsula Earthquake

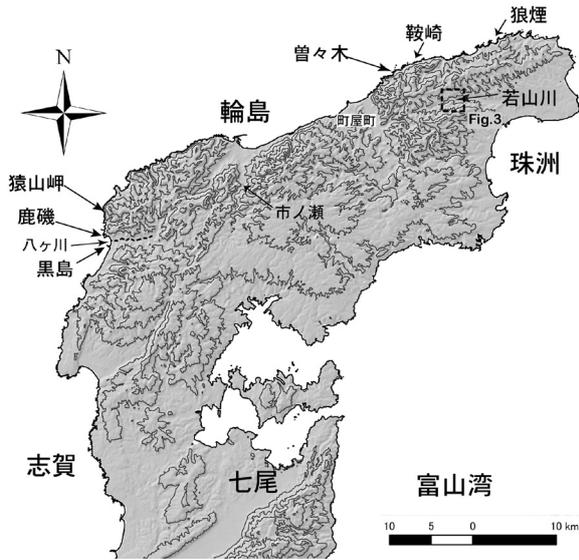


図1 能登半島北部の地形概観と調査地点.

1. はじめに

令和6年1月1日に発生した令和6年能登半島地震(M7.6:気象庁HP)では,多数の斜面崩壊・地すべりが発生した(地理院地図・国土地理院HP;八木ほか,2024).同時に海岸線の顕著な地震性隆起が出現した(石山ほか,2024;宍倉ほか,2024).能登半島東部の内陸部・若山川流域でも地形面に横ずれを伴う断層変位も生じている(吉田,2024;白濱ほか,2024).

本稿では地震後に行った空中斜め写真撮影(5月22日実施)の結果や現地でのUAVによる写真撮影(2月24日実施)およびSfM解析結果をもとに,令和6年能登半島地震に伴う地変の実態を紹介する(図1参照).

2. 令和6年能登半島地震に伴う海岸線の隆起

令和6年能登半島地震に伴い能登半島北西部の輪島市門前町猿山岬から鹿磯から黒島にかけての海岸線では最大3.6m程度の汀線の隆起が報告されている(石山ほか,2024;宍倉ほか,



写真1 輪島市猿山岬から門前町鹿磯漁港に至る岩石海岸の地震隆起の景観.



写真2 輪島市門前町鹿磯漁港付近の岩石海岸と八ヶ川河口部における地震隆起の景観.

2024).写真1は,猿山岬から鹿磯漁港にかけての波蝕によって平坦化された岩石海岸の隆起と,海岸線が150m程度海側に前進したことを示している.さらに,海面下の岩壁に付着して生育していた石灰藻類遺物が,離水して白い膜状に露出しているため,隆起前の旧汀線の位置を知る鍵となっていることも判る.写真2は,鹿磯漁港周辺の岩石海岸やその南西側に連続する八ヶ川河口付近の砂質浅海底,そして黒島漁港や高島付近の岩礁を干上がらせるように隆起したことを示している.鹿磯漁港は防波堤付近に水面が残っているものの,漁港北縁(画面左側)を限る岸壁に沿って漁港の底が干上がっていることが見える.八ヶ川河口付近では,現海岸線に沿った微高地とその背後(陸側)に河川水が滞留する凹地が発達することから,それ

空中斜め写真に見る令和6年能登半島地震に伴う
能登半島北西沿岸における海岸線の隆起や若山川沿いの地震性地形面変位



写真3 地震によって干上がった輪島市門前町黒島漁港.



写真4 輪島市曾々木海岸の海岸隆起と斜面崩壊.

