

11 - 13 能登半島地震のオフフォルト余震活動と周辺活断層への影響

Off-fault aftershocks of the Noto Hanto earthquake and influences on nearby active faults

遠田 晋次 (東北大学災害科学国際研究所)

Shinji Toda (International Research Institute of Disaster Science, Tohoku University)

令和 6 年 (2024 年) 1 月 1 日に発生した能登半島地震 (M7.6) では、井上・岡村 (2010)¹⁾ による能登半島北岸沖の断層群と佐渡西沖へ延びる海底活断層の約 150km 区間が連動した。国土交通省 (2014)²⁾ の F-43, F-42 断層に相当する部分に加え、輪島市門前町～志賀町北部の沖合の活断層も活動したと推定される。震源域の南西端付近では、2007 年 3 月 25 日に平成 19 年能登半島地震 (M6.9) が発生している。この地震では井上・岡村 (2010)¹⁾ の門前沖セグメントの東半分が活動し、海岸線が最大 70cm 隆起した³⁾。令和 6 年能登半島地震の余震域の南西側はこの 2007 年震源域をはるかに超えて海士岬南端にまで延びる。余震分布を詳細にみると、この部分では北北東走向で東南東傾斜の逆断層が認められる。このことから、今回の震源断層は全体として珠洲から輪島西沖までは東北東走向で、それより西側では海岸線に沿って「く」の字状に曲がり海士岬付近まで連続するとみられる。余震のメカニズム解⁴⁾ もこの構造に整合する。

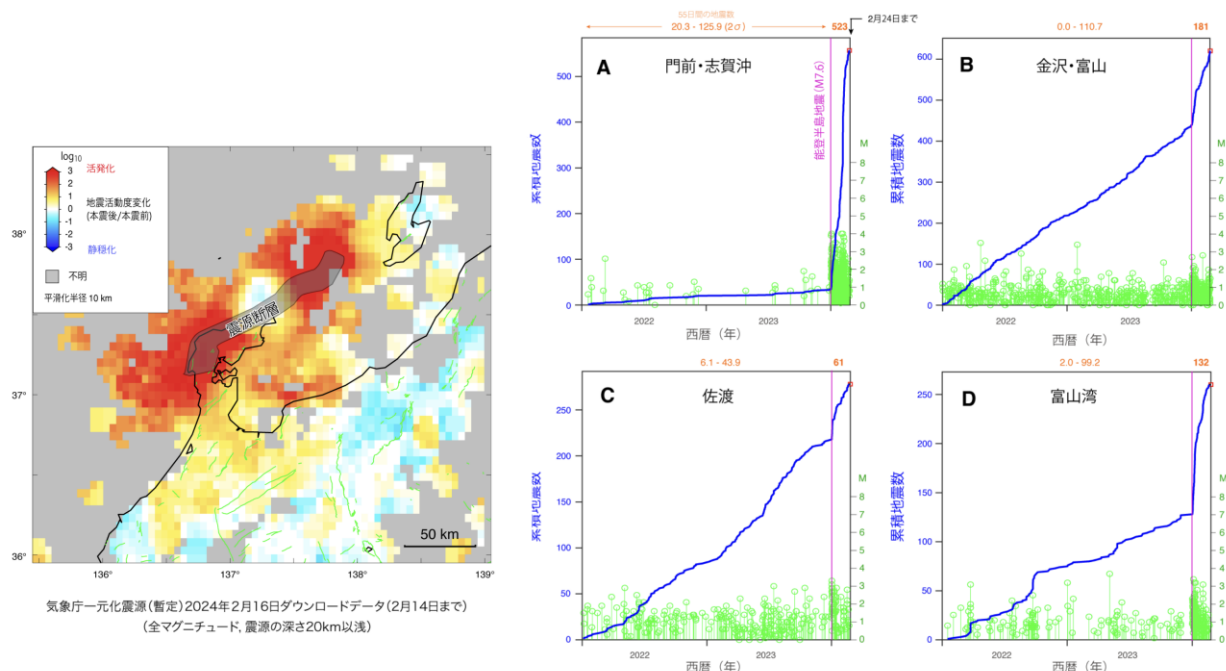
余震の総数は 1994 年北海道南西沖地震 (M7.8) と同程度に多い⁵⁾。しかし余震減衰は顕著で、余震減衰を示す大森一字津式の p 値は 1 を超え、破壊域での今後の余震ハザードは急速に減少している。その一方で、震源域外での広義の余震 (オフフォルト地震) を無視することはできない。第 1 図には、気象庁一元化暫定震源について、本震前 2 年間と本震後の地震発生率変化を示した。また、図の右には各地域での 2 月 24 日までの時系列を示す。震源断層から約 100km 以内の地域では、本震時の反応と顕著な地震発生率の増加が認められる。本震前の平均発生率と比較すると、志賀沖 (A) では約 60 倍、陸域の富山市～金沢市周辺にかけて (B) では約 5 倍、佐渡周辺 (C) では約 3 倍、富山湾 (D) で約 10 倍の活発化がみられる。

