

能登半島地震による土砂災害の特徴

三重大生資 ○林 拙郎・近藤観慈(故人)・沼本晋也, 新潟大農 川邊 洋
 (独)土研雪崩センター 花岡 正明, 国総研 秋山 一弥, 日本工営 鈴木 滋
 砂防地すべりセンター 向井啓司, 国土防災 福田睦寿

1. はじめに

能登半島地震は、震源が能登半島の能登金剛北の黒崎海岸沖に位置するほぼ直下型地震であり、震源近くの輪島市門前町に多くの被害が集中した。地震による崩壊等のうち土砂災害の発生件数は 64 箇所(国交省砂防部, 2007)であり、地震加速度や地震動の発生状況と被害との関連について報告する。

2. 能登半島地震の概要

各機関が推定した震源断層は、東北東-西南西走向、南傾斜で右横ずれ成分を含む逆断層で、断層面の傾斜角は 63° 、走向は $N55^\circ E$ を示し、結果的に南東側の地塊が北西側の地塊にのり上げるような断層運動を起こした(図-1参照)。断層の北東縁(上縁、浅い方の縁)の陸地側は、輪島市門前町で日本海に注ぐ八ヶ川(後述)に沿い、東北東(輪島市方面)に向かう方向が想定されている。すなわち、八ヶ川河口から東北東方向に延ばした線と、その南約 7km の平行線に挟まれた帯状の地域を中心に激しい地震動に見舞われたと考えられる。この区域は、これまでの地震災害の例から、特に被害が大きいといわれている逆断層の上盤側に当たっている。

家屋等被害状況は、次の 4 市町、輪島市、志賀町、七尾市、穴水町だけで家屋被害の 95% を超え、家屋被害率の高い市町は上位 3 市町に集中している。

能登半島北西部の地質は、図-2に示すように輪島市から旧門前町にかけて、smgつまり、新第三紀中新世前期の砂岩・泥岩・礫岩層(縄文互層、あるいは道下礫岩層)が分布し、輪島市中心部より東側では、同じく中新世前期の安山岩類が広く分布する。さらに、八ヶ川周辺の縄文互層の上位に不整合で接する砂岩・泥岩・礫岩層(道下礫岩層)が分布し、その分布範囲では多くの地すべり地形が発達する。

3. 加速度分布

各観測点の最大地震加速度による等加速度分布を図-3(EW 成分)に示す。EW 成分 3 箇所では加速度の高まりがみられるが、西側で大きいところは、震源に近い K-NET 富来である。東側で加速度の大きい K-NET 穴水は軟弱な地盤とされており(宮島, 2007)、その東の K-NET 能都の地盤も同様と考えられる。一方、K-NET 輪島観測点は岩盤上の観測点であることを考えると、穴水周辺の岩盤上の加速度は距離的にも輪島と程度であったと考えられる。このように考えると、基盤上の加速度は EW, NS 成分ともにほぼ同心円状に分布したとみられる。穴水町で加速度、家屋被害率が高いにもかかわらず、崩壊が少なかったのは、K-NET 穴水と周辺の軟弱な地盤が関係しているとみられる。

4. 山地の土砂災害

斜面崩壊等、土砂災害の発生箇所を右の図-3に示す。砂防学会調査団が行った調査箇所も同図(▲印)に示しているが、この図には、能登有料道路の崩壊のような大規模な盛土の崩壊は示されていない。図-3に示すように斜面崩壊等

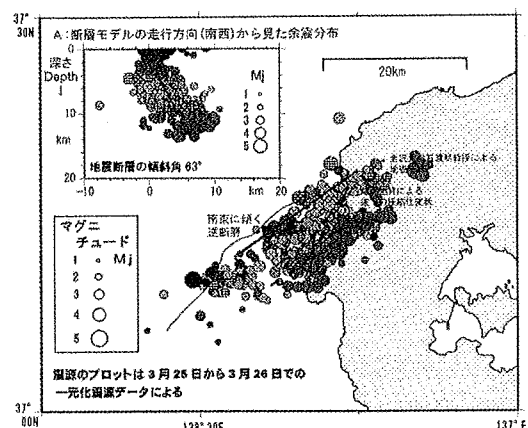


図-1 余震分布と基盤の活構造(国土地理院, 2007)