らは旧汀線下の外浜を構成するバーと沿岸トラフと考えられ、外浜全体が隆起したことが判る。写真3は、完全に干上がった黒島漁港が認められるとともに、黒島漁港西側から南に連続する波消しブロックが、外浜のバーに沿って置かれていたことで、沿岸トラフの海域をかつて海水浴場として利用してきたことも判る。

地震に伴う海岸線の隆起は、能登半島東部の珠洲市狼煙漁港付近で、最大1.2m程度との報告がある（令和6年能登半島地震金沢大学合同調査チーム，2024）。狼煙漁港から約10km西方の鞍崎付近では約2mの隆起の報告がある（安江ほか，2024）。鞍崎から4km程度西方の輪島市町野町曾々木海岸にては、石灰藻類遺物に覆われた白い旧海底が地震隆起のため露出している（写真4）。

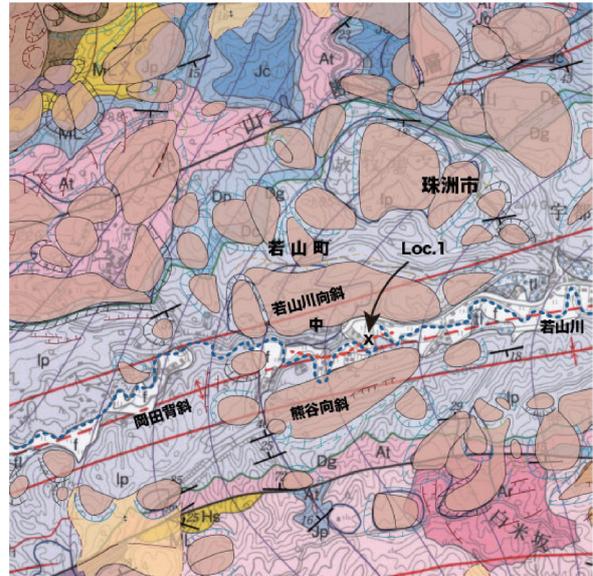


図2 若山川流域の地質図（吉川ほか，2002年に一部加筆）。中集落の若山川を挟んでその両岸にはそれぞれ南および北に傾斜する大規模な地すべり地形が存在することに注意。地すべり地形分布図は、防災科学技術研究所のデータ。

3. 若山川流域で現れた地震に伴われた段丘面の変位

令和6年能登半島地震後に撮影された空中写真の実体判読から、珠洲市若山町中付近の若山川沿いの河岸段丘に地表地震断層による変位が明らかにされた（吉田，2024；白濱ほか，2024）。2024年2月24日に、UAV（DJI Marvic Mini 2）を用いて地上10m付近から撮影した写真5は、珠洲市若山町中付近（図2のLoc.1）の若山川沿いの段丘面に現れた低断層崖・撓曲崖などの地表地震断層変位や左横ずれを伴う河川護岸工の変位を示したものである。撓曲崖に沿って水田の耕作面が下流側に約1m曲がり下っていることも見える。また上流側すなわち撓曲崖背後の水田には南東下りの傾斜と明瞭な傾斜変換線の形成が認められる。写真6は、地表地震断層に沿って出現し

たほぼ垂直の北落ち低断層崖を示したもので、断層面からは正断層と判断される。

図3は、UAVから地上高度約30mで60%以上のオーバーラップをかけて連続的に撮影した垂直写真(254枚)をもとに、SfMソフトであるMetashape Pro(ver1.6.5)を用いて地表の点群データやオルソ画像を作成し、さらにArcGIS8.2で



写真5 珠洲市若山町中付近 Loc.1に現れた段丘面の撓曲変形と護岸工の横ずれ変位を伴う変位。

25cm 間隔の等高線図を描いたものである。その際、GCPを撓曲変形の現れた地表を取り囲むように10箇所設置し、それらの位置座標をGNSS計測から求めて点群データの位置補正を行った。

図3より、屈曲して流れる若山川に取り囲まれる低位段丘面にN60E走向(赤矢印を結ぶ位置)の比高約1mの北落ちの撓曲崖(例えば区間d~e)が直線的に発達する。地震断層が川を横切る区間a~bでは、北側落ちの断層変位の結果、上流側で川幅が広がっている。逆に地震断層が川を横切る区間e~fでは、上流側の相対的隆起に伴い上盤側に瀬が形成されている。地震断層が尾根(林地)を横切る区間c~dでは、逆向き(北落ち)の小崖が形成されている。写真5に認められた左横ずれ変位も系統的に連続することが確認出来き、その変位量が1.2m程度であることが判る。隆起部(Upで示した部分)に沿った地表の歪みも生じており、等高線の配列から本来なら水

