

令和6年能登半島地震

調査報告書

(社内技術資料)



Kisojiban

基礎地盤コンサルタンツ株式会社

地震被害調査

○調査期間

- | | |
|-----------------------|-----------|
| 第1回調査：2024年1月10～12日 | 新潟県 |
| 第2回調査：2024年1月16～19日 | 石川県南部・富山県 |
| 第3回調査：2024年1月31日～2月2日 | 石川県北部 |

○調査メンバー

- 本社：森本巖、米岡威、小德基、青山翔吾、山口邦治、小林陵平
関東支社：積田清之
中部支社：上野佑基、岩山浩、柴田雅也、渡辺良、高橋恵理

○報告書執筆・編集

- 本社：森本巖、米岡威、小德基、青山翔吾、山口邦治、小林陵平、山本裕司
関東支社：亀井祐聡
中部支社：上野佑基

※事前の現地調査にあたって関東支社、中部支社の皆様にお世話になりました。また、報告作成にあたって本社の多くの方にお世話になりました。ここに感謝を申し上げます。

文中の被害位置を示す地形図や航空写真、治水地形分類図、土地条件図等は、国土地理院の電子国土 web システムを使用させていただきました。ここに御礼申し上げます。

はじめに

令和6年（2024年）1月1日午後4時10分頃、能登半島北部を震源とするM7.6の地震が発生し、震源に近い輪島市、志賀町では震度7の強い地震動に見舞われました。気象庁では、この地震を「令和6年能登半島地震」と命名しました。

この地震により、死者・行方不明248人、負傷者1,302人、住宅全壊8,560棟（4月23日14時現在、消防庁）等の大きな被害が発生し、最大5万1千人余の住民が避難を余儀なくされました。

地震は能登半島北岸に分布する既往の活断層が動いて発生したもので、震源が能登半島北部であったため、最大加速度が2,000galを超える地震動に見舞われ、また震源が16kmと浅かったため津波が発生し、能登半島の東岸を中心とした地域で浸水被害が発生しました。地震に伴う地殻変動によって能登半島北岸の地盤が最大約4m隆起したこともこの地震の特徴です。このような大きな地殻変動（隆起）が生じたのは、1923年関東地震以来と言われていています。

主として丘陵・段丘からなる能登半島北部では、斜面崩壊や地すべりが頻発して道路の通行止めが多発したため、一時、多くの集落が孤立し、避難や救援等に困難を来しました。

金沢平野等の沖積低地では、砂丘末端部で液状化による地盤の流動が発生し、多くの家屋等が被害を受けました。

本報告書は、現地調査に基づいて地震被害の概要をまとめたものです。既存資料と写真を主体とした内容となっており、被害の実態を皆様に理解していただくことを心がけました。現時点での被害原因の推定に関する記述もありますが、今後の調査・研究の進展によって、記述とは異なる被害原因となる場合もあることをご理解いただければと思います

報告書の執筆に際しましては、各章の引用・参考文献に記した各機関・研究者のデータや調査研究成果を引用させていただきました。ここに御礼申し上げます。

最後になりましたが、今回の地震でお亡くなりになられた方々のご冥福をお祈りするとともに、被災された方々のご健康並びに被災地域の一刻も早い復興をお祈り申し上げます。

令和6年5月

代表取締役社長 柳浦 良行

丘陵造成斜面の崩壊による家屋の移動・傾斜（金沢市田上新町）



丘陵造成斜面の崩壊による家屋の移動・傾斜（能登町藤波）



のと里山海道 横田 IC オフランプの崩壊（七尾市中島町横田）



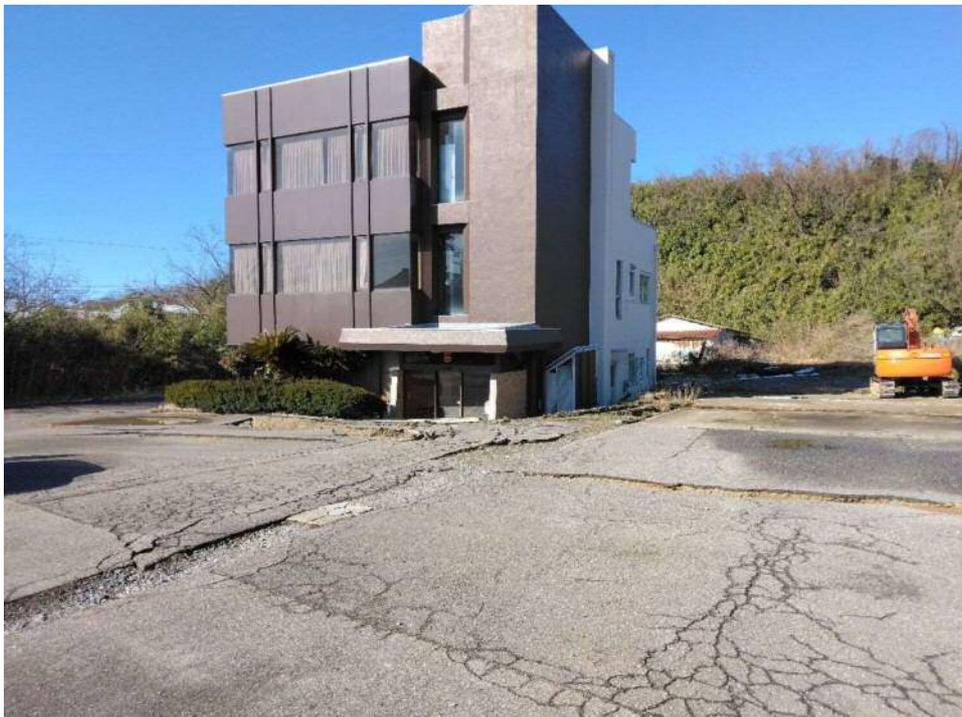
液状化に伴う地盤の流動で起こった路面の波打ち（内灘町西荒屋）



地盤の流動による道路舗装の折れ曲がり（内灘町西荒屋）



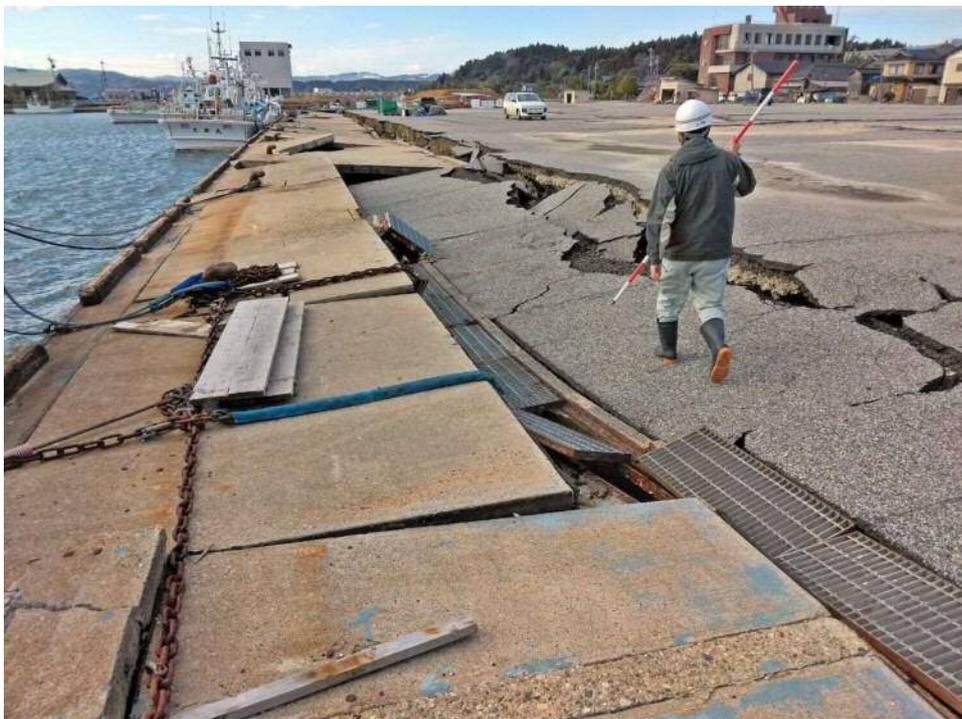
液状化により 1m 余めり込み沈下した 3 階建てビル（内灘町宮坂）



地殻変動による地盤隆起で海底が露出した漁港（輪島市黒島漁港）



大きく沈下した-2.5m 物揚場（珠洲市蛸島漁港）



2 箇所で橋桁が移動し、併設の歩道橋も落橋した鵜飼大橋（珠洲市
宝立町鵜飼）



倒壊した 7 階建てビル（輪島市河井町）



地すべりによる家屋の倒壊・埋没（輪島市市ノ瀬町）



斜面の岩盤崩壊によるトンネル坑口の埋没（能登町宇出津）



目次

	頁
1. 地震の概要	
1.1 地震の諸元	1
1.2 地震に伴う地殻変動および津波	5
1.3 地震動	8
1.4 過去の被害地震および付近の活断層	11
2. 地形・地質	
2.1 概要	13
2.2 新潟県	15
2.3 富山県	17
2.4 石川県	
2.4.1 能登半島	19
2.4.2 金沢平野	19
3. 被害の概要	
3.1 概要	23
3.2 人的被害・住家被害	25
3.3 施設の被害	27
4. 地震被害	
4.1 道路	
4.1.1 橋梁	35
4.1.2 道路	40
4.2 河川・堤防	45
4.3 港湾・漁港	
4.3.1 港湾	49
4.3.2 漁港	60
4.4 建物	65
4.5 地盤災害	
4.5.1 斜面災害	71
4.5.2 宅地災害	79
4.5.3 液状化災害	85
4.6 津波災害	101
4.7 その他の災害	105
5. まとめ	111
あとがき	113

1. 地震の概要

1.1 地震の諸元

(1) 地震と震度分布

2024年1月1日16時10分頃、石川県能登地方（輪島市の東北東30km付近）の深さ16kmを震源とするマグニチュード7.6（暫定値）の地震が発生し、「令和6年能登半島地震」と命名された（以後、能登半島地震と呼ぶ）。この地震により、石川県輪島市、志賀町で震度7、珠洲市、能登町、穴水町、七尾市で震度6強を観測したのをはじめ、震度5強以上は石川県、富山県、新潟県、福井県の4県の30市区町村に上った。

この地震の本震および主要な余震の諸元と各地の震度を表1.1.1に、本震の震度分布を図1.1.1に示す。この地震の最大余震は、当日16時18分の地震（M6.1、最大震度5強）と1月9日17時59分の地震（M6.1、最大震度5弱）である（3月18日時点）。また、余震の最大震度は6弱で、当日16時12分の地震（M5.7、深さ9km）と1月6日23時20分の地震（M4.3、深さ5km）の2つの地震で記録されている。図1.1.2は能登地方の時間別の地震発生回数（震度1以上）を示したものである。地震が発生した1月1日は357回、1月2日は408回、1月3日は175回と100回を超える地震が発生したが、それ以降は急激に地震発生回数が減少し、2月28日は5回となっている。

図1.1.3は、陸のプレートで発生した既往の主要被害地震におけるM3.5以上の地震の発生回数を比較したものである。能登半島地震は、当初、このタイプの地震で最も発生回数が多かった1993年北海道南西沖地震（M7.8）に匹敵する発生回数であったが、その後、発生回数は減少し、2月29日時点では1983年日本海中部地震（M7.7）と同程度となっている。

表1.1.1 本震と主要な余震の諸元（文献1に基づいて作成）

発生日	時刻	北緯	東経	深さ(km)	地震規模M	各地の震度
1/1	16:10	37度29.7分	137度16.2分	16	7.6	震度7:石川県輪島市、志賀町 震度6強:石川県七尾市、珠洲市、穴水町、能登町 震度6弱:石川県中能登町、新潟県長岡市 震度5強:石川県7、新潟県15、富山県7、福井県1
1/1	16:12	37度9.3分	136度39.5分	9	5.7	震度6弱:石川県志賀町香能 震度5強:石川県志賀町末吉千古
1/1	16:18	37度11.9分	136度41.9分	11	6.1	震度5強:石川県穴水町
1/6	23:20	37度10.3分	136度38.7分	5	4.3	震度6弱:志賀町
1/9	17:59	37度54.6分	137度45.8分	27	6.1	震度5弱:新潟県長岡市

この地震の発震機構は、北西－南東方向に圧力軸を持つ逆断層型で、地殻内で発生した地震であるといわれている³⁾。図1.1.4に地震の平面分布および震央付近の北西-南東断面の深度分布を示す。震源データは、気象庁一元化震源データ（本震発生後72時間、M \geq 1.0、深さ35km以浅、描画は地図ソフトGMTを使用）を用いた。桃色で示した既往活断層は、産業技術総合研究所が公表しているデータ⁴⁾を用いた。

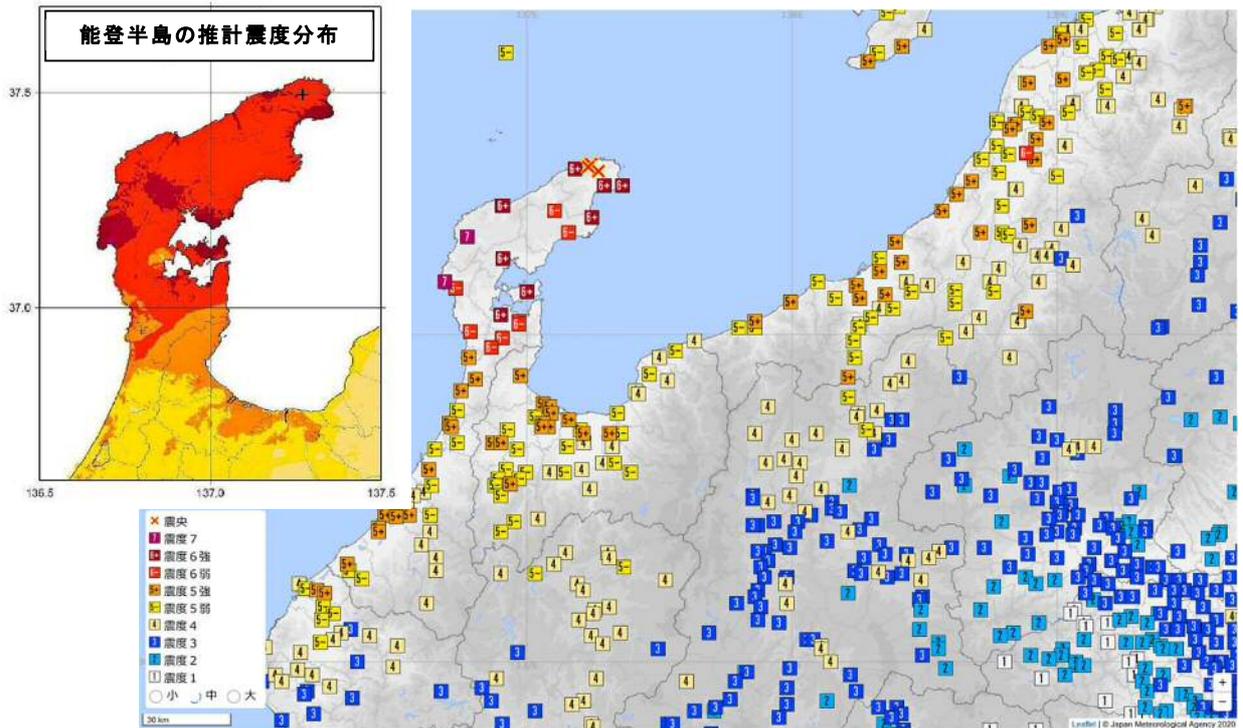


図 1.1.1 石川・富山・新潟各県付近の震度分布および能登半島の推計震度分布¹⁾²⁾

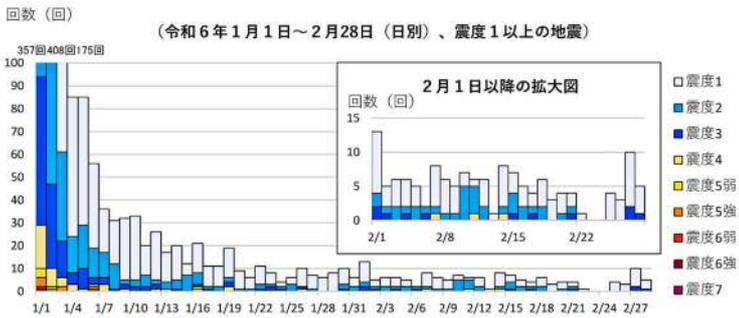


図 1.1.2 時間別地震回数（能登地方）³⁾

地震は能登半島北岸に沿って東北東－西南西方向に凡そ150kmにわたって直線状に分布している。

この地震は能登半島沖に海岸線とほぼ平行に分布する活断層（南東傾斜の逆断層）が活動したものと推測されている。

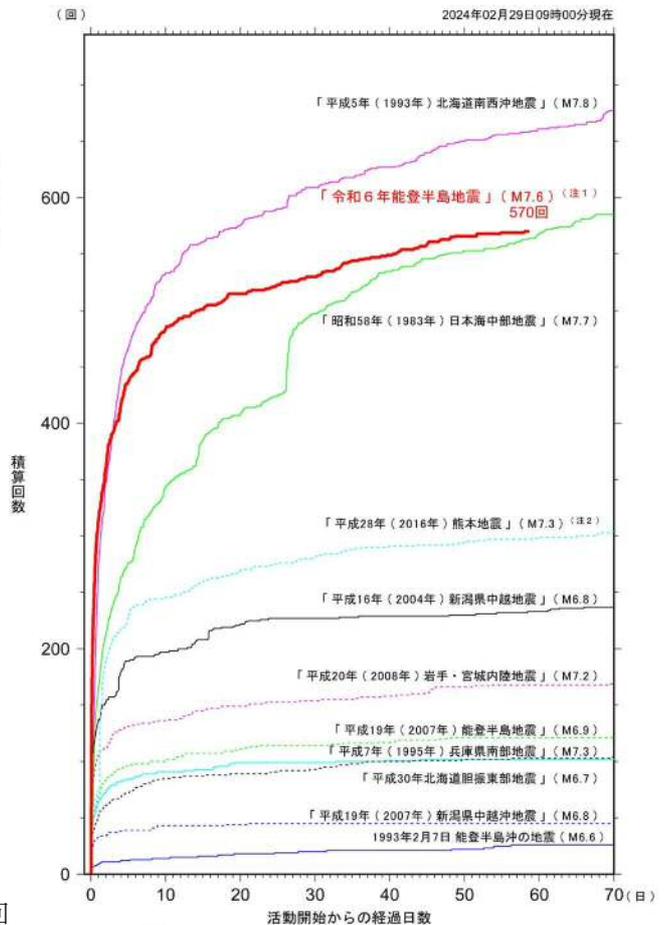


図 1.1.3 陸のプレートでの主な地震の発生回数の比較³⁾

※この資料は速報値であり、後日の調査で変更することがある。
 ※今回の地震のマグニチュードについては、これまでの最大を示している。
 (注1) 2024年1月1日16時10分(M7.6)の地震を起点にカウントしている。
 (注2) 2016年4月14日21時26分(M6.5)の地震を起点にカウントしている。

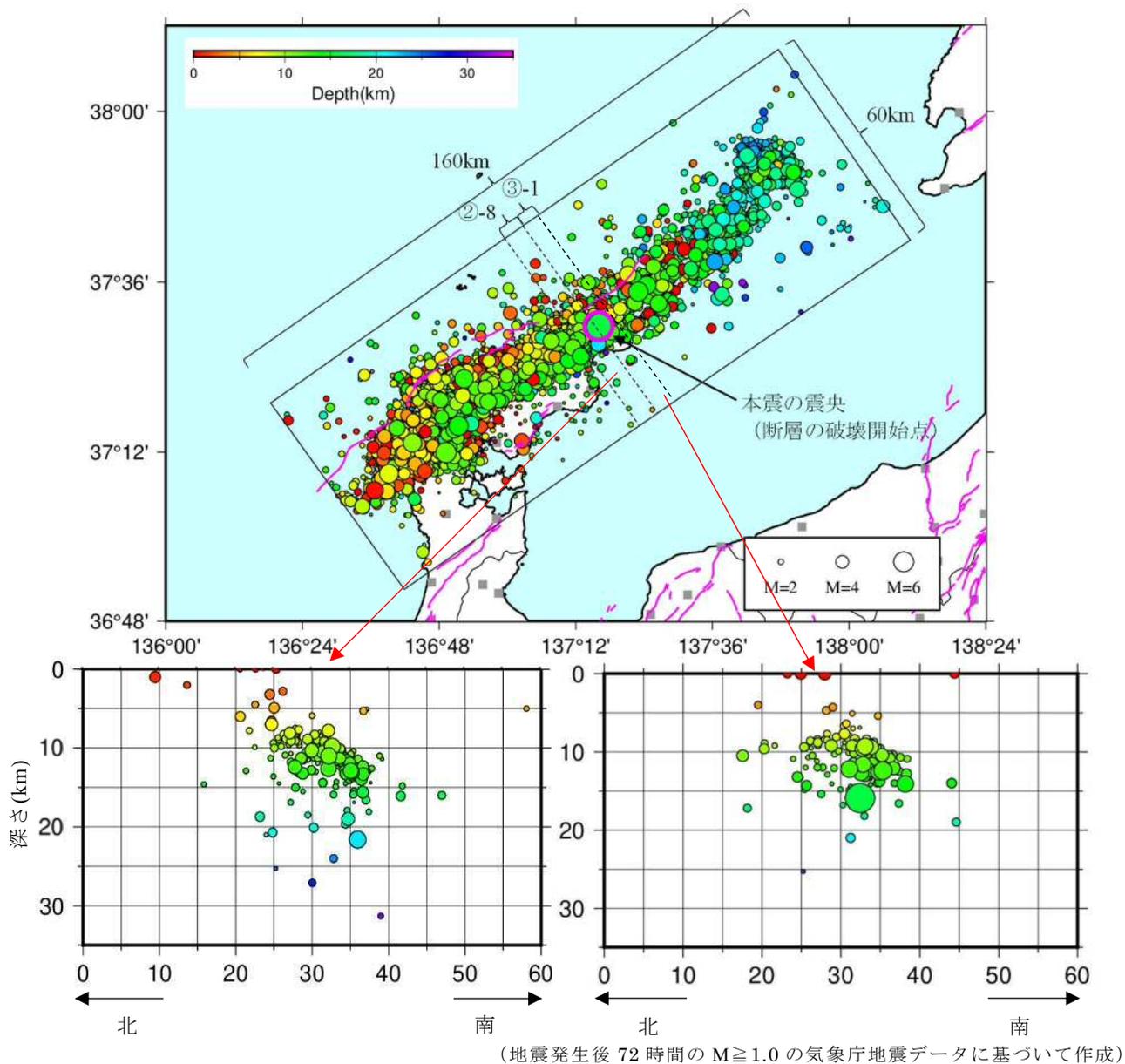


図 1.1.4 地震の平面分布（上図）および深度分布（下図）

(2) 断層モデル

断層モデルは推定に用いるデータの種類によって異なる。ここでは、強震動と地殻変動に基づく断層モデルより推定されるすべり量について示す。

1) 強震動に基づく断層モデル

防災科学技術研究所⁵⁾では震源周辺の26地点の強震記録を用いてインバージョン解析を行っている。断層面は余震の空間分布やメカニズム解、地殻変動記録を参考に、3つの矩形断層面で構成される断層モデルを仮定した(図 1.1.5)。各断層の諸元は表 1.1.2に示すとおりである。