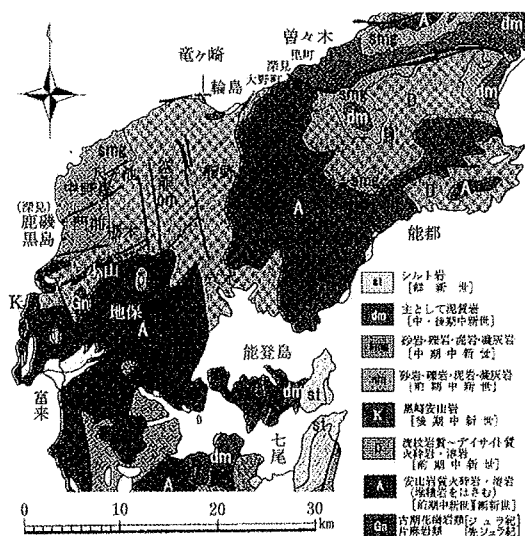


図-2 地質図(鮎野, 1993)

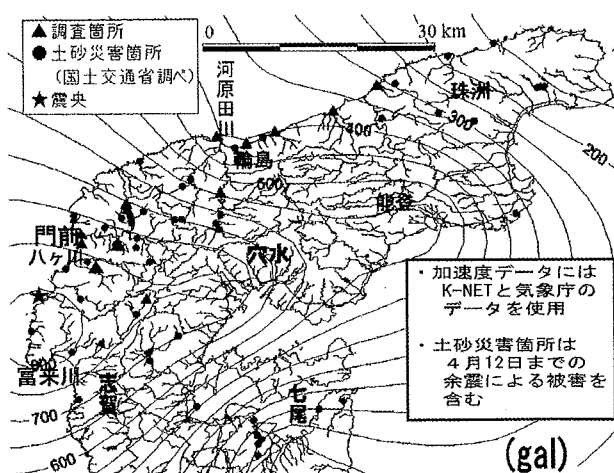


図-3 等加速度曲線と土砂災害箇所(E-W成分)

は、地震加速度500gal～700gal程度の範囲にほぼ集中しており、鳳至山地に相当している。加速度のEW、NS成分は、震源を中心として、北東の輪島から南の志賀町付近までがNS成分500gal、EW成分で700gal程度であり、斜面崩壊等もこの範囲に多くみられる。一方、七尾市中心付近や、半島北部東側(珠洲市)の300～400gal以下の区域にも崩壊等の被害があるが、これらの被害は10m³程度の小崩壊であり、個別の発生要因が作用したものとみられる。

1) 輪島市熊野の崩壊(写真-1)

河原田川中流部の熊野町付近の右岸斜面の崩壊(斜面長約80m、幅50m)が河原田川を閉塞し、天然ダムを形成した。堆積延長約70m、水路幅3～5mの狭窄部を形成、上流側に水深約2m川幅約25m湛水延長約200mの湛水域を形成した。

2) 中野屋の崩壊(図-4、写真-2)

この崩壊(幅約40m、長さ約60m)は今回の地震に関係するとみられる中野屋の断層の北約500m付近に位置する。谷筋内の一部の堆積物は流動化して約230mを25日から27日にかけて流下し、人家の直上流の堰堤で停止した。

3) 門前町鹿磯の崩壊(図-5)

門前町鹿磯の施設被害では、土塊の移動状況から全11本の内、表面上被害の無い他のアンカー工8本にも破損が生じている可能性も考えられる。この斜面の防止施設については、付近の法枠工の斜面と比較すると、相対的に安全度の高い工法が施工されていたと考えられるが、地震動によって被災を受けた。

4) 海岸部の崩壊

海岸部の崩壊として、輪島市中心部から東に珠洲市真浦町まで海岸沿いに繋がる国道249号沿いに岩盤崩壊を含む斜面災害箇所が4箇所あった。また、輪島港の西側、日本海に突き出して海食崖の地形をなす竜ヶ崎の西側斜面で南北に2カ所の崩壊がみられ、この他にも海岸部での崩壊が目立った。

5. 最大加速度・最大速度および卓越周波数の特徴

地震力の指標となる最大加速度(比較的短周期で脆弱な地盤での落石や中小規模の崩壊に関係する)と地震エネルギーの指標となる最大速度(比較的長周期で大規模な崩壊や地すべりに関係する)の関係図を図-6に示す。

