

【CO01】

上越地域における令和6年能登半島地震の地すべり観測事例

株式会社 日さく ○沼澤 輝久、竹内 均、小川 知史

1. はじめに～地震時の上越地域の状況～

令和6年1月1日16時10分頃に発生した令和6年能登半島地震（以下、本地震と略）において上越地域では沿岸部を中心に最大震度5強の強い揺れを観測した（図-1）。

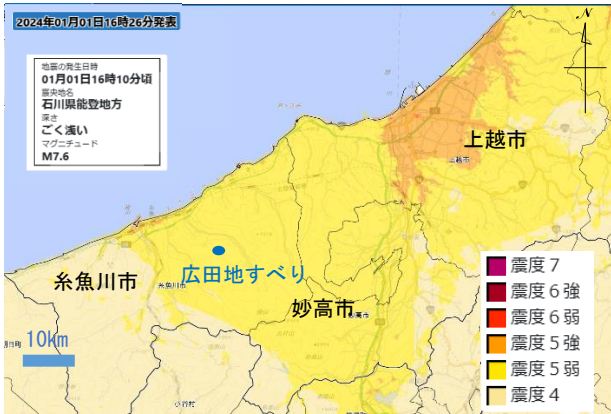


図-1 上越地域の推計震度分布図¹⁾

本地震当時の上越地域の気象状況を表-1に示す。地震発生時に降水はなかったが前日にはまとまった降水が観測され、融雪が進んでいた。筆者らが観測を行っている複数の地すべり地において、地震時に突発的な水位変動や歪変動が観測された例をここに紹介する。

表-1 本地震時の上越地域の気象状況²⁾

観測地点	24時間雨量(mm)	地震24時間前積雪量(cm)	地震時積雪量(cm)
気象庁 糸魚川	18.5	観測なし	観測なし
気象庁 能生	36.5	8	0
気象庁 関山	22.5	1	0
気象庁 高田	32.5	16	12
気象庁 安塚	29	23	17

2. 広田地すべりの歪変動・水位変動

広田地すべりは糸魚川市の早川流域に位置し、令和5年の融雪期に発生した。本地すべりはいわゆる「大規模地すべり」³⁾（荻田ほか、2016）に相当し、すべり面に著しい非対称性がある。斜面上部西側では地温勾配が高く、電気伝導度の高い深層地下水が賦存する特徴を有す。

本地震直後には複数の観測孔で突発的な歪変動の発生が観測され、一部の深度では測定限界を超える歪変動を観測した。一方で累積性はみられず、地すべり方向と直交するY方向の歪変動も同時に観測された（図-2）。複数の観測孔においてY方向の歪変動がより大きいことから、土塊全体が不安定化する地すべりは発生しなかったと考えられる。またすべり面より浅部において歪変動が集中しており、地すべり土塊内部で動きがあったことを示唆している。一方ですべり面付近にて大きな歪がみられた観測孔も存在した。すべり面が弱面として作用し、土塊