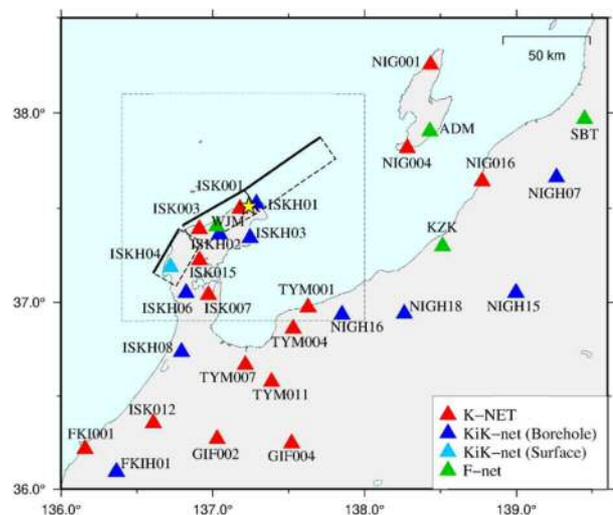


図 1.1.5 強震観測地点および断層面の地表投影⁵⁾ (☆印は震央)

図 1.1.6に最終すべり分布の地表投影を示す。これより最大すべり量は5.3m、断層面全体での地震モーメントは $3.6 \times 10^{20} \text{N} \cdot \text{m}$ （モーメントマグニチュード M_w は7.6）である。大きなすべりは、破壊開始点の北東側にあたる断層面①の浅部領域と破壊開始点の南西側にあたる断層面②と断層面③の浅部領域で見られる。

表 1.1.2 断層面の諸元⁵⁾

断層面	走向	傾斜	走向方向の長さ	傾斜方向の幅
①(北東)	55°	50°	54km	24km
②(中央)	60°	50°	42km	24km
③(南西)	30°	50°	30km	24km
破壊開始点	37.5091°N、137.2373°E、深さ12.09km			

2) 地殻変動に基づく断層モデル

国土地理院⁶⁾では、電子基準点GNSS解析およびSAR解析で得られた地殻変動をもとに、3つの矩形断層を仮定して、小断層に分割したうえで地震時のすべり分布を決定している。

仮定した断層の諸元は表 1.1.3に示すとおりである。

図 1.1.7にすべりの地表投影を示す。大きなすべりは断層1の北側と断層3のやや西側浅部にみられる。

最大すべり量は約10.1m、合計のモーメントマグニチュード M_w は7.48となった。

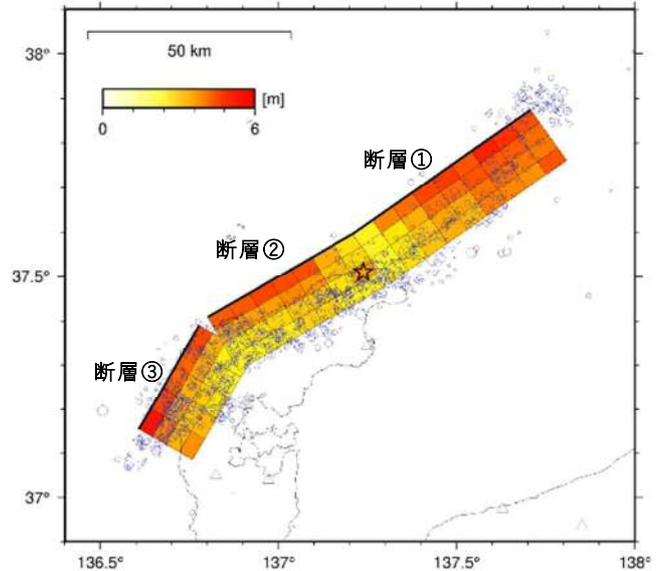


図 1.1.6 すべり分布の地表投影（文献5に加筆）（☆印は破壊開始点、青丸は本震発生から1日間の余震の震央分布（ M_2 以上、Hi-net震源情報））

表 1.1.3 断層面の諸元⁶⁾

断層面	緯度	経度	上端深さ	長さ	幅	走向	傾斜
断層1	37.061°	136.592°	0km	34.0km	22km	19.3°	35°
断層2	37.358°	136.722°	0km	31.9km	22km	67.6°	45°
断層3	37.466°	137.055°	0km	96km	22km	53.8°	45°

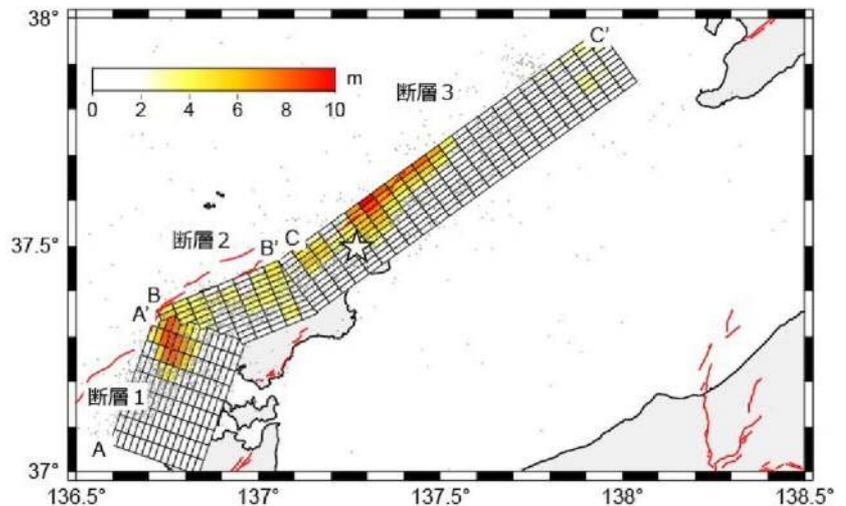


図 1.1.7 仮定した断層モデルとすべり量の地表投影⁶⁾

1. 2 地震に伴う地殻変動および津波

(1) 地殻変動

図 1.2.1は、国土地理院によるGNSS(全球測位衛星システム)の観測結果のうち、地殻変動が大きかった能登半島の上下方向成分を示したものである。能登半島北岸の隆起量が大きく、最大は「輪島2」地点の130.6cmである。一方、水平方向の地殻変動は概ね西北西方向への変位が卓越している。上下方向と同様に能登半島北部の変位が大きく、最大水平変位は「輪島2」地点の202.0cmである。しかし、GNSSは限られた観測点であるため、最大変位量がどの程度であるかを確認することができない。

広域の変位を連続的に観測する方法として干渉SARによる方法がある。SAR(合成開口レーダー)とは、衛星が移動しながら繰返し電波を送受信し、同一地点の電波を重ね合わせる(干渉)ことによって、微小な地表面の変位を測定する技術である。また、SARに用いる電波は波長が短く雲を透過するため、光学的に見えない事物を観測できる。図 1.2.2は、干渉SARによって得られた能登半島の地殻変動分布である。この結果によると、能登半島北西部(輪島市門前町周辺)では、地震によって約2mの西向きの水平変動と約4mの隆起が生じ、また、能登半島北東沿岸部では、約3mの西向きの水平変動と約2mの隆起が生じたことが判明した。

最近では地震によって、このような大きな地殻変動が生じたことはない。表 1.2.1に1923年大正関東地震以降の被害地震で観測された地殻変動量を示す。今回の地震は大正関東地震(M7.9)の約2mの隆起量を大きく上回っている。

写真 1.2.1~2に示すように、輪島市門前町では漁港の地盤隆起によって漁船の出入が不可能になった。図 1.2.3は、地震前後の航空写真の比較によって、地殻変動で海岸が隆起した地域の分布を示したものである。これより石川県志賀町から珠洲市北部に至る能登半島の西岸から北岸の海岸線が隆起していることが判明した。後述の地形・地質で述べるが、能登半島北部の地形は海岸段丘が卓越し、しかも北高南低の傾動地形を呈する。このような地形と今回の地震による能登半島北部地域の隆起は密接に関係している可能性がある。

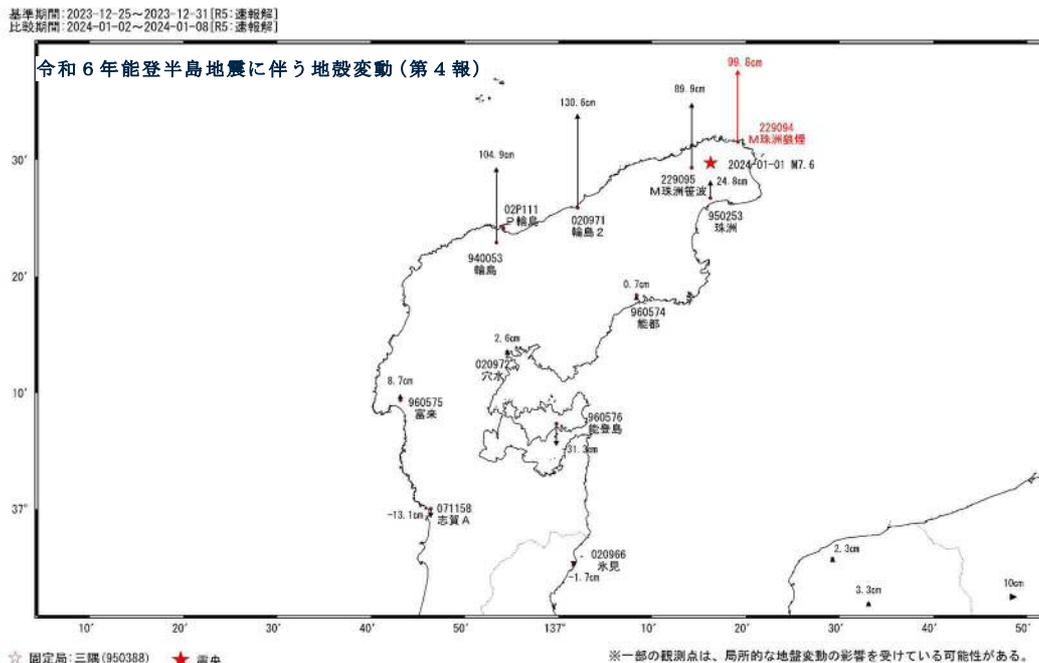


図 1.2.1 GNSS 観測による能登半島の地殻変動(上下方向)⁶⁾

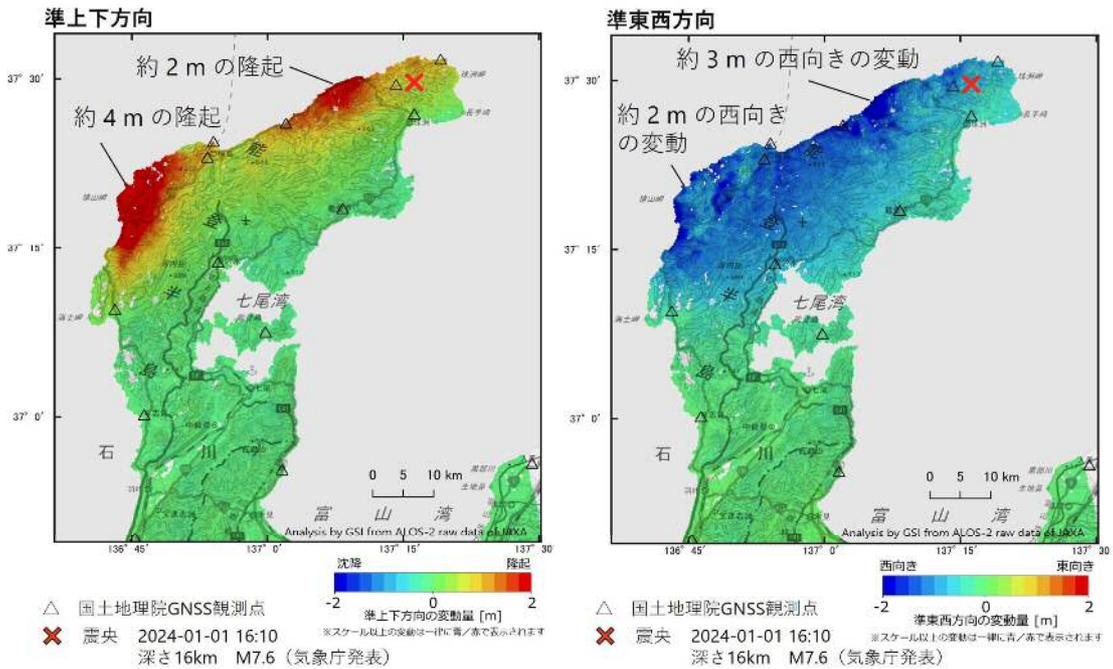


図 1.2.2 干渉SARによって判明した地震に伴う地殻変動⁶⁾

表 1.2.1 既往地震による地震に伴う地殻変動⁶⁾

地震 (発生年月日)	マグニ チュード	隆起・沈降量 (最大)	水平変動量 (最大)
大正関東地震 1923年9月1日	M7.9	約2mの隆起 ^{※1}	約3m ^{※1}
兵庫県南部地震 1995年1月17日	M7.3	約0.3mの沈降 ^{※2}	約1m ^{※2}
東北地方太平洋沖地震 2011年3月11日	M9.0	約1.2mの沈降 ^{※2}	約5m ^{※2}
熊本地震 2016年4月16日	M7.3	約2mの沈降 ^{※2}	約2m ^{※2}
令和6年能登半島地震 2024年1月1日	M7.6	約4mの隆起 ^{※2}	約3m ^{※2}

参考	断層のずれによる変位量	
	垂直(最大)	水平(最大)
濃尾地震 1891年10月28日	M8.0 約6mの垂直変位 ^{※3}	約8mの左横ずれ ^{※3}



図 1.2.3 能登半島北岸の陸化域⁶⁾



写真 1.2.1 鹿磯漁港物揚場の隆起



写真 1.2.2 隆起によって港内が完全に陸化した黒島漁港

(2)津波

地震発生直後の16時12分に気象庁から新潟、富山および石川県に津波警報（1mを超え3m以下の津波）が発令された。16時22分には石川県能登地方が大津波警報（3mを超える津波）に切り替えられ、山形県から兵庫県北部の地域に津波警報が発令された。同日20時30分には山形県から兵庫県北部の日本海沿岸を対象とした津波警報に変更されたが、1月2日10時にはすべて解除された。

この地震により石川県の金沢で80cm、山形県の酒田**で0.8m、富山で79cmの津波を観測したほか、北海道から長崎県にかけて津波を観測した²⁾。なお、80cmの津波高を記録した金沢港における第1波の到達時刻は16時52分、最大波の到達時刻は19時9分である。

地震後の気象庁による津波痕跡調査²⁾により各地の津波高が明らかにされた（表1.2.2）。なお、表中の津波高の種類において、“遡上高”は津波が到達した地点の標高を表し、“浸水高”は建物等の津波痕跡から推定された津波の高さを表している（図1.2.4）。

これによると、新潟県上越市の船見公園で5.8mのほか、能登町白丸で4.7m、上越市直江津海水浴場で4.5m、珠洲市飯田港で4.3m、能登町内浦総合運動公園で4.0m等の大きな津波が推定された。写真1.2.3は4.5mの津波が押し寄せた上越市直江津海水浴場の状況である。

表 1.2.2 主な調査地点と推定した津波高（気象庁作成）²⁾

都道府県	調査地点名	推定した津波の高さ	津波高の種類	調査実施官署
新潟県	上越市柿崎漁港	2.9m	遡上高	新潟地方気象台
新潟県	上越市船見公園	5.8m	遡上高	
新潟県	上越市直江津海水浴場	4.5m	遡上高	
新潟県	佐渡市羽茂港	3.8m	浸水高	
新潟県	佐渡市小木港	1.9m	浸水高	
富山県	朝日町宮崎漁港	1.4m	浸水高	富山地方気象台
富山県	射水市海竜新町	1.5m	遡上高	気象研究所
石川県	珠洲市飯田港	4.3m	浸水高	合同調査班 (気象庁地震火山部 札幌管区気象台 東京管区気象台 前橋地方気象台 静岡地方気象台 大阪管区気象台 長崎地方気象台 沖縄気象台)
石川県	珠洲市鵜飼漁港	2.7m	浸水高	
石川県	珠洲市見附公園	2.9m	浸水高	
石川県	能登町恋路海岸	1.7m	遡上高	
石川県	能登町松波漁港	3.1m	浸水高	
石川県	能登町内浦総合運動公園	4.0m	浸水高	
石川県	能登町白丸	4.7m	浸水高	
石川県	能登町九十九湾	2.2m	浸水高	
石川県	能登町宇出津港	1.3m	浸水高	
石川県	七尾市鵜浦漁港	1.8m	浸水高	
石川県	七尾市下佐々波漁港	2.4m	遡上高	気象研究所
石川県	輪島市舳倉島漁港	2.9m	浸水高	気象庁地震火山部

※推定した津波の高さは速報値であり今後の精査により変更となる可能性がある。



写真 1.2.3 津波に襲われた直江津海水浴場

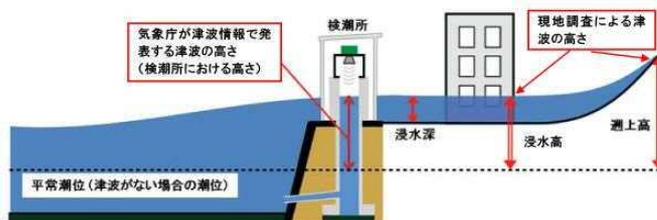


図 1.2.4 津波高の種類²⁾

** 巨大津波観測計による観測のため、観測単位は0.1mとなっている

1.3 地震動

(1) 地震動の振幅

能登半島地震では、震源の能登半島北部を中心として多くの強震記録が得られた。表 1.3.1 に大きな被害が発生した石川県とその周辺の富山県、新潟県の主要な観測地点の計測震度、最大加速度、最大速度などを示す。これらの強震記録は防災科学技術研究所（以下、防災科研）の強震観測網（K-NET、KiK-net）⁷が提供する加速度、計測震度等のデータを用いた。また、最大速度は加速度波形を積分して得られたものである。

このうち石川県志賀町にあるK-NET富来（ISK006）で三成分合成の最大加速度が2,828gal、計測震度が6.7（震度7）を記録したが、観測地点周辺に大きな被害はなかったと言われている。一方、K-NET穴水（ISK005）では三成分合成最大加速度は1,280galであったが、計測震度は6.5（震度7）であった。なお、気象庁の発表による震度7の地点は、石川県志賀町香能、同県輪島市門前町走出の2箇所である。

図 1.3.1には前述の表 1.3.1に示した観測地点の地表最大加速度PGAと地表最大速度PGVの関係を示したものである。図中の青丸が今回の地震、赤丸が既往の顕著な被害地震である。破線は等価卓越周波数（ $=PGA/PGV/2\pi$ ）と呼ばれるもので、地震波の近似的な卓越周波数を表している。