これらの地震活動が本震による応力伝播に起因するかどうかを確かめるため、事前の活断層分布・地質構造・余震分布・地殻変動を考慮した震源断層のフォワードモデルを作成し (第 1 表)、静的ターロン応力変化 (Δ CFF) を計算した (第 2 図)。その結果、震源断層の南東に位置する富山湾を除き周辺域で Δ CFF が正となり、これらのオフフォルト余震は応力伝播に反応したものとみられる。一方で、富山湾の活動について両者は矛盾し、地震動による動的応力変化、もしくは第 2 図に示したような横ずれ断層系の活動が励起された可能性も考えられる。第 3 図には、周辺活断層への Δ CFF を示した。概ね第 2 図と同じ傾向がみられ、主要活断層の 1 つである邑知潟断層帯には 0.1MPa 程度の応力増加が見込まれる。眉丈山断層に関しては、 Δ CFF は断層傾斜や摩擦係数に大きく依存する。

参考文献

- 1) 井上卓彦・岡村行信 (2010) 能登半島北部周辺 20 万分の 1 海域地質図及び説明書, 陸海シームレス地質情報集「能登半島北部沿岸域」, 数値地質図 S-1, 地質調査総合センター。
- 2) 国土交通省 (2014) 日本海における大規模地震に関する調査検討会報告書, 43p, https://www.mlit.go.jp/river/shinngikai_blog/daikibojishinchousa/houkoku/Report.pdf

- 3) Awata, Y. et al. (2008) Coastal deformation associated with the 2007 Noto Hanto earthquake, central Japan, estimated from uplifted and subsided intertidal organisms. *Earth Planets Space*, **60**, 1059-1062.
- 4) 防災科学技術研究所 (2024) F-net 地震のメカニズム解情報, <https://www.fnet.bosai.go.jp/event/joho.php?LANG=ja>
- 5) 気象庁(2024)「令和 6 年能登半島地震」について(第 12 報)ー引き続き活発な地震活動に注意ー, <https://www.jma.go.jp/jma/press/2401/08a/kaisetsu202401081400.pdf>
- 6) 佐藤比呂志ほか (2021) 断層モデルの構築, 令和 2 年「日本海地震・津波調査プロジェクト」成果報告書, 275-303.



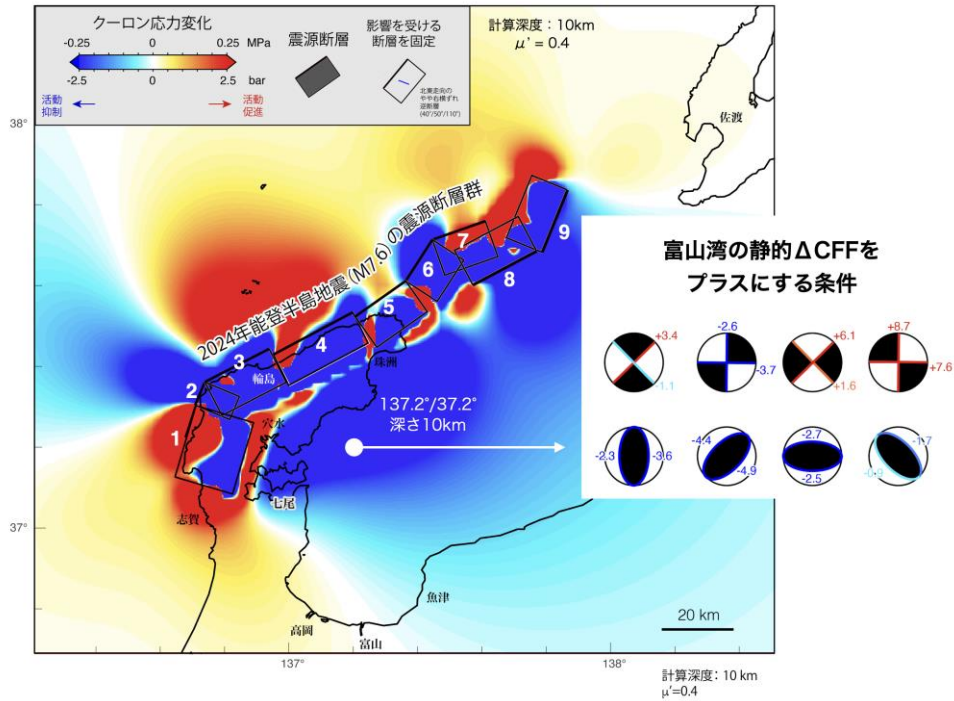
第 1 図 本震前 2 年間の地震活動に対する本震後 45 日間の地震活動度の変化. 右は 4 つの地域の本震後 55 日間の時系列.