穴水は最大加速度、最大速度ともに大きく、神戸(兵庫県南部地震)の地震動に近い。一方、富来の最大加速度は穴水と同じ程度であるが(富来は穴水より震央に近いが、震源断層(とその延長)を基準に取れば、同程度の距離である)、最大速度はその半分強で、宮之城(鹿児島県北西部地震)での値に近い。卓越周波数に注目すると、富来は、穴水はもとより、神戸・宮之城より遙かに高い周波数成分を含んでいる。富来観測点の表土の層厚が5m弱であるのに対し、穴水観測点では約17mあり、この地盤の違いが、穴水での速度振幅の増幅、長周期化を起こしていると考えられる。表土層の薄い山地斜面や海岸沿いの海食崖では、富来の記録に近い地震動が襲来したであろう。このような地震動の特徴は、海岸沿いの滑落状崩壊や内陸部に中小規模の崩壊は発生しているが、地すべり地帯にも拘わらず、顕著な地すべりの発生が見られなかったことと符合する。

引用文献：林 拙郎他(2007)砂防学会誌，60(2)，51-58，国土地理院(2007)平成19年(2007)能登半島地震を起こした震源断層の姿，国土地理院資料，p2.，Okada Y., Ochiai H., Kurokawa U., Ogawa Y., Asano S.(2007) A channellised long run-out debris slide triggered by the Noto Hanto Earthquake in 2007, Japan Landslides.

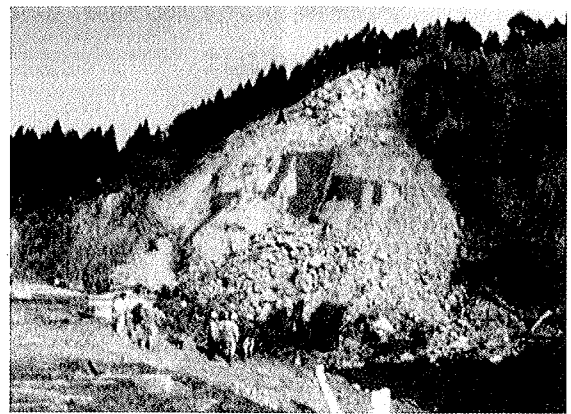


写真-1 輪島市熊野の崩壊と天然ダム

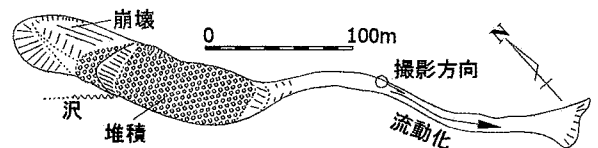


図-4 輪島市門前町中野屋の崩壊と流下跡

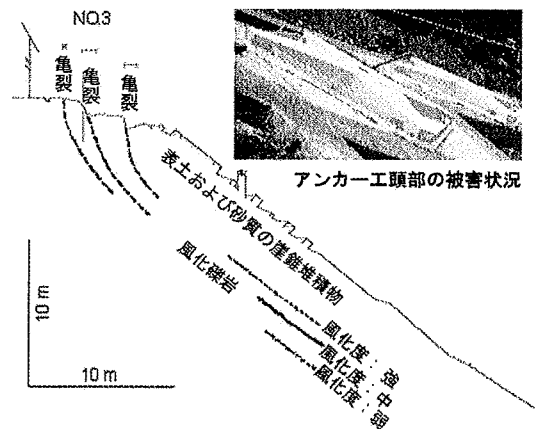


図-5 輪島市門前町鹿磯の施設配置と被害状況

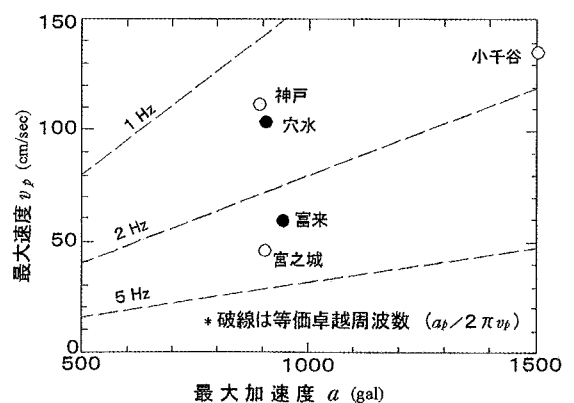


図-6 地震最大加速度と最大速度の関係