表 1.3.1 石川県・富山県・新潟県の主な観測地点の計測震度および地表最大加速度・地表最大速度（文献 7 のデータを用いて作成）

都道府県	地点	code	観測地点位置		標高 (m)	震央距離 (km)	計測震度	最大加速度 (gal)				最大速度 (kine)				等価卓越振動数 (Hz) $V_{max}/a_{max}/2\pi$
			北緯 (°)	東経 (°)				三成分合成	N-S	E-W	U-D	三成分合成	N-S	E-W	U-D	
石川県	大谷	ISK001	37.5000	137.1767	6	2	6.2	1469	904	1429	674	112.1	79.7	101.2	65.8	2.1
	正院	ISK002	37.4473	137.2877	4	10	6.2	917	686	707	775	135.1	98.2	114.2	54.4	1.1
	輪島	ISK003	37.3924	136.9078	12	28	6.2	1632	1496	1120	1110	109.6	89.3	67.5	73.0	2.4
	穴水	ISK005	37.2309	136.9041	3	40	6.5	1280	1023	1146	1044	157.9	111.5	153.7	46.3	1.3
	富来	ISK006	37.1603	136.6896	75	59	6.7	2828	1479	2678	1142	87.1	66.9	67.4	51.3	5.2
	七尾	ISK007	37.0426	136.9680	2	55	5.8	459	374	359	283	53.3	40.7	50.6	15.8	1.4
	羽咋	ISK008	36.8937	136.7784	15	77	5.4	540	372	479	354	61.5	43.8	59.2	24.4	1.4
	七塚	ISK009	36.7334	136.7025	38	96	5.1	285	251	219	195	21.7	17.4	19.9	8.2	2.1
	金沢	ISK010	36.5421	136.6435	29	117	4.6	224	215	163	101	14.6	13.7	12.8	6.1	2.4
	大町	ISK015	37.2265	136.9087	3	40	6.3	1001	979	927	747	112.0	71.5	106.2	39.9	1.4
	珠洲	ISKH01	37.5266	137.2844	48	8	6.2	1007	595	748	1006	129.1	115.3	92.7	68.8	1.2
	柳田	ISKH02	37.3644	137.0413	121	21	5.8	791	470	618	691	63.9	59.7	40.0	31.6	2.0
	富来	ISKH04	37.1902	136.7176	56	55	5.9	1221	618	484	1202	83.4	64.9	82.7	31.8	2.3
志賀	ISKH06	37.0533	136.8206	20	60	5.6	804	573	798	320	46.2	45.7	36.0	21.1	2.8	
津幡	ISKH08	36.7380	136.7906	119	92	4.6	195	182	191	112	13.1	9.8	10.5	6.1	2.4	
富山県	氷見	TYM002	36.8659	136.9750	4	73	5.4	432	404	260	181	57.7	49.5	39.6	13.9	1.2
	魚津	TYM003	36.8164	137.4200	47	78	4.2	143	102	122	95	11.2	11.0	10.0	6.2	2.0
	新湊	TYM005	36.7611	137.0931	1	83	5.1	213	174	199	88	35.7	35.5	28.1	9.3	0.9
	小矢部	TYM006	36.6731	136.8974	27	96	5.1	318	304	304	69	33.6	27.5	31.8	8.0	1.5
	富山	TYM007	36.6687	137.2123	17	92	4.4	139	99	116	64	14.6	14.3	10.6	7.9	1.5
	富山	TYMH03	36.7294	137.2627	8	86	5.0	229	201	165	192	23.6	20.7	18.2	6.9	1.5
魚津	TYMH04	36.7914	137.4689	154	82	4.3	143	113	137	76	8.3	6.1	8.3	6.5	2.7	
新潟県	佐和田	NIG003	37.9977	138.3231	4	113	5.1	317	284	247	175	25.8	24.8	17.2	14.7	2.0
	新潟	NIG010	37.9144	139.0107	7	166	4.5	88	80	74	27	19.0	19.0	13.1	5.6	0.7
	新津	NIG011	37.8012	139.1457	8	175	4.8	130	119	129	29	18.2	13.1	16.6	3.9	1.1
	巻	NIG013	37.7634	138.8830	7	151	4.6	114	109	99	42	18.9	18.0	14.2	9.2	1.0
	三条	NIG014	37.6412	138.9553	9	156	5.0	151	150	110	53	27.7	27.5	18.4	5.6	0.9
	柏崎	NIG018	37.3727	138.5583	10	121	5.0	123	106	119	52	23.8	18.2	21.6	6.7	0.8
	直江津	NIG025	37.1610	138.2234	11	98	5.6	280	263	231	82	42.1	38.0	30.4	8.5	1.1
	糸魚川	NIG027	37.0235	137.8613	107	79	4.7	222	175	221	81	12.8	12.6	12.7	5.6	2.8
	糸魚川	NIGH16	36.9378	137.8480	149	85	4.5	198	126	184	83	8.8	7.2	6.7	4.6	3.6

同図中の赤枠は川瀬（1998）による大被害地震の目安（ $PGA \geq 800gal$ かつ $PGV \geq 100kine$ ）である。能登半島地震で、「大被害地震の目安」の領域に入る観測地点は6地点ある。また、表 1.3.2 は、この6地点と最大加速度を記録したK-NET富来の地盤条件を示したものである。「大被害地震の目安」の領域に入る6観測地点はいずれも被害が甚大な地域にあり、等価卓越周波数も家屋に悪影響を与えるとされる1~2Hzの領域に入るものが多い。最大加速度を記録したK-NET富来は等価卓越周波数が約5Hzとやや高周波側にあり、被害が少なかった現状と対応している。

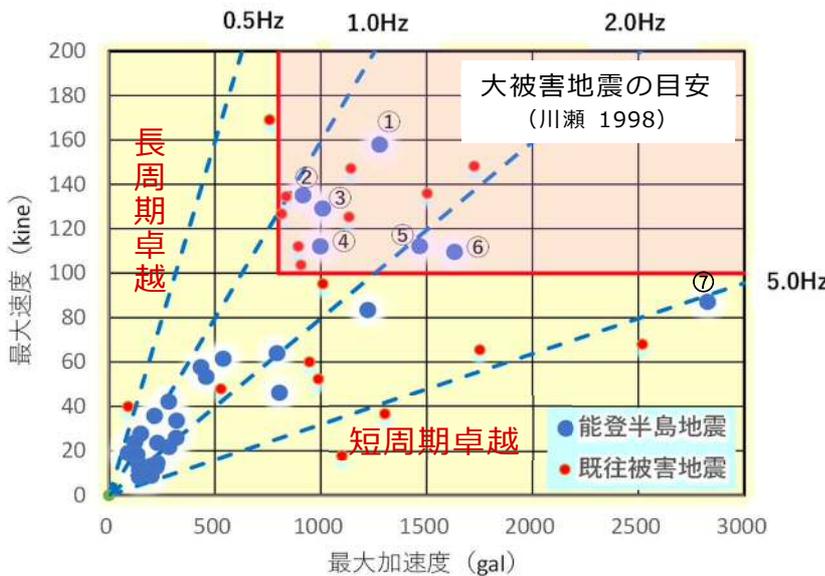


図 1.3.1 最大加速度と最大速度の関係
(文献8を参考に作成)

表 1.3.2 観測地点の地盤条件

番号	地点	基盤深度	地盤の固有周期 (sec)	地盤種別
①	穴水	16m	0.75	Ⅲ種地盤
②	正院	>20m	0.53以上	Ⅱ~Ⅲ種地盤
③	珠洲	8m	0.13	I種地盤
④	大町	5m	0.07	I種地盤
⑤	大谷	3m	0.06	I種地盤
⑥	輪島	2m	0.03	I種地盤
⑦	富来	8m	0.12	I種地盤

文献7に基づいて作成

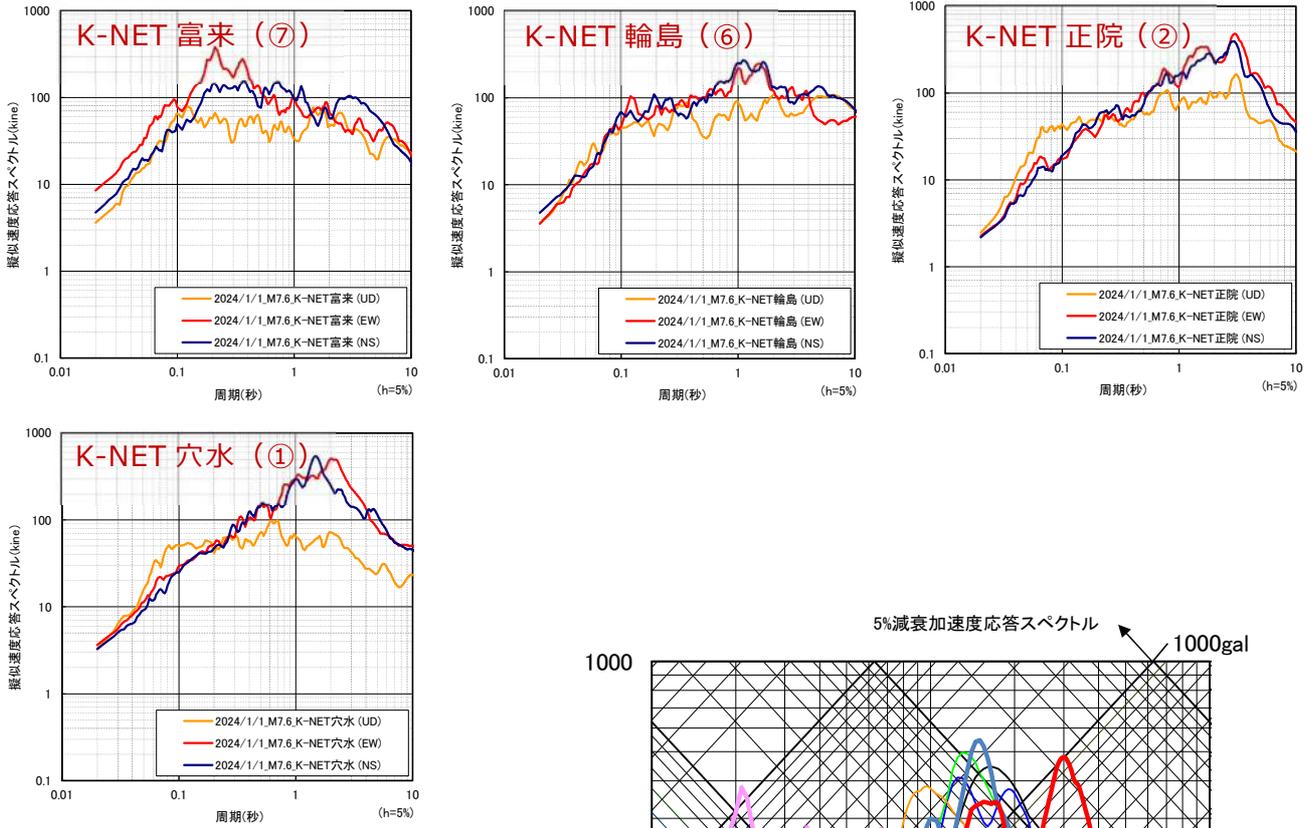
(2) 地震動の周波数特性(応答スペクトル)

K-NET、KiK-net観測点のうち、最大加速度を記録したK-NET富来（志賀町）、被害の大きかったK-NET輪島（輪島市）、K-NET正院（珠洲市）、K-NET穴水（穴水町）の4地点について疑似速度応答スペクトルを比較した結果を図 1.3.2に示す。

水平動の速度応答のピークを示す周期が0.2秒と短周期であるK-NET富来を除いて、他の地点は1~3秒程度のやや長周期領域にある。この周期帯の波はキラーパルスと呼ばれ、木造家屋に致命的な影響を与えることが1995年兵庫県南部地震で明らかになっている。

前述したように、K-NET富来周辺では大きな被害はなく、それに対してK-NET輪島、K-NET正院、K-NET穴水では大きな家屋被害が発生した。表 1.3.2に示したように、観測地点の地盤はI種地盤（岩盤相当）が多いが、K-NET正院とK-NET穴水は地盤が軟弱で、表層地盤で地震動が増幅した可能性がある。

図 1.3.3は過去の大きな被害が生じた地震と能登半島地震の三軸応答スペクトルを比較したものである。既往の被害地震はいずれも家屋倒壊などの被害が甚大であったものであり、その速度応答は周期が1~2秒付近にピークを持つものが多い。能登半島地震でもK-NET富来を除くと、同じ周期帯にピークを持っている。この周期帯にピークをもつ地震波は、家屋等の建築物に大きな被害を与えるものであることが今回の地震でも証明されたと言えよう。



各図の観測地点のカッコ内の番号は表 1.3.2 の地盤条件の番号である

図 1.3.2 能登半島北部の観測地点の疑似速度応答スペクトル (文献7の加速度データより算定)

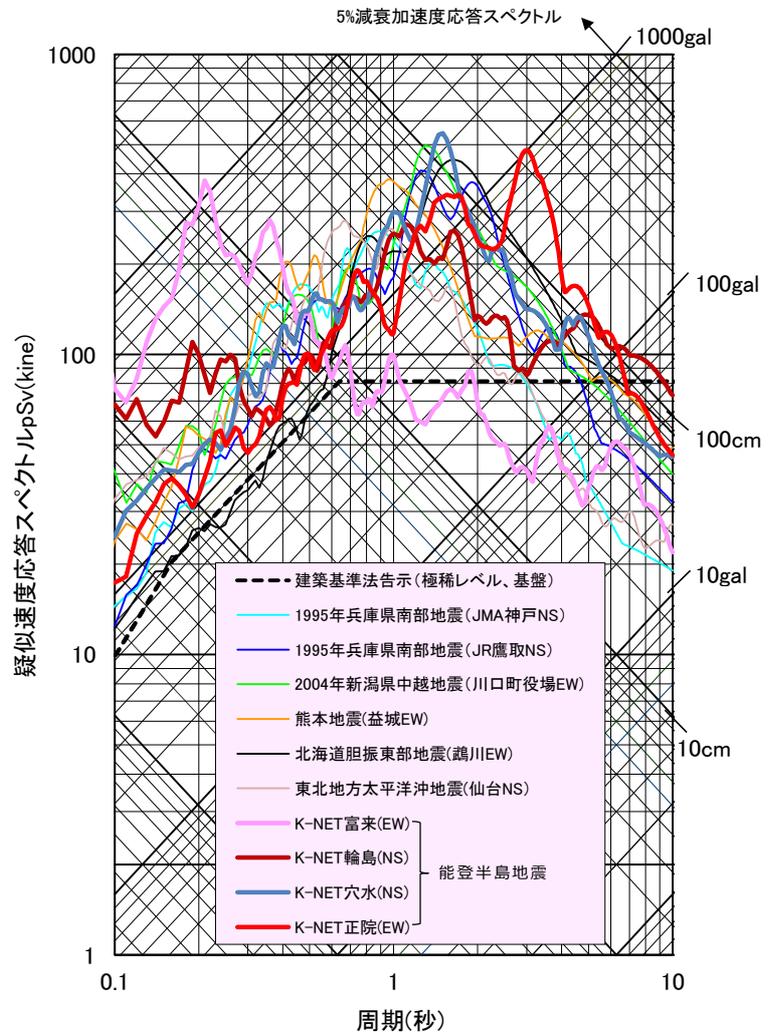


図 1.3.3 既往被害地震と能登半島地震の三軸応答スペクトルの比較 (文献7の加速度データより算定)

1.4 過去の被害地震および付近の活断層

(1) 過去の被害地震

図 1.4.1 および表 1.4.1 に石川県に被害を及ぼした地震と被害の概要を示す。

石川県に被害を及ぼした地震は、金沢市から加賀市付近にかけての地域や能登半島および日本海沖合で発生してきた。例えば、金沢市付近では、1799年のM6.0の地震（金沢地震とも呼ばれる）で、現在の金沢市を中心に死者や家屋倒壊などの被害が生じた。明治以降では、1952年に大聖寺沖地震（M6.5）が発生し、石川県下全体で死者7名や家屋半壊等の被害が生じた。

能登半島周辺では、1729年に6.0～7.0の地震が発生し、能登半島先端付近で死者、家屋損壊や山崩れなどの被害が生じた。明治以降では、1892年のM6.4、1896年のM5.7の地震が発生し、1933年にはM6.0の地震によって県内鹿島郡で死者3名、家屋倒壊などの被害が発生した。最近では、1993年に能登半島沖でM6.6の地震が発生し、さらに、平成19年（2007年）能登半島地震（M6.9）では、輪島市や七尾市を中心に被害が発生した。

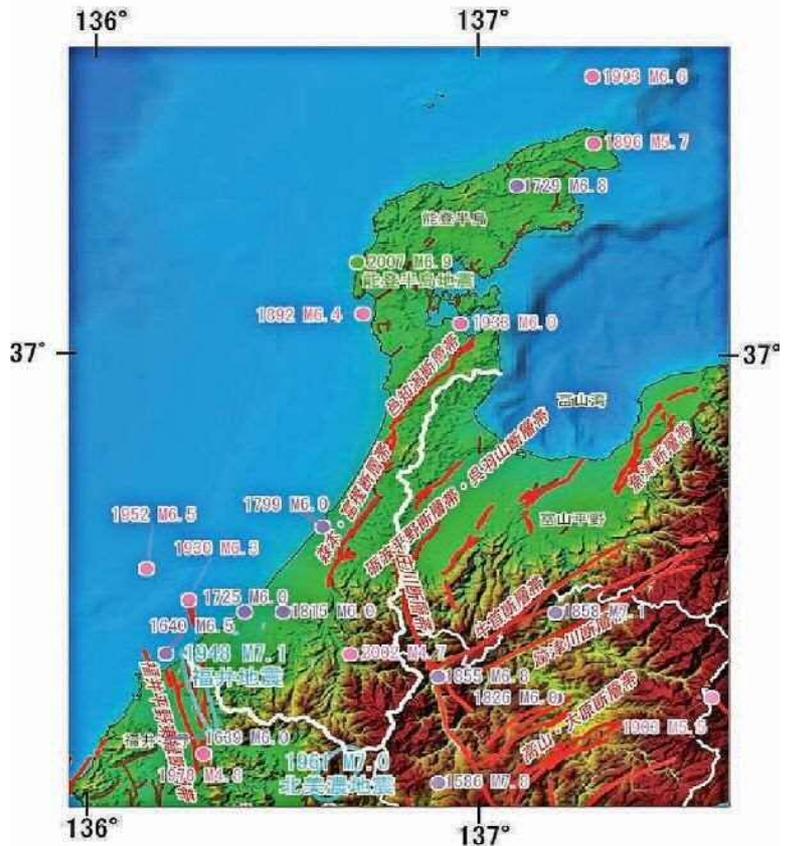


図 1.4.1 石川県とその周辺地域で発生した主な被害地震（～2007年）⁹⁾

表 1.4.1 石川県に被害を及ぼした主な地震（文献10に加筆）

地震名・発地域	発生年月日	マグニチュード	被害の概要
能登・佐渡	1729年8月1日	6.6～7.0	珠洲郡、鳳至郡で死者5人、家屋全壊・同損壊791棟、輪島村で家屋全壊28棟。能登半島先端で被害が大きい
加賀（金沢地震とも呼ばれる）	1799年6月29日	6.0	金沢城下で家屋全壊26棟、能美・石川・河北郡で家屋全壊964棟、死者は全体で21人
羽前・羽後・越後・佐渡	1833年12月7日	7 ^{1/2}	死者47人
濃尾地震	1891年10月28日	8.0	家屋全壊25棟
能登半島	1892年12月9日	6.4	羽咋郡高浜町・火打谷村で家屋破損あり。堀松村未吉で、死者1人、負傷者5人、家屋全壊2棟（11日にも同程度の地震あり）
能登半島	1933年9月21日	6.0	死者3人、負傷者55人、住家全壊2棟
東南海地震	1944年12月7日	7.9	住家全壊3棟
福井地震	1948年6月28日	7.1	死者41人、負傷者453人、家屋全壊802棟
大聖寺沖地震	1952年3月7日	6.5	死者7人、負傷者8人
北美濃地震	1961年8月19日	7.0	死者4人、負傷者7人
能登半島沖地震	1993年2月7日	6.6	負傷者29人
能登半島地震	2007年3月25日	6.9	死者1人、負傷者356人、家屋全壊686棟（消防庁 第49報）
石川県能登地方	2022年6月19日	5.4	負傷者6人、一部破損73棟（消防庁 第11報）
石川県能登地方	2023年5月5日	6.5	死者1人、負傷者49人、住家全壊40棟（消防庁 第23報）

(2) 付近の活断層

今回の地震を引き起こしたのは能登半島北岸に分布する既知の活断層である。能登半島北部沿岸海域で取得したエアガン震源とブーマー音源の反射断面に基づいて活断層の断層分布図(図1.4.2)が作成されている。

図中の能登半島の北岸に沿って連続する断層(赤線)は最終氷期(約2万年前)以降に活動したと推定されている断層である。一方、青線の断層は活動時期が明確ではないが、第四紀(258.8万年前から現在まで)に活動した可能性がある南東傾斜の逆断層であり、赤線の断層よりは長さも短く、累積変位量もかなり小さいと考えられている。

能登半島の西部では断層の走向が、半島の海岸に沿って南南西に変化する。その反射断面では約2万年前の浸食面に20m以上の垂直変位が観察できる。垂直方向の平均変位速度は千年で1m以上であると推定される。南西側には2007年能登半島地震の地震断層が分布する。