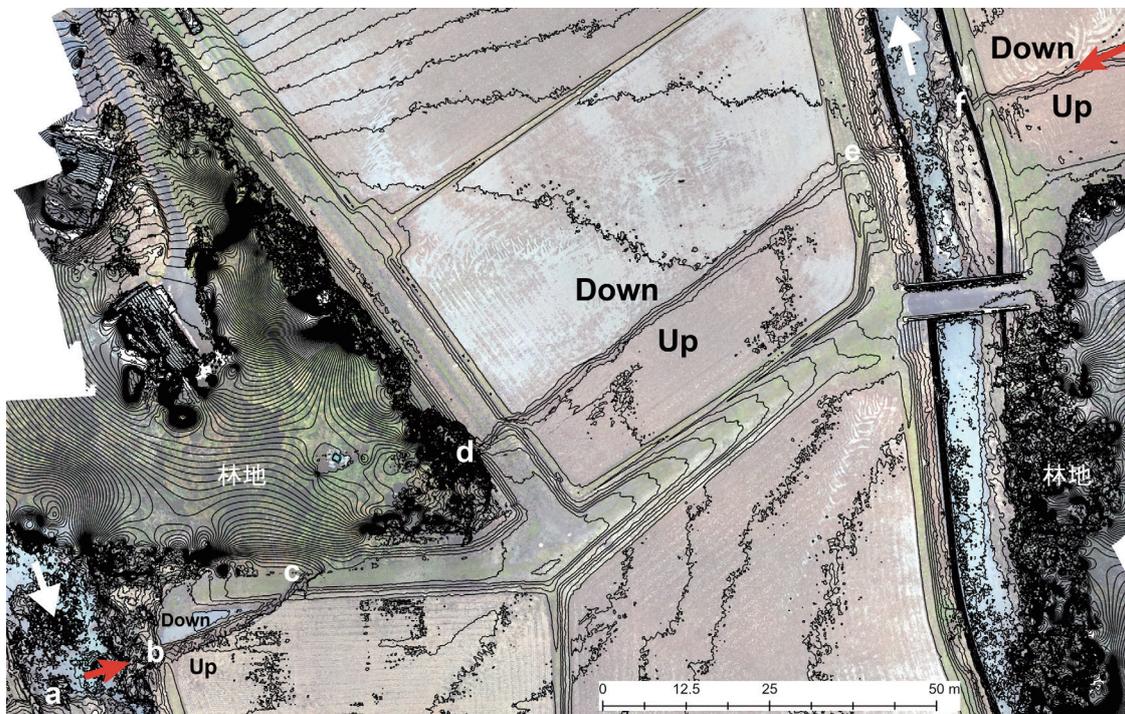


図3 珠洲市若山町中(Loc.1周辺)に出現した地震断層に沿った詳細地形図(等高線間隔25cm)。
Up: 隆起部 Down: 沈下部. 赤い矢印が低断層崖・撓曲崖の端部に対応. 白地アルファベットで低断層崖・撓曲崖の連続を示した.

平な水田面が、隆起部の北側で北東方向、南側で南西方向にそれぞれ傾下していることが判る。さらに、図3南西端の区間b～c（写真6参照）では、比高2mの北落ち低断層崖が形成され正断層的な断層形態を示すとともに、下盤側が楔状に河道（西）方向に押し出されているようにも見える。

写真7は、Loc.1よりもさらに西方向に低断層崖・撓曲崖が連続していることを示している。

この撓曲崖・低断層崖の形成を、地震を引き起こすようなテクトニックな動きよりは、若山川河谷沿いに発達する南向きおよび北向きの大規模地すべり地形の動きに伴うものと捉えようとする考えもある（佐藤ほか, 2024）。佐藤ほか(2024)は、若山川河谷を対象に地震前後のALOS-2データについてピクセルオフセット画像を生成し地表変位の計測を行った。その結果、若山川を挟んで南北に分布する大規模地すべり地形（図2）が、地震時に河谷中央に向かって、それぞれ北および南方向に動き、河谷中央で衝突したことで局所的なノンテクトニック断層による盛り上がりが発生し