Fig. 1 Seismicity rate change associated with the Noto Hanto earthquake comparing the 45-day aftershock rate with the preceding two-year background rate. Right four panels are seismic time series until the February 24.

第 1 表 静的クーロン応力変化の算出に用いた能登半島地震の震源断層モデル. 断層番号は第 2 図を参照.

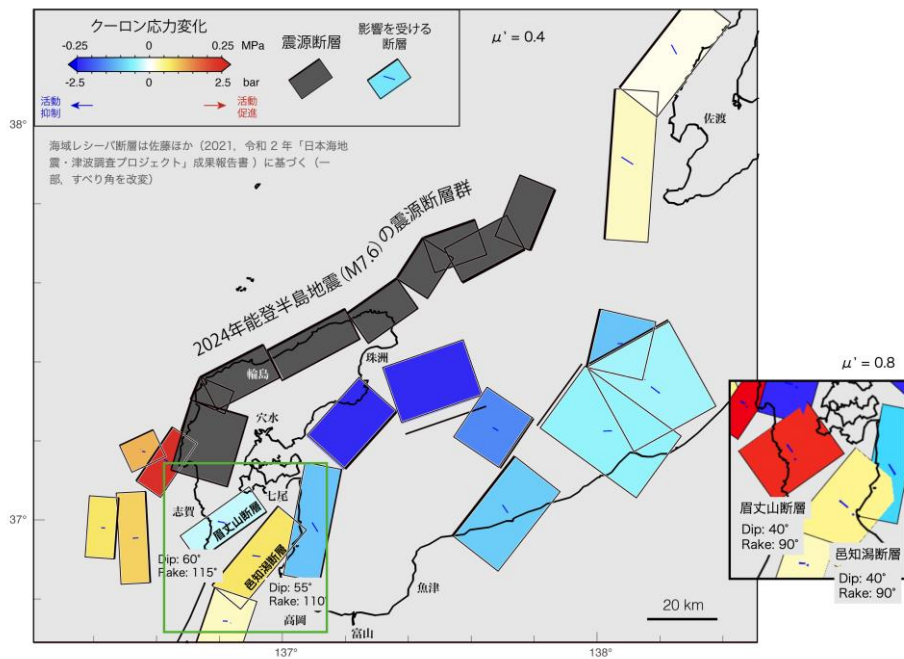
Table 1 Source fault model of the Noto Hanto earthquake used for static Coulomb stress change. Fault number is referred to Fig. 2.

断層番号	経度 [°]	緯度 [°]	上端深さ [km]	長さ [km]	幅 [km]	走向 [°]	傾斜 [°]	すべり角 [°]	すべり量 [m]
1	136.637	37.123	2.0	19.5	18.7	15.3	40.0	90.0	1.50
2	136.705	37.397	0.0	6.9	20.8	22.7	60.0	90.0	6.00
3	136.735	37.353	0.0	20.0	20.8	62.8	60.0	130.3	6.00
4	136.946	37.420	0.0	24.9	17.1	62.0	55.0	135.0	4.00
5	137.197	37.513	0.0	17.1	17.1	54.9	55.0	115.2	2.00
6	137.353	37.600	0.0	13.6	20.8	32.9	60.0	105.0	2.50
7	137.435	37.700	0.0	15.6	20.8	70.7	60.0	115.2	2.00
8	137.754	37.673	0.0	20.0	16.6	242.0	50.0	90.0	1.50
9	137.849	37.821	0.3	18.6	16.3	202.2	50.0	90.0	1.00



第 2 図 能登半島地震による静的クーロン応力変化。計算深度は 10km，見かけの摩擦係数は 0.4 に設定。

Fig. 2 Static Coulomb stress imparted by the Noto Hanto earthquake. Calculation depth and apparent friction are assumed to be 10 km and 0.4 respectively.



第 3 図 能登半島地震による周辺活断層への静的クーロン応力変化。海域活断層は佐藤ほか⁶⁾を参考に設定。応力変化は断層中央部での値。

Fig. 3 Static Coulomb stress change resolved onto the active faults nearby the 2024 source faults. Faults offshore are based on Sato et al. (2021). Amount of stress change is sampled at the center of each fault plane.