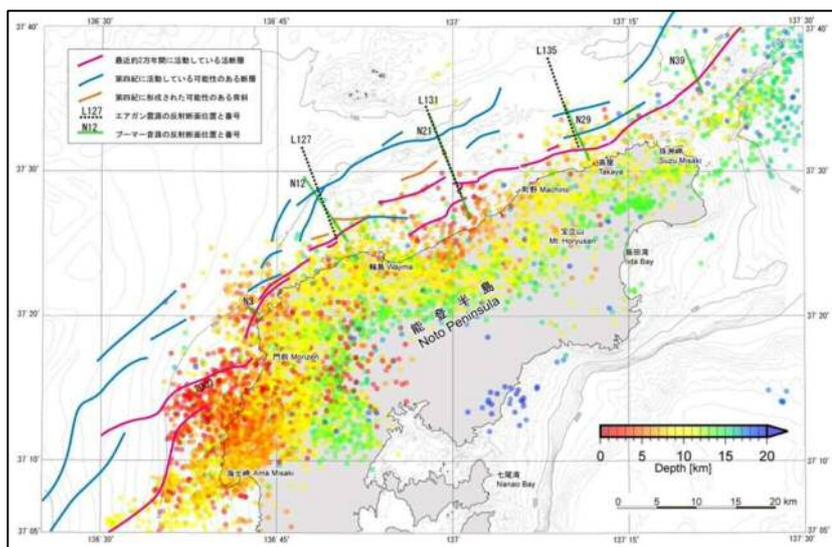


図 1.4.2 能登半島北部沿岸海域の構造図(暫定版)と令和6年能登半島地震の余震分布¹¹⁾

【第1章の引用・参考文献】

- 1) 気象庁:震度データベース検索、<http://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.php>
- 2) 地震調査研究推進本部地震調査委員会:令和6年能登半島地震の評価、令和6年2月29日
- 3) 気象庁:「令和6年能登半島地震」について(第20報)、2024年2月29日
- 4) 産業技術総合研究所(2024) 活断層データベース 2024年4月26日版、<https://gbank.gsj.jp/activefault/>
- 5) 防災科学技術研究所:強震波形記録を用いた令和6年(2024年)能登半島地震(1月1日16時10分、M7.6)の震源インバージョン解析、2024年2月29日
- 6) 国土地理院:令和6年(2024年)能登半島地震に関する情報、https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html
- 7) 防災科学技術研究所:強震観測網(K-NET, KiK-net)
- 8) 青井真:(最大)加速度・(最大)速度・計測震度について、防災科学技術研究所HP、<https://www.kyoshin.bosai.go.jp/kyoshin/topics/chuetsuoki20070716/pgav5v20070716.html>
- 9) 内閣府地震調査推進本部地震調査委員会:日本の地震活動ー被害地震から見た地域別の特徴ー<第2版>、2009。
- 10) 内閣府地震調査推進本部:石川県の地震活動の特徴、https://www.jishin.go.jp/regional_seismicity/rs_chubu/p17_ishikawa/
- 11) 岡村・佐脇・内出・宮下:令和6年(2024年)能登半島地震の関連情報ー第五報 能登半島北部沿岸域の構造図と令和6年(2024年)能登半島地震の余震分布、産業技術総合研究所、2024。

2. 地形・地質

2.1 概要

図 2.1.1 に示すように、中部地方は東北日本弧、西南日本弧、伊豆・小笠原弧の3つの島弧が会合している。北陸を含む中部地方は、糸魚川-静岡構造線を境として東側のフォッサマグナ地域と西側の西南日本外帯の続きである赤石山地および内帯にあたる木曾山脈・三河高原から能登半島に至る地域に分けられる。

越後平野、高田平野や東頸城丘陵、西頸城丘陵は北部フォッサマグナ地域に属している。

糸魚川-静岡構造線の西側には、飛騨山脈や木曾山脈等の標高の高い山脈とともに、海岸付近には呉羽山丘陵、射水丘陵や富山平野、砺波平野等がある(図 2.1.2)。

能登半島には北部に能登丘陵(山地)と邑知低地帯があり、南部には金沢平野や宝達山丘陵・富樫丘陵が分布する。

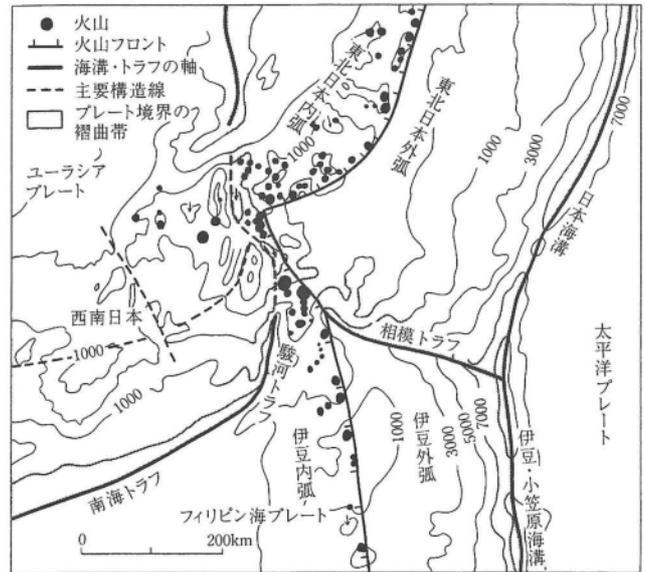
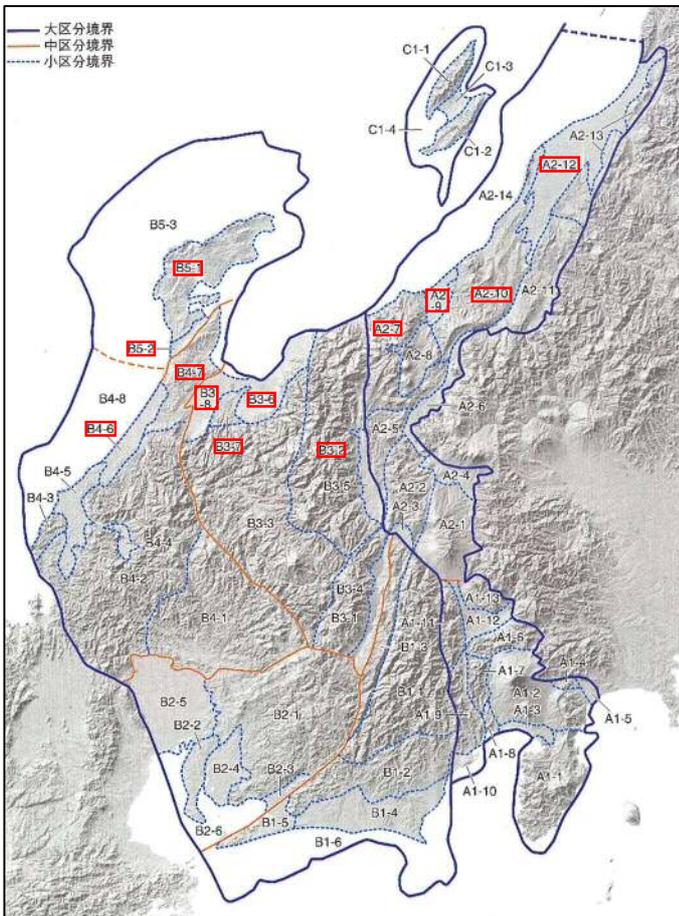


図 2.1.1 中部地方の地形構造¹⁾



被災地周辺の地形区分

記号	地形区分	地形の名称
A2-7	山地	西頸城山地
A2-9	低地	高田平野
A2-10	丘陵・山地・低地	東頸城丘陵
A2-12	低地	越後平野
B3-2	山地	飛騨山脈
B3-6	低地・台地	富山平野
B3-7	丘陵・台地	呉羽山丘陵・射水丘陵
B3-8	低地・台地	砺波平野
B4-6	低地	金沢平野
B4-7	丘陵・山地	宝達山丘陵・富樫丘陵
B5-1	丘陵・山地	能登丘陵
B5-2	低地	邑知低地

図 2.1.2 北陸地方の地形区分(文献1に加筆)

図 2.1.3に北陸地方の地質概略図を示す。日本を東西に分断する糸魚川・静岡構造線によって地質は大きく異なる。構造線の西側（西南日本側）には、中・古生界、花崗岩類、各種変成岩類などが概ね東西方向に整然と帯状に配列している。これに対して、構造線の東側（東北日本側）はフォッサマグナと呼ばれる大地溝帯があり、丘陵地形が卓越するとされている。

以下には地震被害を受けやすい第四紀層を中心とした地質の概略について記述する。

新潟県には面積2,000km²におよぶ越後平野があり、海岸部の新潟市付近では、阿賀野川・信濃川の両河川による土砂や沿岸部に列状に分布する砂丘砂等が上部に堆積した沖積層は最大150mの厚さに及ぶ。1964年新潟地震では、新潟市内の河川沿岸が大規模に液状化し、建物や橋梁等の構造物が大きな被害を被った。新潟県の中央部には別山川・鯖石川・鶴川が流れる柏崎平野、さらに米山山塊を越えて保倉川・関川が流れる高田（頸城）平野がある。

富山県は富山湾を囲んで平野・台地・丘陵・山地と富山湾から遠ざかるほど、高く古くなり、地形とよい対応をしている。平野は海の近くから潟埋積帯、自然堤防帯、扇状地に分類される。扇状地には黒部川・片貝川・早月川・常願寺川・神通川・庄川の各扇状地があり、礫層からなっている。台地を形成する段丘は低位段丘、中位段丘、高位段丘に分類され、主に礫層からなる。

石川県の能登半島の北西部は丘陵ないしは丘陵状の山地であるが、東部・南部の大部分は海成段丘からなる。能登半島の南縁は邑知低地帯で区切られている。山地・丘陵地は古第三紀～新第三紀の火山岩類・堆積岩類からなり、海成段丘とともに北高南低の傾動を示す。

石川県で最大の規模を持つ平野は金沢平野（加賀平野）であり、能登地区の邑知平野（邑知低地帯）のほかには小規模な沿岸平野が点在しているに過ぎない。

金沢平野は、長さ約50km、最大幅10kmの規模で、中央部の手取川扇状地と南北両側の潟埋積平野からなる。北側の河北平野と南側の小松・江沼平野は、ともに沿岸砂州によって閉塞されて生じた潟湖（ラグーン）が埋積されてできたものである。往時の潟湖の名残は、河北潟、加賀三湖（今江潟・木場潟・柴山潟）として存在していたが、近年の干拓事業によって著しく変貌した。

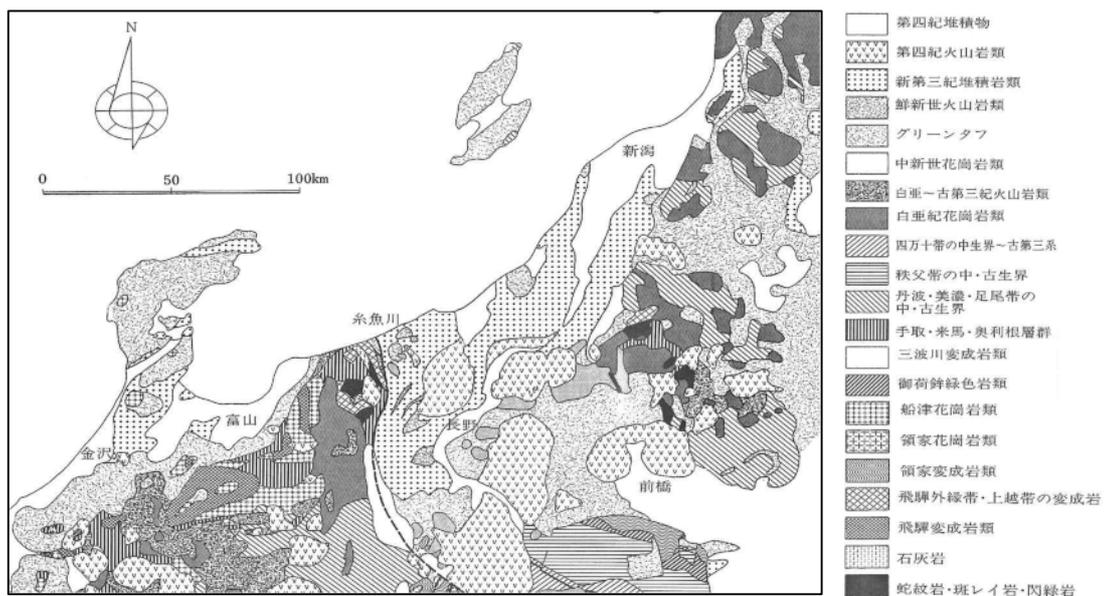


図 2.1.3 北陸地方の概略地質構造（文献2より抜粋）

2.2 新潟県

(1) 越後平野

越後（新潟）平野は東を魚沼丘陵・五頭山地・櫛形山地、南西を東頸城丘陵北部に囲まれた南北約60km、東西10～25kmにおよぶ沖積平野で、沖積低地の占める割合が高い（図2.2.1）。沖積層の基底が深く、第四紀層が厚い。沖積層厚は最大150m、第四紀層厚は3,600～4,500mに及ぶ。

日本海沿岸には顕著な砂丘列が発達して、やや閉塞した排水不良の状態となっており、鎧潟、大潟、鳥屋野潟、田潟などの多数の沼沢地が残され、その周りは泥炭地となっている。砂丘は長さ80kmにわたり、多いところで10列の砂丘列がある。最も内陸の砂丘列は海岸から約10kmの距離にある（図2.2.2）。

新潟市の周辺は、図2.2.3に示すように、層厚が70mにも及ぶ厚い砂地盤が分布しており、信濃川・阿賀野川下流部は深度10m付近までN値10程度の緩い砂層で、深度20m付近から概ねN値30以上の砂地盤となっている。1964年新潟地震の際には、信濃川、中之口川の河道沿い、旧河道、埋立地に液状化被害が集中した（図2.2.4～図2.2.5参照）。

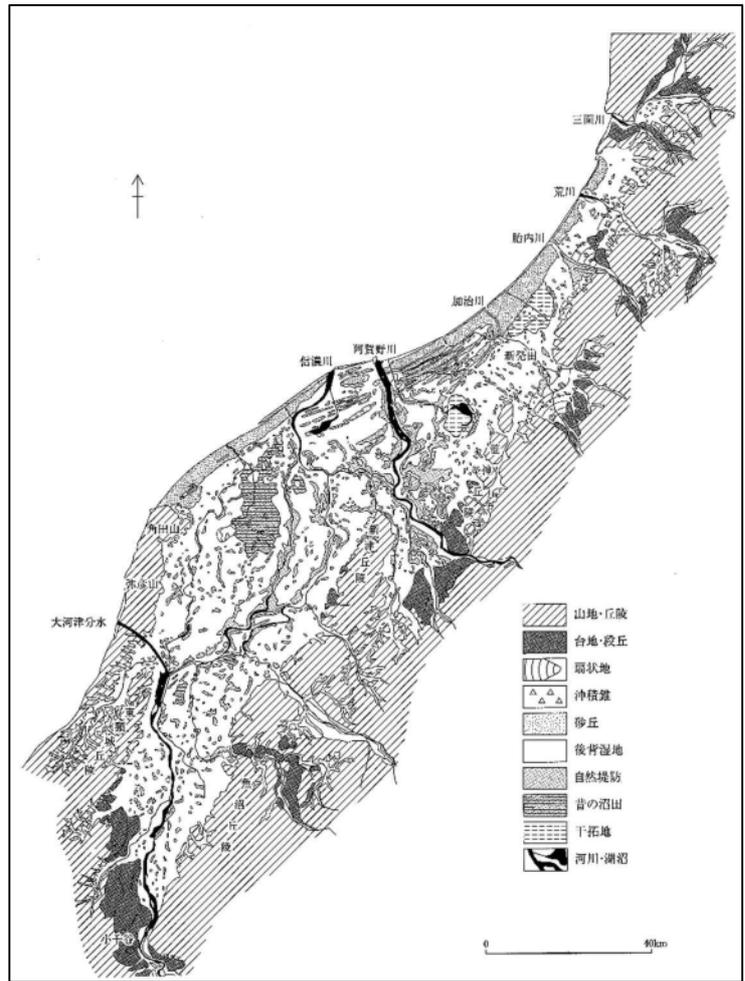


図2.2.1 越後平野の地形分類図¹⁾

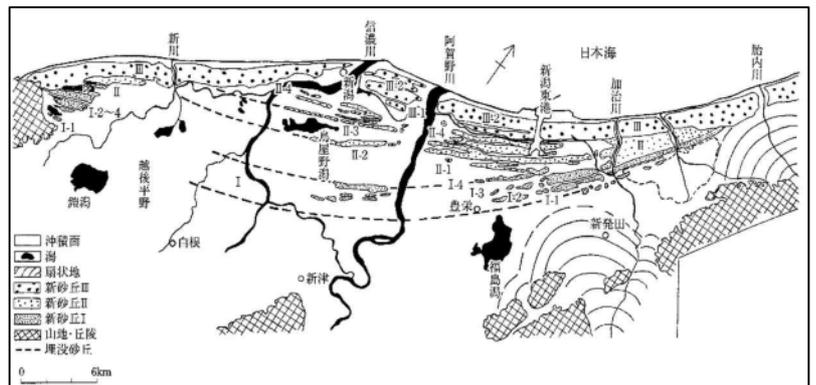


図2.2.2 越後平野の砂丘列¹⁾

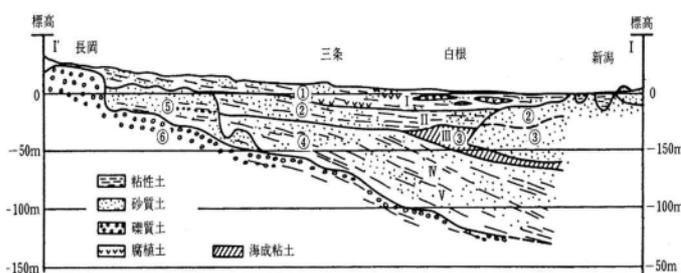
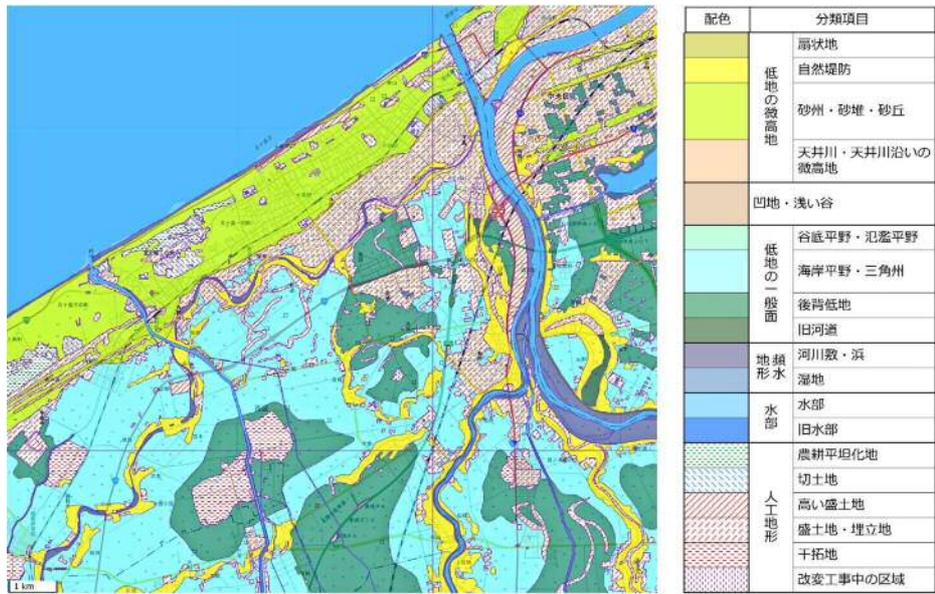


図2.2.3 新潟～長岡間の概略地層断面図²⁾



国土地理院：数値地図 25000（土地条件）より抜粋

図 2.2.4 新潟市西区周辺の微地形

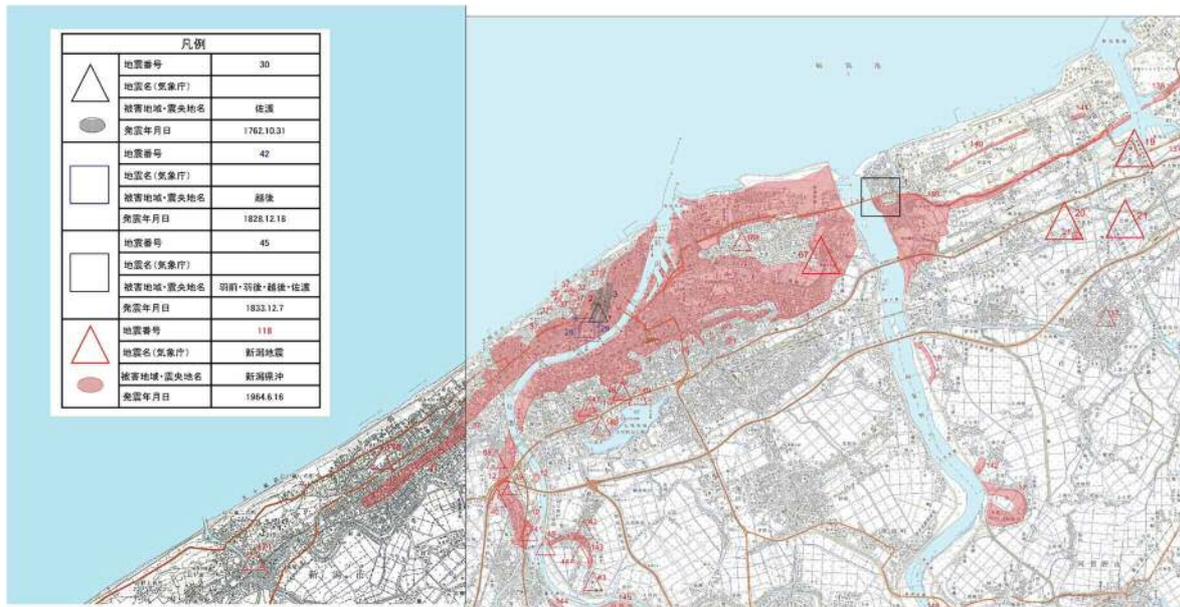


図 2.2.5 新潟市西区周辺の液状化履歴図（文献3を合成・編集）

(2) 高田平野

上越市がある高田平野は東西を西頸城山地と東頸城丘陵、南側を妙高火山の裾野に囲まれた平野である。平野南部の扇状地地帯である新井地域、平野の大部分を占める氾濫原地帯である関川・保倉川下流域、平野北東部の砂丘と後背湿地の発達する大潟・柿崎地区の3つに大別される。