たと指摘した。すなわち河谷両岸斜面の河谷中央方向への動きでバレーバルジングが発生したことを示唆している。

4. まとめと課題

令和6年1月1日に発生した令和6年能登半島地震（M7.6）では、海岸線の顕著な地震性隆起が出現した。地震に伴う海岸線の隆起は、岩石海岸



写真6 地震断層に沿って現れた北落ちでほぼ垂直の低断層崖。第3図の区間b～cに沿って出現した正断層を思わせる断層面。



写真7 若山川河谷に沿ってLoc.1から西方に連続する地震断層。赤矢印が地震に伴う地形面変位の位置。

のみならず、汀線から外浜を含む砂質海岸でも起こり、そこが今後の浸食で残りにくい場であることを考慮すれば、その記録を残す点で意義がある。

能登半島東部の内陸部・若山川流域で地震に伴って形成された正断層的な変位様式を示す断層変位は、若山川河谷の両岸に発達する大規模地すべり地形の動きに伴われたものとする指摘がある。今回の地変の発生の場合、大きな連続的な向斜軸に挟まれた位置に断続的に発達する背斜軸部に現れ、また地震時の地形変位が若山川の穿入蛇行区間に現れていることは、ここが相対的に隆起傾向にありこのような変位が、少なくとも過去数千年間に亘って継続的に現れてきたことを示唆している。今後、地震変位の時系列的動きや浅層の地下構造の解明から、この若山川沿いの地震断層の発生機構を明らかにすることが期待される。

文献

- 石山達也・立石良・安江健一 (2024) : 令和6年能登半島地震 (M7.6) で生じた海岸隆起 (速報その4), <https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/eq/20465/>, (2024年9月20日参照).
- 気象庁, 令和6年能登半島地震等の関連情報. 気象庁HP, https://www.jma.go.jp/jma/menu/20240101_noto_jishin.html, (2024年9月20日参照).
- 国立研究開発法人 防災科学技術研究所: 地すべり地形分布図, 地すべり地形GISデータ, https://dil-opac.bosai.go.jp/publication/nied_tech_note/landslidemap/gis.html, (2024年3月9日参照).
- 国土地理院・地理院地図, <https://maps.gsi.go.jp/#5/36.104611/140.084556/&base=std&ls=std&disp=1&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f1>, (2024年11月18日参照).
- 令和6年能登半島地震金沢大学合同調査チーム (2024) 令和6年能登半島地震による珠洲市の海岸隆起について. <https://www.kanazawa-u.ac.jp/research/centers/kud/hiramatsu-3>, (2024年9月20日参照).
- 佐藤浩・八木浩司・宇根寛・小村慶太郎 (2024) : 令和6年能登半島地震のALOS-2データピクセルオフセットによる地すべり性地表変位の計測. 日本地すべり学会第63回研究発表会講演要旨集, 36–37.
- 白濱吉起・石山達也・立石良・安江健一 (2024) : 令和6年能登半島地震 (M7.6) に伴い若山川沿いに生じた地表地震断層【速報】. <https://www.eri.u-tokyo.ac.jp/eq/20465/>, (2024年9月20日参照).
- 宍倉正展・行谷佑一・越後智雄 (2024) : 第四報 2024年能登半島地震の緊急調査報告 (海岸の隆起). <https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/noto2024/noto2024-04.html>, (2024年9月20日参照).
- 八木浩司・佐藤昌人・山田隆二 (2024) : 令和6年能登半島地震に伴う斜面変状の空撮画像紹介. 日本地すべり学会誌, **61**, 130–131.
- 安江健一・立石良・石山達也・松多信尚・廣内大助・白濱吉起 (2024) : 令和6年能登半島地震に伴う海岸変化. 第四紀研究, **63**, 8–10.
- 吉田一希 (2024) : 石川県珠洲市若山町に出現した上下変位を伴う線状の地表変状 (速報). <https://www.gsi.go.jp/common/000254854.pdf>, (2024年9月20日参照).
- 吉川敏之・鹿野和彦・柳沢幸夫・駒澤正夫・上嶋正人・木川栄一 (2002) : 珠洲岬, 能登飯田及び宝立山地域の地質. 地域地質研究報告 (5万分の1地質図幅), 産総研地質調査総合センター, 76p.