が揺すられたと考えられる。

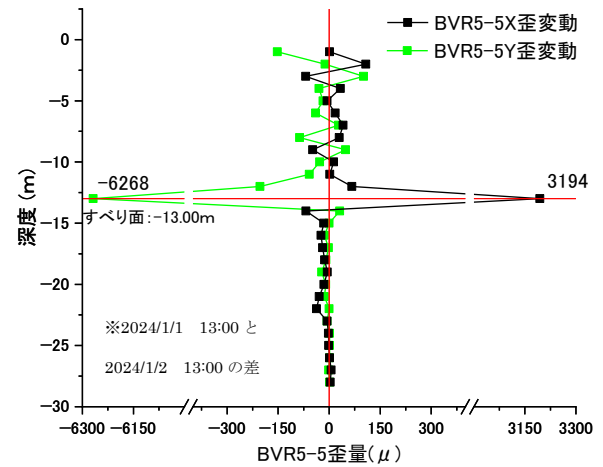


図-2 斜面中部での本地震前後の歪変化量

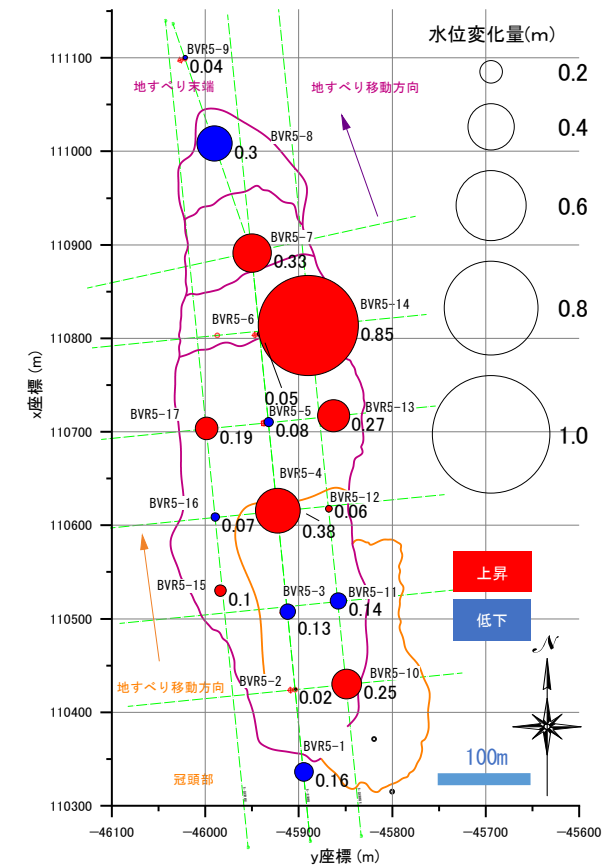


図-3 広田地すべりにおける本地震前後の水位変動量

地震時の突発的な水位変動も程度の差はあるものの本地すべりの全観測孔で観測された（図-3）。

変動量の大きい傾向にある地すべり東側では、すべり面の非対称性により移動層が薄い場合、深層地下水の影響が小さい。地すべりの規模に対し土塊の変動がごく小さいことから、土塊内部の局所的な変形に依存した水位変動が生じたと考えられる。そのため浅層地下水の影響

の強い地すべり東側で水位変化量が大きくなったと推測される。

3. 広田地すべりの水温変動

斜面上部西側の BVR5-15 では、深層地下水の挙動を調べるために多点温度センサーを設置していた。温度センサーは 0.5m の間隔で配置されており、深度 40m の深さまで孔内の温度を 1 時間毎に自動測定した (図-4)。

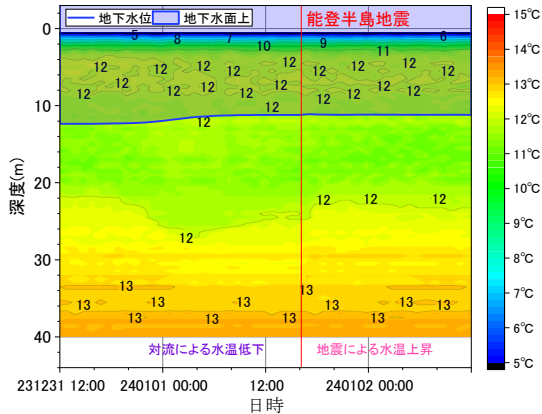


図-4 地震前後の孔内温度の変化

本地震前日の午後から 20m~34m の水温が低下している。これは降水に伴う冷たい浅層地下水の孔内流入により、対流が発生し、深部の地下水温が低くなったと推測される。その後ゆっくりと水温が回復したが、本地震の約 30 分後に 20~32m における水温が突発的に上昇した。水温の上昇量としては僅かであるが、本地震前の水温上昇に比べ変化が急である。地震動により短期間で深層地下水が供給された結果と推測される。