関川・保倉川下流域における沖積層の厚さは最大70mに達する。沖積層の基底にはN値50以上の砂礫層が存在する。砂礫層の深度は-40~-70mで北東に向かって深くなる傾向を示す。

(3) 西頸城山地

西頸城山地は東に関川が流れる高田平野と妙高火山群、西を糸魚川市街地の西側を流れる姫川によって形成された姫川谷、北を日本海で限られる地域である。

2.3 富山県

(1) 富山平野

富山平野は三方を山地と丘陵で囲まれ、北は富山湾に向かって開けた半盆地状の地形となっている(図2.3.1)。東の山地は2,000~3,000m級の飛騨山脈(北アルプス)、南は1,500~1,700mの比較的緩やかな飛騨高地の北縁部にあたる。また、西の石川県との境は医王山から北へ砺波・石動・永見丘陵(西部丘陵または宝達丘陵)となっている。

広義の富山平野は県中央部にのびる呉羽山丘陵を境として、東部(呉東平野)の東部扇状地平野、富山平野(狭義)、西部(呉西平野)の射水平野、砺波平野、氷見平野に大別される。呉羽山丘陵東部の神通川沿いには北東-南西方向の断層(呉羽山断層)があり、呉西平野の西側境界には石動断層や法林寺断層が存在する。

富山平野の多くは、小谷部川、常願寺川、黒部川などの扇状地からなる礫質の締まった地盤である。扇状地の末端部に当たる海岸部は緩い砂や粘性土の卓越する軟弱地盤も見られる。

東部扇状地平野の地質は黒部川、片貝川、早月川の扇状地性堆積物である砂礫層から構成されており、一般的には良好な地盤である。

富山平野(狭義)は常願寺川、神通川の中下流域一帯をいう。この平野の中南部は常願寺川と神通川の扇状地からなり、良好な地盤である。その末端部に富山市が位置している。扇状地末端部から海岸にかけて標高10m以下の三角州・自然堤防が発達している。沖積層厚は20~40mで、粘性土はN値10以下であり、砂質土はN値20~40程度である。

射水平野は放生津潟、富山新港等の埋立地を含んだ海岸平野である。この平野は隣接する富山・砺波両平野と異なり、極めて低湿である。地質は主に潟を埋積した砂質土と粘性土の互層で構成されている。海岸部は砂質土がよく発達し、その背後は後背湿地で腐植物が多く含まれている。これに対して内陸部は粘性土が多くなる。砂丘砂のN値は平均して20~40であり、稀に50に近いものもある。粘性

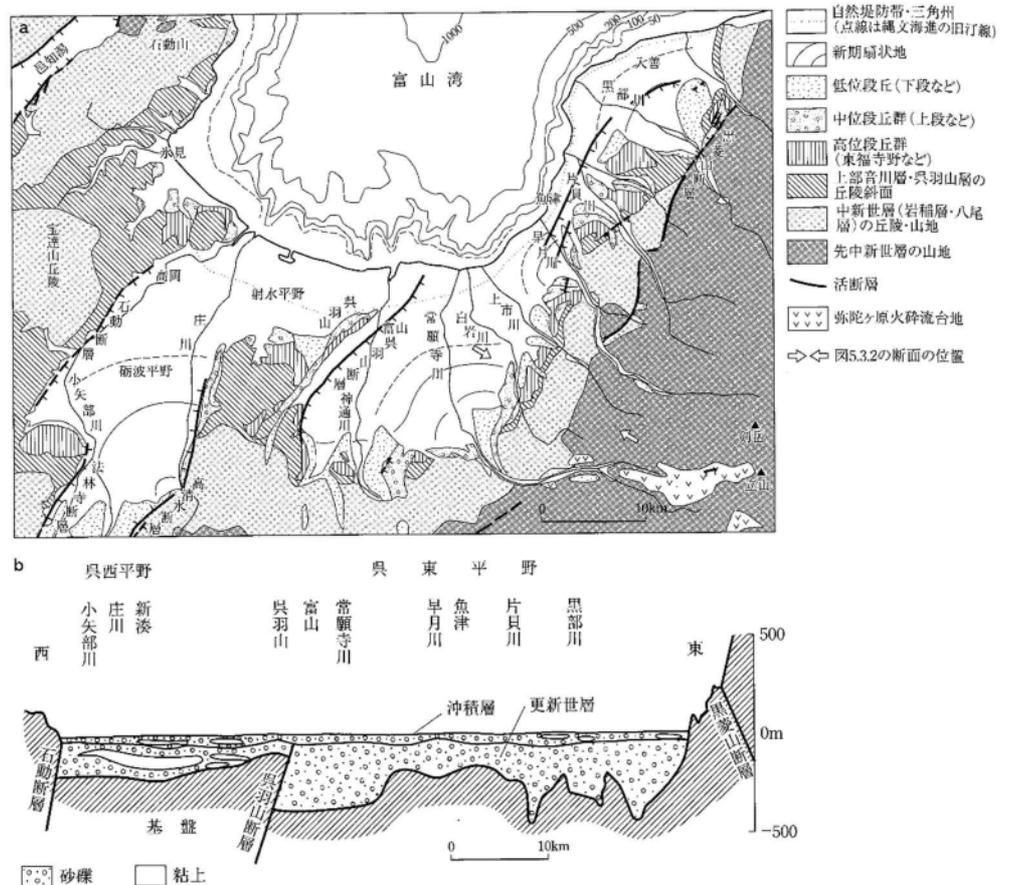


図2.3.1 富山平野の地形概観と東西断面概念図¹⁾

土は一般に軟弱でN値5以下である。

砺波平野は庄川・小矢部川流域の扇状地に相当する地域である。扇状地の堆積物は砂礫層から構成されている。扇状地の末端から高岡市にかけての氾濫原は粘性土・砂質土層の発達が著しく、小矢部川の下流域には自然堤防の砂質土を主体とした互層が分布する。

氷見平野は富山湾の最も西側に位置し、主に仏生寺川、上庄川、余川川中流域の谷底低地と下流域の海岸平野および海岸域に発達した砂丘地帯から形成されている。河川流域の平野は谷幅は狭いが沖積層が厚く、層厚が30～50mに達するものと推定され、主に粘性土や砂質土層、腐植土層から構成されている。

(2) 富山湾

富山湾には勾配の急な河川が数多く流入する。また、水深の浅い大陸棚がほとんど存在せず、急に水深が深くなる構造となっているため、河川から連続する海底谷が大陸斜面に数多く形成されている。このため富山湾の海岸部には三角州はほとんど存在しない。

富山深海海底谷（深海長谷）は、富山湾から北へ連続する長さ約 750kmの日本周辺海域では最大規模の海底谷である。このような地形から、河川から供給された碎屑物は直接大陸斜面に達し、乱泥流として斜面を流れ下っていると考えられる。水深1,000mに達する富山湾底でそれらの海底谷は合流し、富山深海海底谷となる（図 2.3.2）。

今回の能登半島地震では、地震後、富山湾の海底地形の変化を確認するため、海上保安庁によって海底地形調査⁸⁾が実施されている。その結果、富山市沖合の海底谷の斜面（水深30～370m）が南北約3.5km、東西約1kmにわたって崩れ、最大 40m程度深くなっていることが明らかになった（図 2.3.3～4）。

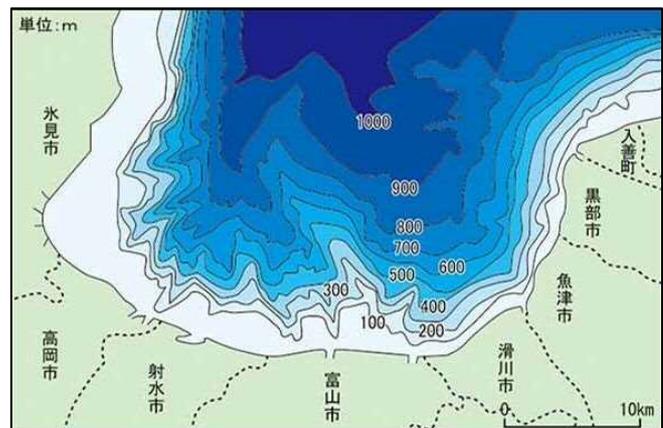


図 2.3.2 富山湾の海底地形（富山県HPより）

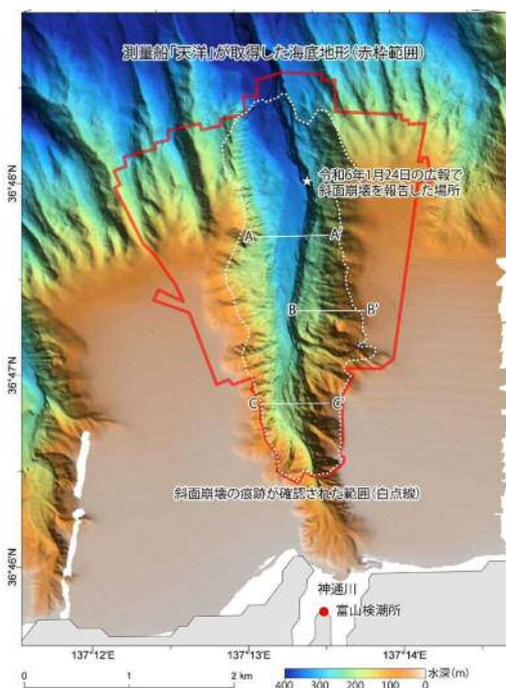


図 2.3.3 富山湾の調査範囲⁸⁾

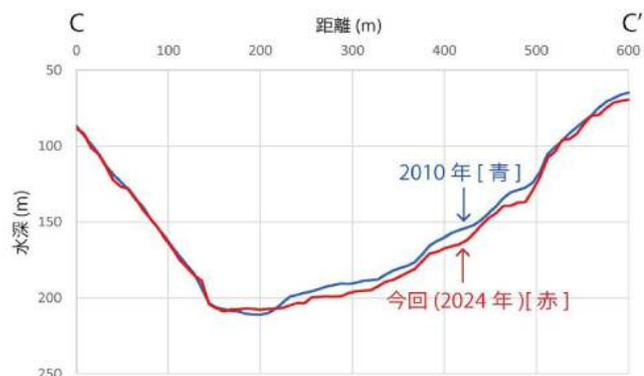


図 2.3.4 2010年と今回(2024年)の海底地形の比較⁸⁾

2.4 石川県

2.4.1 能登半島

能登半島の北西部は丘陵および丘陵状の山地であるが、東部・南部の大部分は海成段丘からなる。

能登半島の南縁は邑知低地帯で区切られる。同低地は南北を逆断層で区切られる半島最大の沖積低地である（図2.4.1）。

県内には、北から能登山地、石動・宝達山地、加越山地の三山地がある。能登山地は、東から西へ・宝立山(469m)、高洲山(567m)、桑塚山(408m)などを高峰とする海拔高度300～400mの比較的良く開析された低山性山地である。

能登山地の地形は北岸（外浦）で高く、南岸（内浦）で低い。このため、外浦海岸の崖は険しく、内浦の海岸はなだらかである。山地の地質は、西部の桑塚山地の一部に飛騨帯の花崗岩類が見られる他は、主に古第三紀～新第三紀の火山岩類・堆積岩からなる（図2.4.2参照）。

石川・富山の県境をなす宝達山・富樫丘陵が北北東から南南西に連なり、石動山(565m)や能登の最高峰の宝達山(637m)を含み、全般にやや急峻な地形を呈する。この山地を構成する主体は新第三紀の各種岩類であるが、石動山や宝達山などには花崗岩・片麻岩からなる先第三紀の古期岩類が高く突出している。

能登半島の大部分は侵食小起伏面の卓越する丘陵が海食による平坦化作用を受け、現在の緩やかな地形となった。古第三紀～新第三紀層からなる外浦の丘陵・山地では地すべり地形が発達しており、鉢伏山地、猿山山地および宝立山地の西部、邑知低地帯南の石動山山地に特に密に分布する。輪島東方の有名な千枚田はこのような地すべり地帯に作られた。

2.4.2 金沢平野

(1)概要

石川県内最大の平野である金沢平野は扇状地と潟埋積平野とからなっている。平野の中央を占める手取川扇状地は、図2.4.3に示すように、海拔高度80m余の鶴来町付近を扇頂とする典型的な扇状地地形で、平均勾配は約1/150、その末端は直接日本海に臨んでいる。これと接して北側に小規模な犀川扇伏地がある。

手取川扇状地の北側および南側には、それぞれ河北平野、小松・江沼平野が発達する。両平野の大部分は、沿岸州により閉塞された潟湖が埋積されて形成されたもので、その名残として、河北潟、柴山潟、今江潟などが残されていたが、いずれも近年、干拓地化されている。金沢市街が広がる犀川・浅野川沿いには段丘が発達する。

金沢平野の第四紀層の厚さは、旧河北潟付近で最大600m以上、沖積層は70m以上に達し、沈

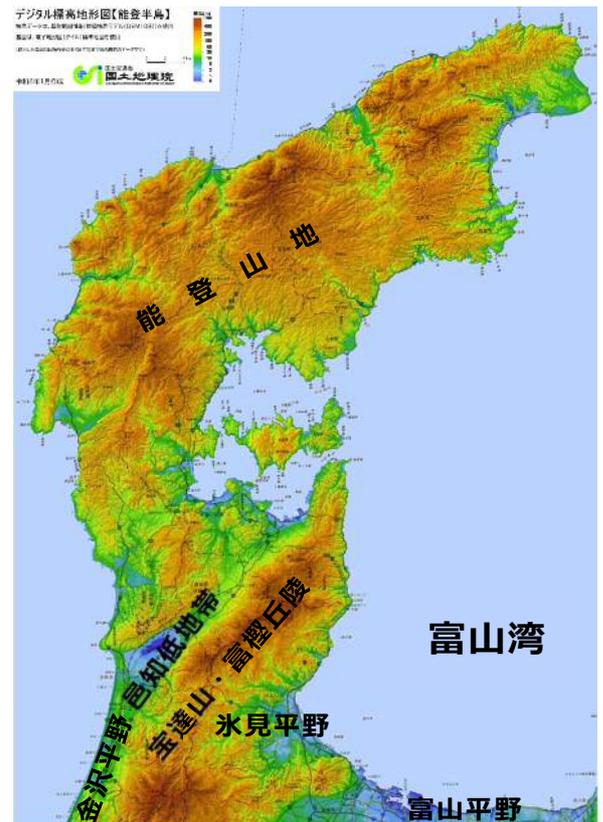


図2.4.1 能登半島の概略地形（文献9に加筆）

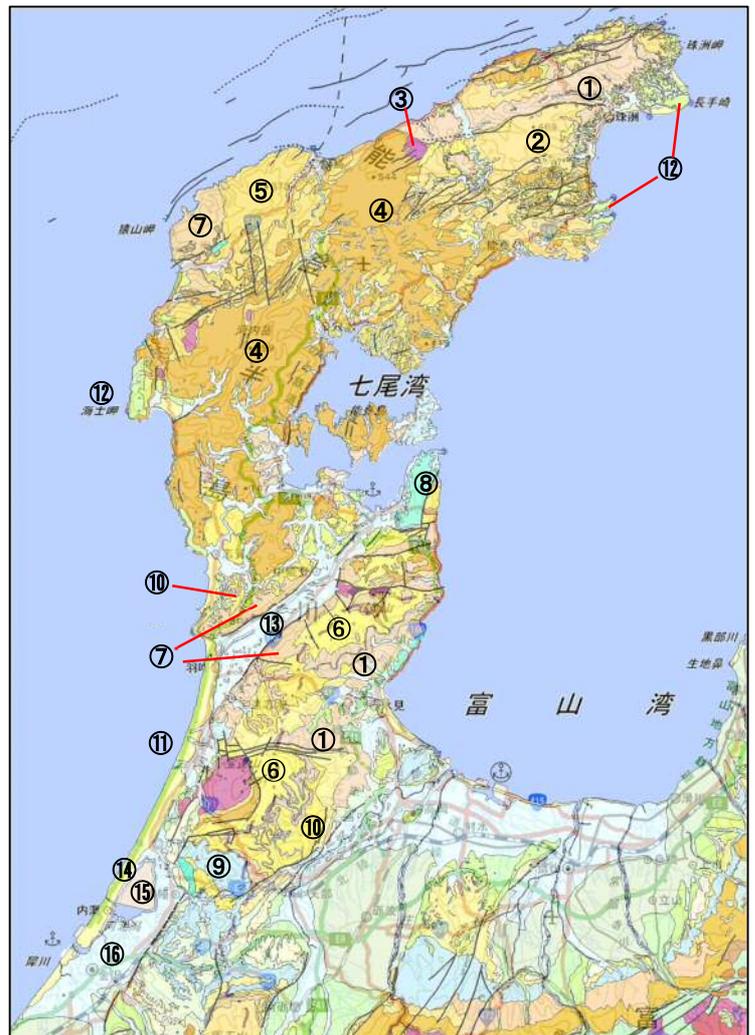
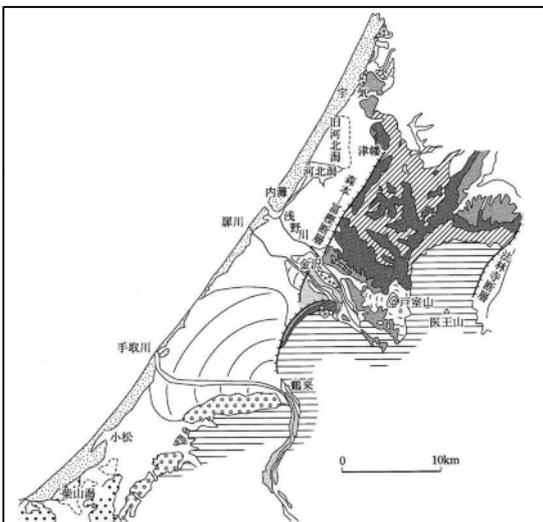
降が激しい。内灘砂丘は大野川河口から大海川河口まで続く長さ約20km、幅1km、高さ60mを超える長大な砂丘である。この砂丘は縄文～弥生時代の遺跡が出土する黒色土層で新期・古期に分けられる。

(2) 河北潟の形成⁶⁾

河北潟は以下のように形成されたのではないかといわれている(図2.4.4参照)。

- ① 約8,000～9,000年前頃の海水準が-20～-15mに上昇した時期に低地への海の侵入が開始された。
- ② 6,000年前頃の高海水準期(+5m)にかけて沿岸砂州が北側から伸びて成長し、それが海面上に頭を出して旧砂丘の形成が促進され、河北潟の閉塞はほぼ完了した。
- ③ 4,000年～2,000年前頃にかけての低海水準(-2～-3m)の時期には、河北潟地区には海水の流入がほとんどなく、潟は淡水～汽水域となっらしい。
- ④ その後、海水準の回復に伴って、再び海との連絡が生じて汽水湖になるとともに、旧砂丘の上に重なる新砂丘が形成された。

このように形成された河北潟西側の内灘町では、能登半島地震において砂丘末端部の緩傾斜地が液状化とそれに伴う地盤の流動によって大きな被害を受けた(図2.4.5)。



No.	区分	No.	区分
①	堆積岩 珪質泥岩	⑨	堆積岩 泥岩
②	火成岩 デイサイト・流紋岩溶岩・火砕岩	⑩	堆積岩 砂岩
③	火成岩 閃緑岩・石英閃緑岩	⑪	火成岩 花崗岩
④	火成岩 安山岩・玄武岩質安山岩・溶岩	⑫	段丘
⑤	堆積岩 砂岩, 砂岩泥岩互層ないし砂岩・泥岩・火砕岩	⑬	谷底平野
⑥	堆積岩 砂岩, 砂岩泥岩互層ないし砂岩・泥岩	⑭	砂丘
⑦	堆積岩 礫岩	⑮	干拓地
⑧	堆積岩 石灰質シルト岩・砂岩	⑯	海岸平野

図 2.4.2 石川県の地質図(文献7に加筆)

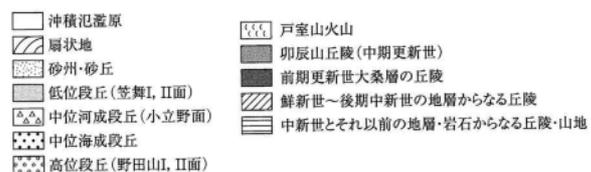


図 2.4.3 金沢平野と宝達山-富樫丘陵の地形¹⁾

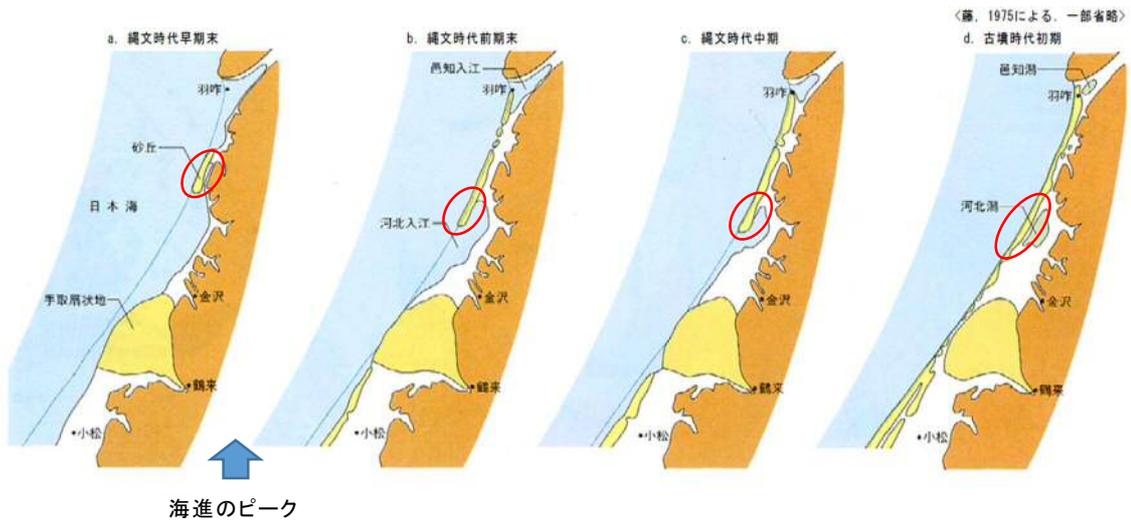


図 2.4.4 金沢付近の砂丘の形成と古地理（文献5に加筆）



図 2.4.5 河北潟と内灘砂丘

(3) 河北潟の干拓⁴⁾

- ① 河北潟の本格的な干拓は1964年に開始され、1971年に干陸が完了した。1979年に暫定営農が開始され、1985年に約1,100haの農地が完成した。河北潟の干拓前の面積は23km²であったが、干拓後の水域は4.2km²と約1/4になった。
- ② 干拓地ができると周辺の河川水の流入によって河北潟の水位が上昇する。このため内灘砂丘を開削して放水路工事が行われた。放水路の長さは1,670m、底幅110mで、掘削された土砂700万m³は締切堤防の築造に利用された。放水路には防潮水門が設置された。
- ③ 正面堤防および東部承水路1号堤防は、潟底の土質がヘドロ状態で軟弱なため、それぞれ2.4m、1.9mの深さまで取り除き砂で置換した。堤防天端の高さは、正面堤防で+3.5m、東部承水路堤防で+3.3mである（図 2.4.6参照）。

- ④ 入植のための宅地造成と西部承水路堤防のために必要な150万m³の土は内灘町大崎地内の砂丘地から供給された。
- ⑤ 締切堤防の完成後、堤防内の水をポンプで汲み出す干陸作業が半年ほどかけて行われた後、干拓地内に排水路を掘削して、土中の水分を抜く排水工事が行われた。
- ⑥ 河川と異なり、干拓地はほぼ平坦であるため、降雨によって排水路に集められた水はポンプによって汲み出される。このため、河北潟干拓地には3箇所のポンプ場がある。

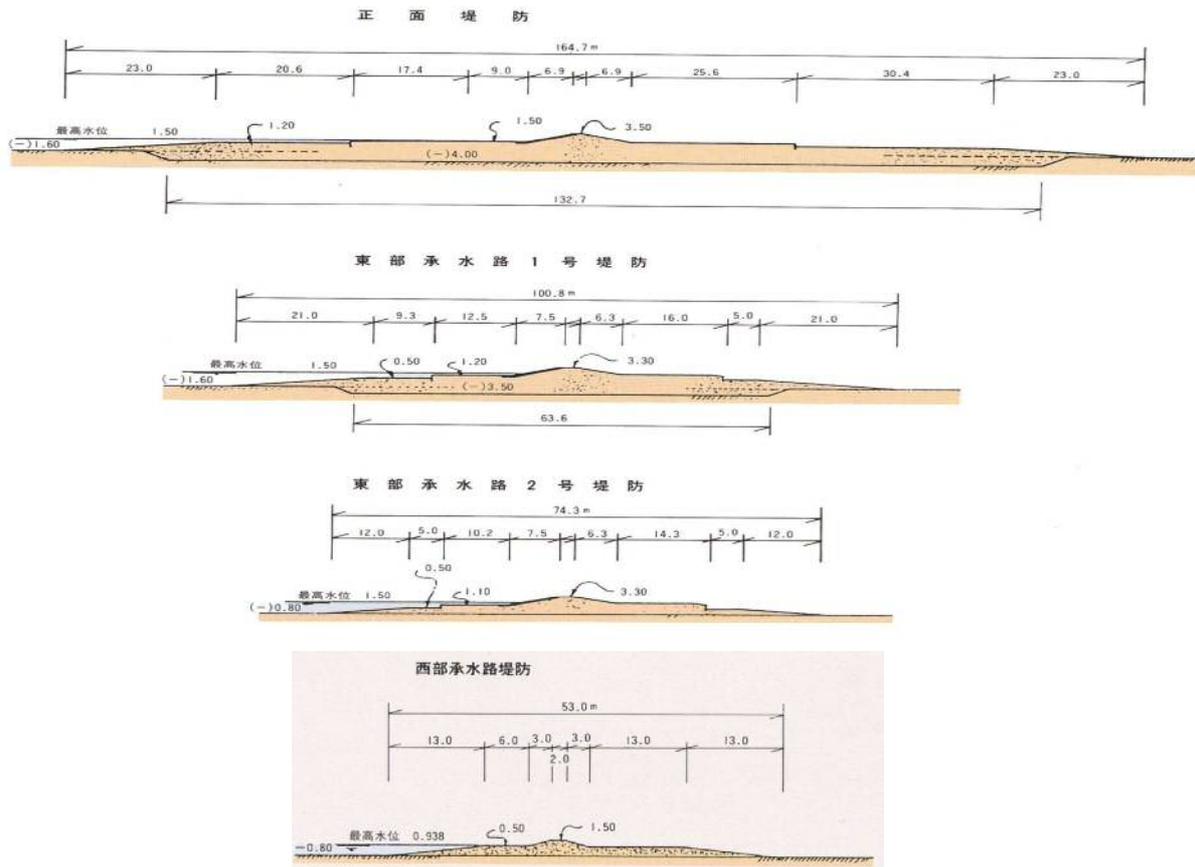


図 2.4.6 河北潟承水路堤防の代表断面⁴⁾

【第2章の引用・参考文献】

- 1) 町田・松田・海津・小泉：日本の地形5 中部、東京大学出版会、2007.
- 2) 北陸地方土木地質図編纂委員会：北陸地方土木地質図解説書、(財)国土開発技術研究センター、1990.
- 3) 若松加寿江：日本の液状化履歴マップ745-2008、東京大学出版会、2011.
- 4) 北陸農政局河北潟干拓建設事業所：干拓の記—国営河北潟干拓事業完工記念、1985.
- 5) 紺野義夫：特集 北陸の丘陵と平野、5. 加賀平野、アーバンクボタNo.31、pp.48-55、1992.4
- 6) 紺野義夫ほか：石川県河北潟の形成史と変貌—地史的変遷と地盤特性、ならびに干拓後の残存水域の環境、地質学論集 第36号、pp.35~45、1990.
- 7) 産業技術総合研究所 地質調査総合センター：地質図、Navi、<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>
- 8) 海上保安庁：富山湾の海底で斜面崩壊を確認(第2報)、令和6年3月11日.
- 9) 国土地理院：令和6年(2024年)能登半島地震に関する情報—デジタル標高地形図.

3. 被害の概要

3.1 概要

(1) 被害の特徴

2024年1月1日夕方に発生した能登半島地震は、震源地である石川県を中心として、新潟県、富山県、福井県、長野県、岐阜県、愛知県、大阪府、兵庫県の計9府県に被害を及ぼした。

最大震度7という大きな地震動に襲われて、8千戸を超える家屋が全壊（3月26日時点）するとともに、日本海沿岸部は最大5mを超える津波に襲われ、家屋や港湾・漁港等が大きな被害を受けた。

また、能登半島北岸の地域では、地震に伴う地殻変動によって沿岸部で地盤が大きく隆起したため、港湾・漁港の港内の陸化や水深不足で船舶の出入港が不可能になる等の被害が生じた。

以下に今回の地震の特徴を簡単に記述してみる。

【強烈な地震動】

今回の地震は能登半島北岸沿いの活断層が活動して起こったとされている。断層は逆断層であるため、震央は陸地の浅い（深さ16km）ところになり、そのため、周辺地域は最大2,000galを超えるような強烈な地震動に襲われた。また、能登半島北部の陸地は断層の上盤側にあたるため、より大きな地震動になったと考えられる。

【地殻変動】

断層の破壊によって上盤（南）側が反動で跳ね上がるような挙動をしたため、能登半島北岸の地域は最大約4mに及ぶ地盤の隆起が発生した。このため、漁港等の施設は海底が露出し、船舶の出入りが不可能になった。地殻変動による地盤隆起を含めて使用不可能になった漁港は、石川県の69漁港のうち20漁港に及んだ。

【津波の発生】

震源が浅かったため、津波が発生し、能登半島の珠洲市、能登町、七尾市、輪島市舳倉島、新潟県の上越市、佐渡市という広い範囲で浸水被害が確認された。なお、富山港では他の地点に比べて津波到達時間が異常に早かったため、震源以外の波源域があるのではないかと言われていたが、海上保安庁による富山湾の海底地形調査の結果、富山市沖合の海底谷の斜面が崩壊していることが判明し、これが富山港への津波の早期到達と関係あるのではないかと言われている。

【土砂災害】

丘陵・山地が広がる能登半島の北部を中心として、多くの土砂災害が発生した。

今回の地震による土砂災害は、大きく2つの特徴を持っている。1つは主に自然斜面の崩壊によって道路が埋没し、通行が不可能になるという被害である。特に、急崖が続く能登半島北部の海岸では、道路の崩壊・埋没によって、地震当初には多くの集落が孤立した。能登半島は、今回の地震でも見られたように、地震によって北側が隆起する傾動運動が続いた結果、北側が高く南側が低い地形となっている。隆起した半島北部の海岸部では、著しい海食作用により急崖が形成され、今回の地震で斜面の崩壊が多発した素因となっている。また、内陸部では、崩壊した土砂が河道を閉塞するという二次災害も起きた。

もう1つは、主に人工改変された丘陵住宅地の斜面で発生した土砂災害である。被災箇所は

元は谷部であった凹地に盛土をして造成された宅地であり、谷埋め盛土や腹付け盛土と呼ばれる盛土部が地震動により崩壊したものである。盛土斜面の崩壊によって、斜面上の家屋が押し流されて全壊する被害等が生じた。近年の他の大地震の際にも、都市部郊外の造成宅地で多く見られる被害である。

【液状化に伴う地盤の流動被害】

石川県南部の金沢平野等の平坦地では、地盤の液状化によって家屋が大きな被害を受けた。特に金沢市の北部にある内灘町では、海岸に沿って分布する内灘砂丘末端部の緩斜面が液状化して地盤の流動が発生し、多くの家屋が被害を受けた。

液状化に伴う地盤の流動は、新潟地震（1964年）、日本海中部地震（1983年）、兵庫県南部地震（1995年）等で大規模に発生したことが知られているが、能登半島地震の流動被害の特徴は、流動してきた地盤が何らかの原因によって急激に止められたため、流動末端部で大規模な隆起等の地盤変状が生じ、家屋や車庫等の構造物が大きな被害を受けたことである。このような流動の阻害による地盤の隆起がどのような原因で起こったかは今後の重要な課題と言えよう。

液状化に伴う地盤の流動では、地震動により家屋が倒壊するというようなタイプの被害と異なり、地盤の水平移動および隆起・沈下等の地盤変状によって家屋が大きく傾斜・変形し、ほぼ全壊とみなされる被害が多く見受けられた。

(2) 既往被害地震との比較

表 3.1.1は地震規模が類似しており、近年、日本海沿岸部で発生した2地震と今回の地震の被害を比較したものである。3地震ともに津波が発生したという共通点はあるが、能登半島地震の震央が能登半島北端に近い陸地であるのに対して、日本海中部地震や北海道南西沖地震の震央は、陸地からそれぞれ36kmと21km離れた日本海にあり、同じ規模の地震であっても距離による地震動の影響の度合いは能登半島地震がはるかに大きく、それが最大震度の違いにも現れている。

能登半島地震は人的被害や住家被害も他の2地震に比べてかなり大きく、被害額も1オーダー大きくなるのではないかとされている。

表 3.1.1 過去の地震との被害規模の比較

地震名		日本海中部地震 ¹⁾	北海道南西沖地震 ²⁾	能登半島地震 ³⁾
発生年		1983年5月26日	1993年7月12日	2024年1月1日
マグニチュード		7.7	7.8	7.6
深さ		14km	35km	16km
最大震度		5	5	7
被害額		約1,663億円 ⁴⁾	約1,323億円	1.1~2.6兆円 ⁵⁾
人的被害	死者	104	202	244人
	行方不明	—	28	—
	負傷者	324人	323人	1,300人
住家被害	全壊	1,584棟	601棟	8,754棟
	半壊	3,515棟	408棟	18,974棟
	一部破損	5,954棟	5,488棟	85,373棟

1) 内閣府:防災情報のページ、1983年(昭和58年)日本海中部地震

2) 内閣府:防災情報のページ、1993年(平成5年)北海道南西沖地震

3) 消防庁:令和6年能登半島地震による被害及び消防機関等の対応状況(第88報)令和6年3月29日(金)14時00分

4) 土木学会:1983年日本海中部地震 震害調査報告書、1986.

5) 内閣府:月例経済報告等に関する関係閣僚会議資料、令和6年1月25日

3.2 人的被害・住家被害

(1) 人的被害・住家被害

表 3.2.1に府県別の人的被害および住家被害数を示す。地震による死者は244人（災害関連死15人を含む）、負傷者は1,300人（重傷320人、軽傷980人）となっている（3月26日14時現在）。なお、同表には行方不明者の記載はないが、石川県の報告では輪島市で安否不明者が3人いる。同表から分かるように、人的被害・住家被害ともに震源地のある石川県が圧倒的に多い。

富山県、新潟県が石川県に次いで被害が多い。負傷者は両県でほぼ同数であるが、全壊家屋は富山県が232棟と多い。また、新潟県では津波による床下浸水が14棟で発生している。

表 3.2.2には石川県内の自治体の人的被害および住家被害を示す。石川県は11市8町から構成されているが、いずれの自治体でも何等かの被害を受けていることが分かる。

被害は震源に近い能登半島北部の輪島市と珠洲市で多く、両市で死者の85.2%、負傷者の67.9%、全壊家屋の77.1%を占める（いずれも石川県全体に占める割合）。また、家屋の全壊率（＝全壊数／世帯数と仮定）は珠洲市で47.3%、輪島市で34.5%と非常に高い割合となっている。

穴水町の死者は輪島、珠洲両市に次いで多い20人となっているが、このうち16人は同町由比ヶ丘地区で複数の家屋が土砂に呑み込まれた際の犠牲者である。

一方、地震による火災が17件（石川県11件、富山県5件、新潟県1件）発生している。このうち輪島市河井町の通称輪島朝市通りの火災では、約240棟が焼損、焼失面積は約49,000m²という大規模なものとなった。この火災で3人が亡くなったことが判明しているが、その他に犠牲者がいるかどうかは不明である（1月31日時点）。

表 3.2.1 人的被害および住家被害（3月26日14時現在）¹⁾

都道府県	人的被害						住家被害					
	死者	行方不明者	負傷者			合計	全壊	半壊	床上浸水	床下浸水	一部破損	合計
			重傷	軽傷	小計							
人	人	人	人	人	人	棟	棟	棟	棟	棟	棟	
新潟県			5	44	49	49	102	2,883		14	18,362	21,361
富山県			3	44	47	47	232	687			14,796	15,715
石川県	244		312	877	1,189	1,433	8,420	15,392	6	5	51,618	75,441
福井県				6	6	6		12			579	591
長野県											18	18
岐阜県				1	1	1						
愛知県				1	1	1						
大阪府				5	5	5						
兵庫県				2	2	2						
合計	244		320	980	1,300	1,544	8,754	18,974	6	19	85,373	113,126

※新潟県の公表資料において新潟市の住家被害(罹災証明申請数)は本表に反映していない

※富山県の公表情報において新潟市の住家被害の「未分類」と表記されている情報は本表に反映していない

※石川県の死者数は石川県の公表資料に基づく

※石川県の公表情報において「確認中」と表記されている情報は本表に反映していない

《死者の内訳》

【石川県】七尾市5人、輪島市105人、珠洲市103人、羽咋市1人、志賀町2人、穴水町20人、能登町8人

表 3.2.2 石川県内の人的被害および住家被害（3月29日14時現在）²⁾

市町名	人的被害（人）					住家被害（棟）						非住家被害（棟）	
	死者 うち災害関連死※	行方 不明者	負傷者		小計	全壊	半壊	一部 破損	床上 浸水	床下 浸水	小計	公共 建物	その他
			重傷	軽傷									
金沢市				9	9	29	208	4,594			4,831		1,546
七尾市	5			3	8	367	2,696	9,865			12,928	82	52
小松市				1	1	1	63	2,157			2,221		
輪島市	105	3	確認中	213	303	621	3,824	3,865	7,127		14,816		7,033
珠洲市	103	6		47	202	352	2,668	2,213	3,488		8,369		4,133
加賀市							13	40	1,661		1,714		
羽咋市	1			7	8	63	458	2,424			2,945	61	9
かほく市							8	237	1,664		1,909		212
白山市				2	2			357			357		
能美市							1	9	1,148		1,158	9	
野々市市				1	1			51			51		
川北町								23			23		
津幡町				1	1	8	69	1,893			1,970		
内灘町				2	2	118	516	956			1,590	29	431
志賀町	2			7	97	106	454	1,842	3,046	6	5,353		3,675
宝達志水町							10	56	1,172		1,238		66
中能登町				1	1	2	50	785	2,800		3,635	1	1,039
穴水町	20			32	225	277	497	1,432	2,104		4,033		2,064
能登町	8	6		10	25	43	309	903	5,088		6,300	7	2,450
計	244	15		312	877	1,433	8,420	15,392	51,618	6	75,441	189	22,710

(2) 避難所・避難者数

図 3.2.1 に避難者数の2月8日までの推移を示す。避難者数が最大であったのは地震が発生した翌日の1月2日朝で、51,605人であった。また、避難所の開設も1月2日朝の1,327箇所が最大であった。

県別でみると、石川県は1月4日に33,455人と最大の避難者数となったが、その後も1月7日まで3万人台の避難者が続いた。これに対して、富山県は1月2日の15,781人が最大であったが、その後は数百人台に減少している。新潟県は1月2日に6,689人であったが、その後は数十人台に減少した。すなわち、震源地である石川県は被害が甚大であったため、避難者数も3万人台と多く、その減少の仕方も緩やかで、2月8日時点でも1.3万人を超える避難者がいるのに対して、富山県と新潟県では、地震直後は余震の影響もあり、数千～1万人を超える避難者があったが、1週間程度で数人から数10人に減少している。

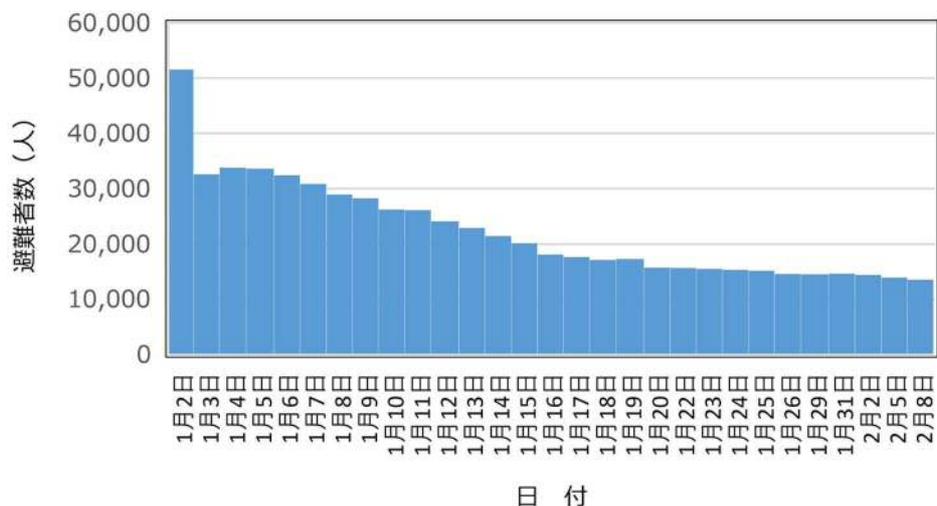


図 3.2.1 避難者数の推移（消防庁の災害情報に基づいて作成）

3.3 施設の被害

(1) 道路

1) 高速道路・自動車専用道路

北陸地方には、図3.3.1に示すように、新潟県から富山県、石川県、福井県、滋賀県を結ぶ北陸自動車道をはじめ、富山県と愛知県を結ぶ東海北陸自動車道、関東と新潟県上越地方および長野県北信地方を結ぶ上信越自動車道の3本の高速道路がある。