4. 上越地域での本地震による地すべり観測事例

本地震前後のデータを取得できた地すべり観測地は19箇所である (図-5)。うち7箇所にて地震による100 μ 以上の歪変動が観測された。歪変動が観測されなかった12箇所においても、7箇所は0.2m/時間以上の顕著な水位変動がみられた。残りの5箇所では歪・水位共に明確な変化は観測されなかった。同一地区の複数の観測孔で顕著な歪変動が観測されたのは、広田地区のみであった。

顕著な歪変動がみられた地区は、震央から距離に近い傾向にあった (図-5)。一方で歪変動がみられた地区の地すべり方向を図-5に示したが、規則性は認められなかった。既往研究では「地震による地すべりの発生は、斜面勾配や地質構成よりも震源断層からの距離に影響される」⁴⁾ (ハスパートルほか、2011) とされており、集計数は少ないが、本地震の上越地域でも同様の傾向がうかがえた。

とくに集計箇所の中で最も震央に近かった A 地区 (仮称) では地震後に地表面の変状が現れ、地すべりの活動が認められた。本地震直後に最大で約20000 μ の歪変動が生じ、1週間ほど累積が継続した。今回の集計箇所のうち、歪変動の累積性が認められたのは A 地区のみであった。

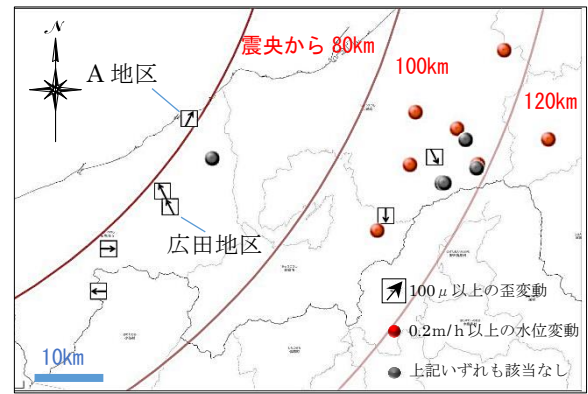


図-5 集計地点分布図⁵⁾(矢印方向は地すべり方向)

5. まとめ

既往研究では大部分の地すべりが震度5強以上、最大加速度500Gal以上の地域で発生した⁴⁾ (ハスパートルほか、2011) と報告されている。本地震において最大加速度が500Galを超えた観測点は佐渡島の小木を除き、新潟県内に存在しない。上越地域では約200~400Gal程度⁶⁾とされ、土塊全体を動かすほど地震動は強くなかったと考えられる。そのため多くの地すべりで単一の観測孔のみが歪変動をみせたように、地すべりは土塊一部の变形にとどまったと推測される。また広田地区のように土塊内部の变形のみが起き、水位変動が発生したと推定される。一方で本地震前日に降水が観測されており、降水による間隙水圧の上昇によって通常よりも地すべりが発生しやすくなっていた可能性がある。その結果、沿岸部の A 地区のような比較的地震動の強かった地域で土塊全体の動く地すべりに至ったのではないかと考えられる。

《引用文献》

- 1) 気象庁：推計震度分布図 (に加筆) (最終閲覧日 2023. 5. 29)
https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#11/37.058/138.132/&contents=estimated_intensity_map&id=202401011610
- 2) 気象庁：観測地点「糸魚川」「能生」「関山」「高田」「安塚」(最終閲覧日2023. 5. 30)
<https://www.data.jma.go.jp/gmd/risk/obsdl/>
- 3) 荻田茂・相楽渉・大規模地すべりの機構解明研究委員会(2016)：我が国の大規模地すべりの形態と機構、地すべり、Vol. 53、No. 5、pp. 12-25
- 4) ハスパートル・石井靖雄・丸山清輝・寺田秀樹・鈴木聡樹・中村 明(2011)：最近の逆断層地震により発生した地すべりの分布と規模の特徴、地すべり、Vol. 48、No. 1、pp. 23-38
- 5) 国土地理院地形図 (に加筆) (最終閲覧日2024. 5. 24)
<https://maps.gsi.go.jp>
- 6) 防災科学技術研究所 強震観測網(K-NET、KiK-net) (最終閲覧日2024. 5. 29)
<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/quake/>