自動車専用道路としては、石川県輪島市から富山県氷見市、高岡市を經由して、小矢部市の砺波ICで北陸自動車道と連結する能越自動車道（高規格幹線道路）と石川県金沢市と同県穴水町を結ぶ「のと里山海道」がある。なお、能越自動車道の一部区間は事業中であり、輪島市までの全区間が開通しているわけではない。

「のと里山海道」は、以前は「能登有料道路」と呼ばれていた石川県管理の主要地方道である。2007年の能登半島地震（M6.9）では震源に近い穴水IC～柳田IC間で、路面の崩落が11箇所、路面のクラック等が40箇所等の大きな被害が発生した。

能登半地震によって北陸地方および周辺の高速度道路、自動車専用道路が点検のため通行止めとなったが、安全が確認された路線は順次再開され、1月2日21時までには、北陸道、日本海東北道、磐越道、関越道、上信越道、東海北陸道、能越道（小矢部砺波 JCT～高岡 IC）の計62区間の通行止めが解除された。

震源に近い能越道のうち、のと三井IC～穴水IC間の2区間において道路崩落等、七尾IC～高岡ICの8区間において段差、クラック等の被害が確認されたため、通行止めが継続された（1月3日6時現在）。1月5日14時15分時点では、三井IC～穴水IC間の2区間の通行止めは継続されたが、七尾IC～高岡ICの被害の応急復旧が順次終了し、七尾IC～七尾城山 ICの1区間の通行止めが残されていたが、1月10日10時に解除となった。3月29日時点では、能越道の穴水IC～のと里山空港IC間の1路線1区間の南向きの通行止めが続いている。

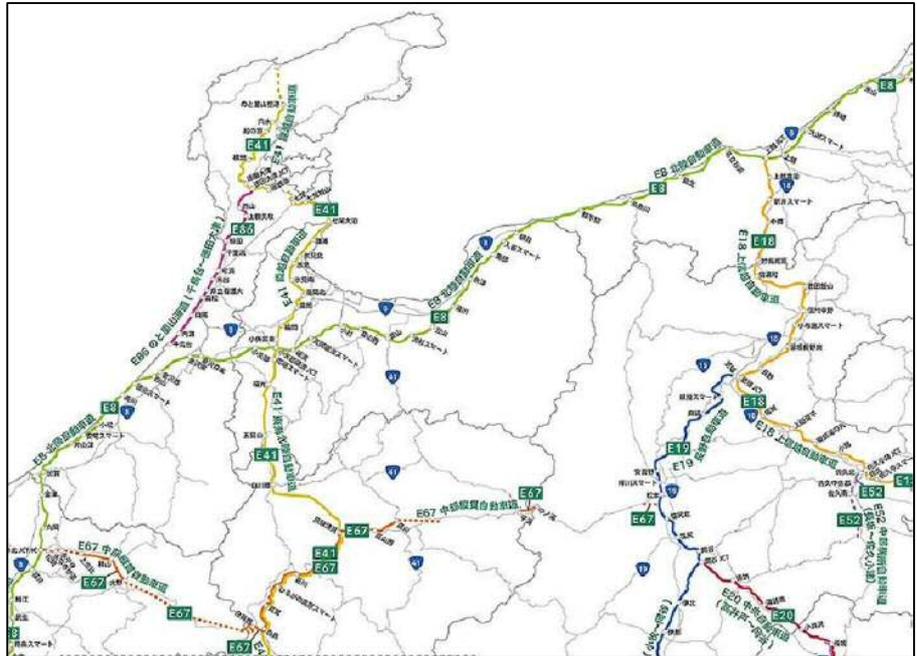


図3.3.1 北陸地方の高速道路・自動車専用道路（文献3より抜粋）

2) 国道

直轄国道では、地震直後の1月1日19時時点で、国道8号の上越市茶屋ヶ原の斜面崩壊、柏崎市の2箇所（橋梁損傷、歩道被害）の計3箇所、国道116号（新潟市西区新通～亀貝）で段差、国道160号（石川県東浜）で段差の被害が報告されている。

上越市茶屋ヶ原の斜面崩壊は、図 3.3.2 に示すように、海沿いを走る国道8号において斜面崩壊の土砂により路面が埋没し、上下線が通行止めになったものである。復旧に当たって約1.4万m³の土砂とコンクリート塊を除去した結果、1月27日10時に通行止めは解除された。

補助国道では最大40区間で通行止めが発生したが、3月29日時点では、約8割の区間が応急復旧し、表 3.3.1 に示す3路線10区間の通行止めが続いている。

表 3.3.1 通行止めの補助国道（3月29日現在）⁵⁾

路線	被害地点	被害の種類
国道249号	石川県珠洲市仁江町	土砂崩れ
	石川県珠洲市大谷町	トンネル損傷
	石川県輪島市名舟町	土砂崩れ
	石川県輪島市門前町西円山	法面崩壊
	石川県輪島市町大野町	法面崩壊
	石川県輪島市町野町大川	法面崩壊
	石川県輪島市久手川町	道路段差
国道359号	石川県金沢市宮野町	土砂崩れ
	富山県小矢部市五郎丸	道路損壊
国道471号	富山県富山市八尾町栃折	路面沈下



図 3.3.2 国道8号茶屋ヶ原の斜面崩壊と復旧後⁴⁾

3) 県道等

県道では、地震による通行止めが最大3県145区間に上ったが、3月29日時点で約7割の103区間が応急復旧し、残りの石川県37区間、新潟県1区間、富山県4区間の計42区間の通行止めが続いている。

(2) 河川・ダム

1) 河川

3月29日時点の河川の被害は表 3.3.2 に示すとおりである。国管理河川は、4水系4河川の16箇所で、堤防沈下、天端クラック等の被害が確認された。県管理河川は、66水系113河川で護岸損傷、天端クラック等が確認された。

表 3.3.2 河川の被害状況（3月29日現在、文献5に基づいて作成）

国管理河川	・ 5県（新潟、富山、石川、福井、長野）に所在する12水系17河川で点検完了
	・ 4水系4河川16箇所で堤防沈下、天端クラック等を確認
	・ 信濃川水系信濃川における緊急復旧工事の完了を含め、必要な応急対策は実施済
県管理河川	・ 6県（新潟、富山、石川、福井、長野、岐阜）が管理する122水系554河川で点検完了
	・ 4県（新潟、富山、石川、福井）が管理する66水系113河川で護岸損傷、天端クラック等を確認
	・ 応急対策を順次実施中（石川県北部は継続中、他は実施済）
	・ 石川県管理の河原田水系河原田川、山田川水系山田川において、土砂崩れによる河道閉塞が発生し家屋が浸水
	・ 河原田川については土砂災害対策と一体となった本格的な復旧工事を権限代行等により国が実施中
	・ 山田川については応急対策として流路確保済

2)ダム

国土交通省関係では、国管理2ダム、県管理35ダム、利水ダム59ダムについての点検結果および被害をまとめて表3.3.3に示す。このうち石川県の北河内ダムと小屋ダムで軽微な被害が確認された。

農林水産省関係では、表3.3.4に国造ダム（国が建設したダム）18箇所の点検結果、表3.3.5に補助ダム38箇所の点検結果を示す。また、表3.3.6に防災重点農業用ため池の点検結果を示す。

国造ダムのうち石川県の2ダムでそれぞれ堤体天端のアスファルト舗装のひび割れ、堤体天端と取付道路との間に段差が確認されている。石川県の補助ダム1箇所で堤体天端のアスファルト舗装に軽微なひび割れが確認されている。

防災重点農業用ため池では、新潟県1箇所、富山県11箇所、石川県270箇所、福井県1箇所で堤体に損傷が確認されている。

表 3.3.3 ダムの点検結果と被害（国土交通国交省）⁵⁾

国管理 (2ダム)	新潟県	三国川ダム	一次・二次点検終了	異常なし
	福井県	鳴鹿大堰	一次・二次点検終了	異常なし
県管理 (35ダム)	新潟県	11ダム	一次・二次点検終了	異常なし
	富山県	13ダム	一次・二次点検終了	異常なし
	石川県	10ダム	一次・二次点検終了	8ダム異常なし
		北河内ダム	・貯水池周辺斜面に小規模崩落 ・ダム堤内のポンプ故障	
		小屋ダム	・ダム天端の舗装に一部クラック ・ダム堤体表面被覆の一部変状等	
	福井県	1ダム	一次・二次点検終了	異常なし
	利水ダム (59ダム)	新潟県	16ダム	一次・二次点検終了
富山県		32ダム	一次・二次点検終了	異常なし
石川県		4ダム	一次・二次点検終了	異常なし
長野県		1ダム	一次・二次点検終了	異常なし
岐阜県		6ダム	一次・二次点検終了	異常なし

表 3.3.4 国造ダムの点検結果（農林水産省）⁶⁾

土道府県	点検対象	点検済み	異常	
			異常なし	異常あり
福島県	2	2	2	0
新潟県	9	9	9	0
富山県	4	4	4	0
石川県	3	3	1	2
合計	18	18	16	2

表 3.3.5 補助ダムの点検結果（農林水産省）⁶⁾

土道府県	点検対象	点検済み	異常	
			異常なし	異常あり
福島県	4	4	4	0
長野県	1	1	1	0
新潟県	13	13	13	0
富山県	5	5	5	0
石川県	8	8	7	1
福井県	4	4	4	0
岐阜県	3	3	3	0
合計	38	38	37	1

表 3.3.6 防災重点農業用ため池の点検結果（農林水産省）⁶⁾

土道府県	点検対象	点検済み	異常	
			異常なし	異常あり
山形県	1	1	1	0
福島県	2	2	2	0
長野県	30	30	30	0
新潟県	414	414	413	1
富山県	437	437	426	11
石川県	1,133	1,121	851	270
福井県	16	16	15	1
岐阜県	29	29	29	0
滋賀県	6	6	6	0
大阪府	2	2	2	0
兵庫県	1	1	1	0
合計	2,071	2,059	1,776	283

<参考>

「防災重点農業用ため池」の指定基準

- (1) ため池から100m未満の浸水区域に住宅があるもの
- (2) ため池から500m未満の浸水区域に住宅があり、かつ貯水量が1000m³以上のもの
- (3) 浸水区域に住宅等があり、かつ貯水量が5000m³以上のもの

(3) 港湾・漁港・空港・海岸保全施設

1) 港湾

港湾被害が報告されている新潟、富山、石川、福井の各県にある港湾と被害の有無を表3.3.7に示す。国際拠点港湾としては新潟港、伏木富山港の2港があり、重要港湾は6港（新潟県3、石川県2、福井県1）、地方港湾は21港（新潟県6、富山県1、石川県10、福井県4）である。

全体としては北陸地方の29港湾のうち何らかの被害を受けた港湾は22箇所に入った。震源に最も近い石川県では12港湾（図3.3.3）全てが被害を受けている。

表 3.3.7 新潟・富山・石川・福井各県の港湾被害（文献7に基づいて作成）

所在地	管理者	国際拠点港湾	重要港湾	地方港湾
新潟県	新潟県	新潟港	直江津港、両津港、 小木港	二見港(避難港)
				岩船港、寺泊港、柏崎港、姫川港、赤泊港
富山県	富山県	伏木富山港	—	魚津港
石川県	石川県	—	金沢港、七尾港	輪島港(避難港)
				穴水港、宇出津港、小木港、飯田港、福浦港、 滝港、塩屋港
	七尾市	—	—	和倉港、半ノ浦港
福井県	福井県	—	敦賀港	鷹巣港(避難港)
				福井港、和田港、内浦港

赤字は何等かの被害が発生した港湾

港湾施設の被害は、岸壁背後の沈下（輪島港・宇出津港・小木港）、岸壁の破壊（穴水港）、岸壁の沈下・岸壁背後の液状化（七尾港）、岸壁のせり出し・防波堤の破壊（飯田港）、エプロンの液状化（福浦港）、防波堤の沈下（半ノ浦港）、臨港道路の液状化（両津港・福井港）、ふ頭用地の亀裂・段差（直江津港）、臨港道路の亀裂・ガントリークレーンの脱輪（伏木富山港）、ふ頭用地の陥没（金沢港）、エプロンの陥没（滝港）などである。

2) 漁港

漁港施設では、石川県の69漁港のうち60港が被災し、防波堤、岸壁、臨港道路の損傷等の被害が発生した。漁業集落排水施設13箇所、水産業共同利用施設（荷捌所等）27箇所、漁業用施設75箇所



図 3.3.3 石川県の港湾
（文献8より抜粋）

港湾の種類	
種別	内容
重要港湾	国の利害に重大な関係を有する港湾
地方港湾	重要港湾以外の港湾

※輪島港は、暴風雨に際し小型船舶が避難のため停泊することを主たる目的とした避難港に指定されている。

傷が発生した。また、志賀町から珠洲市の外浦海域の漁港では、地盤隆起による海底露出の被害が発生した。図3.3.4には石川県の漁港の使用の可否の状況（3月29日時点）を示す。69漁港のうち使用不可漁港が20箇所に及ぶ。

富山県では、10漁港で岸壁・護岸の沈下、臨港道路の破損等の被害、1漁港海岸で離岸堤の損傷等の被害が発生した。その他、漁業集落排水施設2箇所、水産業共同利用施設（給油施設等）54箇所傾斜や損傷等の被害が発生した。

新潟県では、3漁港で臨港道路の破損等の被害、液状化による漁協事務所の傾斜、水産業共同利用施設（荷捌所等）7箇所液状化等の被害が発生した。

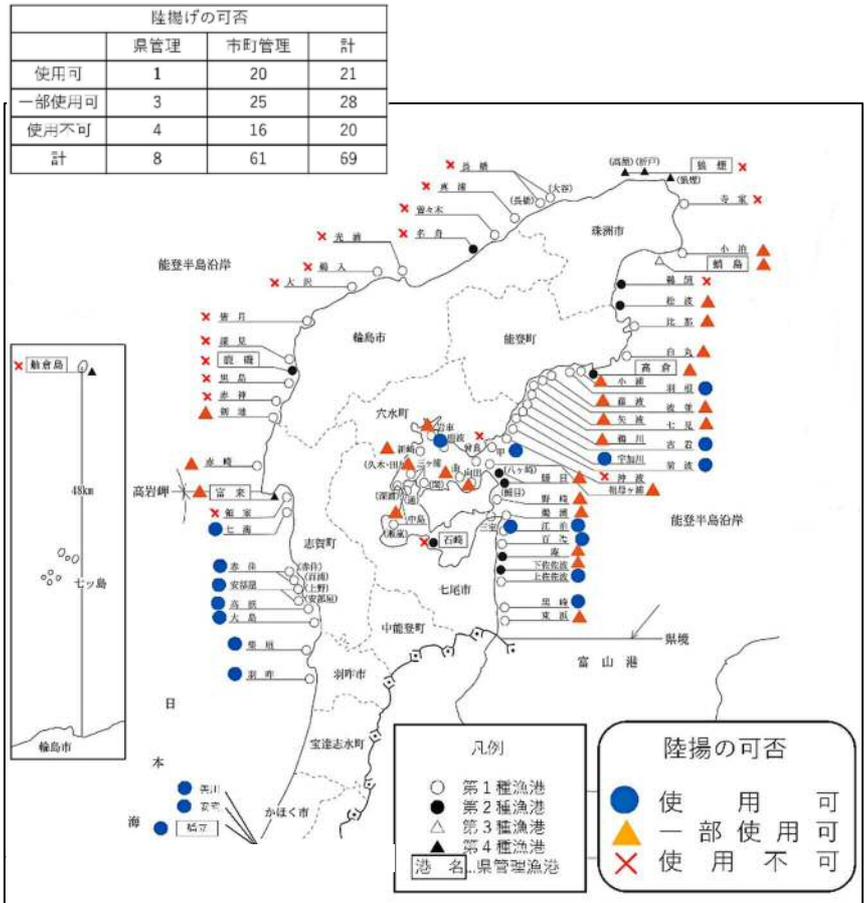


図 3.3.4 石川県の漁港の使用の可否（文献9より抜粋・編集）

3) 空港

能登半島中部にある「のと里山空港」では、滑走路上に深さ約10cm、長さ約10m以上の亀裂が4～5箇所発生したため閉鎖された。その他、ターミナルビルの内部では、一部で壁のひび割れやガラス等の被害が発生した。

1月22日には滑走路の応急復旧が完了し、1月27日から定期便の運航が再開された。

4) 海岸保全施設

表3.3.8に3月29日時点における海岸保全施設の被害状況を示す。直轄海岸では点検対象が4海岸に対して、石川海岸で被害が発生している。

補助海岸では点検対象124海岸のうち石川県の10海岸で被害が発生している。

表 3.3.8 海岸保全施設の被害⁵⁾（3月29日14時現在）

直轄海岸	点検対象	4海岸 うち石川県の1海岸で異常あり	
	石川県	石川海岸	海岸堤防等の管理用通路に段差・クラックあり
補助海岸	点検対象海岸	124海岸 うち石川県の10海岸にて異常あり	
石川県	富来海岸	堤防護岸にクラック・沈下・損壊あり	
	根上海岸	海岸堤防等の管理用通路に段差・クラックあり	
	宝立正院海岸	堤防護岸損壊あり	
	穴水海岸	堤防護岸損壊あり	
	三崎海岸	堤防護岸損壊、水叩き損壊あり	
	門前海岸	堤防護岸損壊あり	
	珠洲西海海岸	堤防護岸損壊あり	
	五十洲海岸	堤防護岸損壊あり	
	稲舟白米海岸	堤防護岸損壊あり	
	曾々木白米海岸	堤防護岸損壊、離岸堤損壊等あり	

(4) 土砂災害

土砂災害（がけ崩れ、地すべり、土石流）の発生件数は、3月29日時点で440件であり、石川県の発生件数が全体の約93%を占めている（表3.3.9）。

表 3.3.9 土砂災害の発生状況（国土交通省3月29日13時時点）⁵⁾

【土砂災害件数】		【土砂災害による人家被害】	
新潟県	18 件	全壊	64 戸
富山県	13 件	半壊	33 戸
石川県	409 件	一部損壊	18 戸
計	440 件		

(5) ライフライン

1) 電力

能登半島地震では、送電線や変電所の損傷を原因とする広域な停電は発生しておらず、最大停電戸数は約4万戸に留まっている。3月15日時点で客先の設備の健全性の確認ができないため送電できない約420戸を除き概ね復旧した。

定期検査のため停止中の志賀原子力発電所1・2号機ともに、外部電源や必要な監視設備、冷却設備および非常用電源等の機能を確保しており、安全確保に問題は生じていない。

表3.3.10に火力発電設備の被害と復旧状況（3月21日時点）を示す。最大震度6強を観測した石川県内に立地する七尾太田火力発電所（120万kW）は地震の影響で多数の設備被害等が発生し、復旧に時間を要しているものの、ボイラー等の主要電気工作物の重大な損壊は発生していない。最大震度5強を観測した富山県内に立地する富山新港火力や富山火力は、地震の影響で一部の機器に軽微な被害が生じたものの、短期間で復旧している。

表3.3.11に送電・変電・配電・新エネの各設備の被害を示す（3月15日12時時点）。

表 3.3.10 各発電所の被害概要および復旧状況¹⁰⁾

発電所	設備名（燃料種別） 定格出力	震度*	地震発生時	主な設備被害	復旧状況
七尾太田火力	1号機（石炭） 50万kW 2号機（石炭） 70万kW	6強 七尾市	R6年1月1日16時10分 タービン振動大による 緊急停止	・ボイラー内部配管（過熱器管等）の損傷他 ・煙突の支持鉄塔斜材の一部座屈・破断 ・揚炭機、払出機の損傷等 ・護岸の崩壊、沈下等	夏季の高需要期までに復旧の見通し ・作業員の確保や断水の影響、地震損傷個所の部品の調達に時間がかかっている。 ・一方、ドローンの活用による損傷個所の特定や、電力間での予備品の融通、予定していた点検の前倒しなど、 復旧作業の効率化を実施
富山新港火力	2号機（LNG、石油） 50万kW	5強 射水市	停止中	ボイラー蒸気温度測定器不良	1月2日並列後に左記の被害を確認したため、1月4日に停止・補修→ 1月7日に運転開始
	石炭1号機（石炭） 25万kW		20万kW運転中 →地震影響により出力抑制運転（15万kW）	電気集塵器放電線の変形、金具外れ	左記被害の補修のため、1月12日に計画停止・補修→ 1月15日に運転再開
	石炭2号機（石炭） 25万kW		15万kW運転中 →地震影響により出力抑制運転（15万kW）	電気集塵器放電線の変形、金具外れ	左記被害の補修のため、1月5日に計画停止・補修→ 1月7日に運転再開
富山火力	4号機（石油） 25万kW	5強 富山市	停止中	①電気集塵器放電線の変形 ②電磁式安全弁の漏えい ③主蒸気管支持装置の破損	1月2日に①の補修を実施。1月3日並列後に②の被害を確認し、同日に停止・補修。また、③の被害も確認・補修→ 1月11日に運転開始

表 3.3.11 送電・変電・配電・新エネ各設備の被害（北陸電力）¹¹⁾

送電設備	鉄塔部材変形：14線路、碍子割れ：19線路、素線切れ：13線路
変電設備	変圧器ブッシング破損他：18台
配電設備	電柱傾斜：約2,310本、電柱折損：約760本、断線・混線：約1,680箇所
新エネ設備	珠洲太陽光発電所 受電設備・パネル等に損傷を確認

2) 都市ガス等

都市ガスについては、最大148戸（石川県・富山県）の供給支障が発生した。新潟県の製造所では製造支障が発生したが、供給への影響はなかった。ガス小売事業（旧簡易ガス）については、石川県内の7団地で、最大509戸の供給支障が発生した。LPガスについては、石川県内で津波被害により16本の容器が流出した。また、地震により多数の供給設備の被害が発生した。

3) 上水道

上水道は石川、新潟、富山、福井、長野、岐阜の各県において最大約137,040戸の断水が発生した。3月29日時点で、石川県の輪島市、珠洲市等で約8,540戸の断水が続いている（表 3.3.12）。

被害の状況は、配水管・管路の破損、配水池、取水管の破損、減圧弁異常等である。

表 3.3.12 上水道設備の被害状況（3月29日時点）¹²⁾

県	断水戸数		最大断水 期間	被害等の状況
	最大	3月29日時点		
石川県	約113,020	約8,540	1/1～	・配水管破損、管路破損、配水池破損、停電、道路崩落による管路破損
新潟県	3,394	0	1/1～1/7	・配水管破損
富山県	18,937	0	1/1～1/18	・配水管破損
福井県	99	0	1/1～1/2	・配水管破損
長野県	90	0	1/1～1/2	・配水管破損、濁水、取水管破損
岐阜県	1,500	0	1/1	・減圧弁異常
合計	約137,040	約8,540		

4) 下水道

下水道設備の被害状況を表 3.3.13に示す（3月29日13:00時点）。

石川県では1月6日14:00時点で9箇所の下処理場が稼働を停止していたが、3月8日8:00時点ではすべての処理場が稼働している。また、管路施設の流下機能については、被害の大きかった石川県の七尾市、輪島市、珠洲市、志賀町、能登町の下水道管路延長（773km）のうち無被害または流下機能確保済となっている管路延長は77%となっている。その中でも珠洲市は最も低く、26%の流下機能が確保されているにすぎない¹³⁾。

表 3.3.13 下水道設備の被害状況（3月29日時点）⁵⁾

都道府県	施設	点検対象	被害（箇所）		
			無	機能確保済	点検中
石川県	処理場	57	32	25	—
	ポンプ場	52	38	14	—
	管路施設	18	1	15	2
新潟県	処理場	83	79	4	—
	ポンプ場		被害なし		
	管路施設	28	23	5	—
富山県	処理場	29	25	4	—
	ポンプ場		被害なし		
	管路施設	13	6	7	—
福井県	処理場		被害なし		
	ポンプ場		被害なし		
	管路施設	3	2	1	—
長野県	処理場・ポンプ場・管路の被害なし				
岐阜県	処理場・ポンプ場・管路の被害なし				

(6) 農林関係

表 3.3.14に、農業用ダムおよびため池以外の県別被害箇所数を示す。農地・農業用施設関係では、石川県で、農地912箇所、農業用施設3,278箇所被害が確認された。

林野関係では、石川県珠洲市、輪島市および能登町等で多数の山腹崩壊・地すべりが確認された（被害状況確認中）。また、石川県では、農地が912箇所、農業施設が3,278箇所、林道施設等が678箇所等の被害が確認された。富山県では、農地が344箇所、農業施設が1,930箇所等

の被害が確認された。

表 3.3.14 農林関係被害の概要（文献6より抜粋）

所在地	農地・農業用施設被害		林野関係被害	
長野県	農地	7箇所	特用林産施設等	30箇所
	農業用施設	6箇所		
石川県	農業用ハウス・機械・果樹棚等	755件	林地荒廃	72箇所
	農地	912箇所	治山施設	40箇所
	農業用施設	3,278箇所	林道施設等	678箇所
			木造加工流通施設	35箇所
			特用林産施設等	22箇所
新潟県	農地	35箇所	林地荒廃	1箇所
	農業用施設	393箇所	林道施設等	6箇所
			木造加工流通施設	2箇所
			特用林産施設等	29箇所
富山県	農地	344箇所	林地荒廃	5箇所
	農業用施設	1,930箇所	林道施設等	25箇所
			木造加工流通施設	6箇所
			特用林産施設等	9箇所
福井県	農地	17箇所		
	農業用施設	51箇所		
岐阜県	農地	2箇所		
	農業用施設	1箇所		

3月29日時点

【第3章の引用・参考文献】

- 1) 消防庁：令和6年能登半島地震による被害及び消防機関等の対応状況（第88報）、令和6年3月29日14時。
- 2) 石川県：令和6年能登半島地震による被害等の状況について（第115報）、令和6年3月29日14時00分現在。
- 3) 国土交通省：高速道路ナンバリング路線図。
<https://www.mlit.go.jp/road/sign/numbering/map/hokuriku/index.html>
- 4) 国土交通省北陸地方整備局：令和6年能登半島地震に対する北陸地方整備局の対応について（第40報）、令和6年1月31日。
- 5) 国土交通省：令和6年能登半島地震における被害と対応について（第1報～）、2024。
- 6) 農林水産省：令和6年能登半島地震に係る農林水産関係の被害・対応状況、令和6年3月29日14時00分現在。
- 7) 国土交通省北陸地方整備局：令和6年能登半島地震に対する北陸地方整備局の対応について（第50報）、令和6年3月1日。
- 8) 石川県土木部：いしかわの土木 2023。
- 9) 水産庁：令和6年能登半島地震に関する情報（令和6年4月10日16時現在）。
- 10) 経済産業省：令和6年能登半島地震の対応について、令和6年3月21日 第20回電気設備自然災害等対策WG資料1-1、2024。
- 11) 北陸電力：【最終報】停電状況および電力設備の被害状況（3月15日12時00分現在）。
- 12) 厚生労働省：石川県能登地方を震源とする地震について（第88報）、令和6年3月29日14時現在。
- 13) 国土交通省：第1回 上下水道地震対策検討委員会 資料4 上下水道施設の被害状況について、2024年3月12日。

4. 地震被害

4.1 道路

4.1.1 橋梁

(1) 金川橋(金川)

金川橋は内浦街道が金川に架かる橋梁で、珠洲市正院町と熊谷町の境界に位置する。竣工は1975年である(図4.1.1)。

被害は、橋台裏の沈下に伴う段差および金川兩岸において実施されていた河川災害復旧工事現場の敷鉄板の滑落や護岸ブロックの崩壊である。

金川橋の橋台部では、橋台裏の地盤沈下によって約40cmの段差が生じた(写真4.1.1)。

上流左岸側では、工事用敷鉄板の滑落はあったものの鋼矢板護岸に変状は見られなかった(写真4.1.2)。一方で上流右岸側では、護岸の押し出し・変形に伴い護岸ブロックが崩壊している。ただし、現場が河川災害復旧工事中であることから、今回の地震によるものか否かはわからない(写真4.1.3)。なお、下流右岸側でも上流ほどではないものの、護岸の変形や護岸ブロックの移動が見られた(写真4.1.4)。



図 4.1.1 金川橋の位置(文献1に加筆)



写真 4.1.1 橋台裏の段差



写真 4.1.2 上流左岸側の工事用敷鉄板の滑落



写真 4.1.3 上流右岸側の護岸の変形



写真 4.1.4 下流右岸側の護岸の変形

(2) 鵜飼大橋(鵜飼川)

鵜飼大橋は、内浦街道が鵜飼川を渡る橋梁である(図4.1.2~3)。同橋は1961年に竣工した橋長38mの3径間PC桁橋である²⁾。

被害は橋台裏の沈下に伴う段差、橋脚上の床版の破断、併設する歩道橋の落橋等である。写真4.1.5は橋台裏の沈下の被害であり、約40cmの段差が生じていた。橋桁は2箇所の橋脚上で左横ずれ(開口幅:約20~30cm、水平変位量:約60~70cm)を起こしていた(写真4.1.6~7)。橋梁の上流側に併設されていた歩道橋は、写真4.1.8に示すように、橋梁の橋桁の水平移動に伴い落橋しており、その一部は上流側に移動していた(図4.1.3)。これは津波により流されたものと考えられる。また、写真4.1.9~10に示すように、鵜飼大橋の下流右岸において、河川堤防が亀裂を伴い押し出し、沈下が生じていた。



図4.1.2 鵜飼大橋の位置(文献1に加筆)



図4.1.3 鵜飼大橋の変状(文献1に加筆)



写真4.1.5 橋台裏の沈下に伴う段差



写真4.1.6 橋桁の横ずれ・開口変位



写真 4.1.7 橋桁の左横ずれ変位



写真 4.1.8 併設の歩道橋の落下（上流側より）



写真 4.1.9 鶺鴒川右岸側の変形・亀裂(1)



写真 4.1.10 鶺鴒川右岸側の変形・亀裂(2)

(3)ニツ屋橋(河原田川・鳳至川) 輪島市ニツ屋町

輪島市街地中心部を流れる本流の川原田川と支流の鳳至川の分岐点より約350m本流を遡った地点に架かる二径間単純桁橋「ニツ屋橋」(図4.1.4、写真4.1.11)で被害が生じた。

被害としては、地震時に通常見られる橋台背面の地盤沈下による路面の段差(写真4.1.12)の他、中央の橋脚直上部での橋桁の段差と横ずれが生じていた(写真4.1.13~14)。

地形分類図(図4.1.4)によれば、当橋は左岸側の旧河道と右岸側の埋立地に跨る軟弱な地盤区域に位置している。そのため局部的に地震動が増幅したことで、輪島市街地に架かる他の橋の中でも特異な被災形態になったのではないかと考えられる。



図 4.1.4 旧河道と埋立地を跨ぐニツ屋橋
(文献 1 に加筆)



写真 4.1.11 ニツ屋橋全景（二径間単純桁橋）



写真 4.1.12 橋台裏地盤の沈下による段差



写真 4.1.13 橋桁の段差と横ずれ



写真 4.1.14 橋桁の横ずれ

（４）中能登農道橋（ツインブリッジのと）

図 4.1.5 に示す七尾市中島町と能登島を結ぶ全長 620m の中能登農道橋（ツインブリッジのと）では、地震により橋台付近で被害が発生した。同橋は、図 4.1.6 に示すように、橋長 170m の PC2 径間連続箱桁橋と橋長 450m の PC3 径間連続斜張橋で構成されている³⁾。

中島町側では、A1 橋台背後地盤に沈下や変形が生じ、舗装の至るところでクラックが発生し、歩道部で 15cm 程度の段差が生じていた（写真 4.1.15～16）。

能登島側では、A2 橋台の橋桁が中島町側に 10cm 程度移動し、15cm 程度の沈下が発生していた。

また、A2 橋台背後地盤の県道の中央線付近に 160cm 程度の縦断クラックが発生していた（写真 4.1.17～18）。



図 4.1.5 中能登農道橋の位置（文献1に加筆）

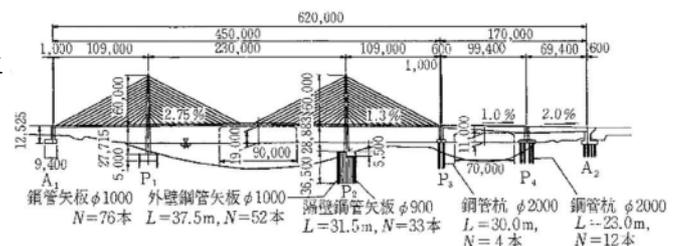


図 4.1.6 中能登農道橋の側面図³⁾



写真 4.1.15 中島町側A1橋台付近の路面のクラックと歩道部の段差



写真 4.1.16 能登島側A2橋台における段差(橋桁の沈下)



写真 4.1.17 A2橋台の開口と段差



写真 4.1.18 A2橋台背後地盤の縦断クラック

(5) 才田大橋(河北潟正面堤防)

才田大橋は金沢市湖南町と才田町戊を結ぶ位置にあり、東部承水路が河北潟に接続する箇所にかかる橋梁である(図4.1.7~8)。同橋は1980年に竣工した橋長366mの単純合成I桁橋である⁴⁾。

地震で北側橋台裏の沈下に伴う段差と橋台と橋桁間の開口および段差が生じた。写真4.1.19は北側橋台裏の沈下の被害であり、約160cmの段差が生じていた。北側橋台では写真4.1.20~21に示すように橋桁が南側に移動し、支承から外れており、橋台と橋桁の間に約40cmの開口が生じていた(写真4.1.22)。

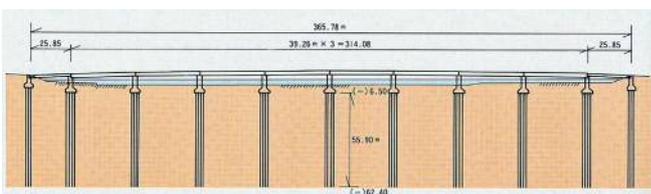


図 4.1.8 才田大橋の側面図⁴⁾



図 4.1.7 才田大橋の位置(文献1に加筆)



写真 4.1.19 北側橋台裏地盤の沈下と段差



写真 4.1.20 北側橋台における橋桁の移動



写真 4.1.21 北側橋桁の支承部からの脱落



写真 4.1.22 北側橋台（左）と橋桁（右）間の開口および段差

4. 1. 2 道路

(1) 老人ホーム「鳳寿荘」進入道路崩壊(能登町宇出津)

被害地点は、能登町宇出津の市街地中心部にある公立宇出津総合病院から西側へ約1km進んだ標高80m前後の地点である。谷筋右岸山腹斜面を切盛造成した二車線道路で、南西方向の市街地から延びる道路との分岐点に位置している（図4.1.9）。

当該道路は、特別養護老人ホーム「鳳寿荘」と直結した迂回路の無い道路であり、沿道には多くの住宅が立ち並ぶ生活路となっている。

写真4.1.23に、盛土区間で生じた法面全体のはらみ出しと天端の路肩の沈下が生じた状況を示す。なお、道路脇の比較的平坦な

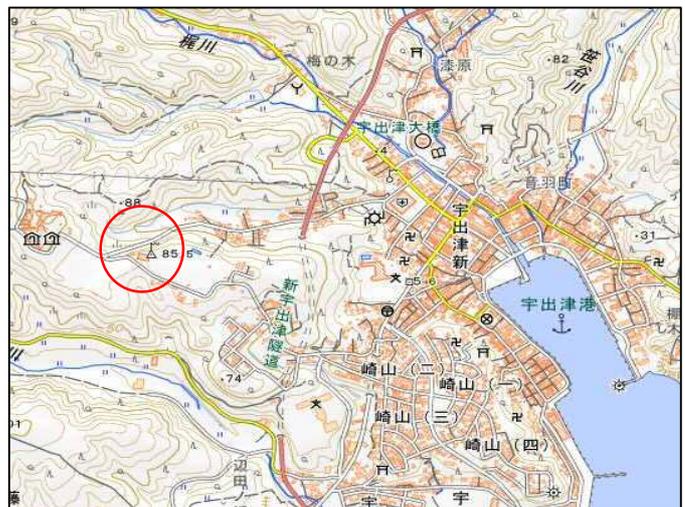


図 4.1.9 能登町藤波の道路崩壊箇所
(文献1に加筆)

空き地には、切土部側で残った片車線の道路を使って市街地から登って来たと思われる各地方からの救援緊急車両が待機していた。

写真4.1.24は、西側から谷筋に沿って造成された二車線道路の盛土側路面の被害状況である。切盛土境界に当たる路面中央で約60cmの段差が見られた。

一方、写真4.1.25の南東側の道路では、舗装面全体に引っ張りクラックが生じていた。



写真 4.1.23 法面のはらみ出しと法肩の沈下（西側より撮影）



写真 4.1.24 西側谷筋沿いの二車線道路の被害状況



写真 4.1.25 南東側の道路の被災状況

（2）九十九湾道路の崩壊

図4.1.10～11および写真4.1.26に示す町道（能登町小木）では、地震により陥没・すべり破壊が発生し、通行不能となった（写真4.1.27）。被害は湾に面した低地の道路およびそれに面した住宅であり、その規模は道路の延長40m程度、奥行きが20m程度である。被災後は道路や傾いた民家が浸水した状態となっている。過去の航空写真⁶⁾を確認すると、1965年時点では既に現在の地形になっているが、被災地は湾の最も奥に位置することから谷部の埋め立てを行ったと考えられ、緩い地盤部分が液状化によりすべり破壊を起こしたものと類推される。なお、東側の護岸背後埋立地も同様に崩壊が発生した（写真4.1.28）。



図 4.1.10 九十九湾道路の崩壊箇所（文献1に加筆）



図 4.1.11 九十九湾道路の崩壊箇所（文献1に加筆）



写真 4.1.26 航空写真による被害箇所¹⁾



写真 4.1.27 被災した道路および住宅



写真 4.1.28 湾岸埋立地の崩壊

(3) 道路崩壊(のと里山海道 横田IC)

のと里山海道では、今回の地震により盛土箇所を中心として多数の道路崩壊が発生した。

七尾市中島町谷内の横田インターチェンジ(IC)では、並走しているランプ2本と本線のうち、本線の一部と谷側ランプ(上りオフ・ランプ)が延長約145mにわたって滑落した(図4.1.12~13、写真4.1.29~31)。山側ランプは切土、本線の一部から谷側ランプは盛土と推定され、地震により盛土部が崩壊したと考えられる。のと里山海道・能越自動車道の被災箇所については、権限代行制度を活用して国土交通省による本格的な復旧工事が2024年1月に着手された⁷⁾。また、応急復旧工事の実施により、2024年3月15日にのと里山海道全線で北向き1車線の通行止めが解除された⁸⁾。

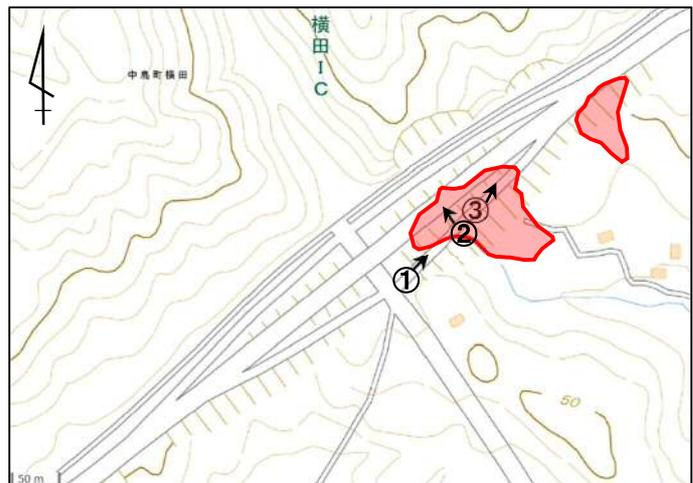


図 4.1.12 のと里山海道横田ICの道路崩壊位置図(文献1に加筆)



図 4.1.13 横田ICの航空写真(文献1に加筆)



写真 4.1.29 被災箇所の全景(図4.1.12 ①)



写真 4.1.30 本線の滑落状況(図4.1.12 ②)



写真 4.1.31 谷側ランプの滑落状況(図4.1.12 ③)

横田ICでは図 4.1.14に示すように、2007年能登半島地震の際にICの上りオン・ランプの高盛土区間で延長約80mにわたり崩壊が発生した⁹⁾。この箇所は、ジオテキスタイルを用いた補強土盛土工及び暗渠排水工により復旧された(図 4.1.15)。今回の地震により周辺の盛土箇所が崩壊したが、この復旧工事箇所では図 4.1.13の航空写真に見られるとおり、規模の大きな変状は発生していない。盛土の補強、排水が耐震の効果を発揮したと考えられる。



図 4.1.14 横田IC周辺の道路崩壊箇所(文献1に加筆)

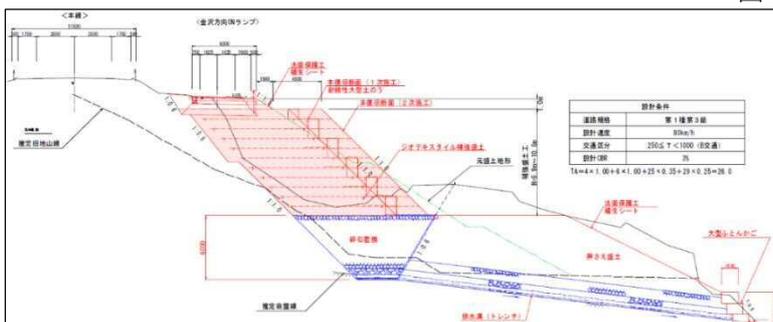


図 4.1.15 2007年能登半島地震崩壊箇所の本復旧標準断面図⁹⁾

(4) 道路崩壊(国道359号)

富山県小矢部市内山を通る国道359号(図4.1.16)では道路盛土の崩壊(すべり破壊)が発生した。規模は延長160m程度である。写真4.1.32は崩壊の全景であり、道路が谷に向けてすべり落ちている。写真4.1.33にはすべり破壊の起点側を示す。

すべりの起点は崩壊斜面の反対側の路肩付近であり、路肩に隣接した擁壁が倒れている状況が確認される。

図4.1.17に当該箇所の地形の変遷を示す。崩壊箇所は谷の出口に当たり、谷を盛土して道路を造成したものと推測される。盛土層厚が厚く、集水地形であることが崩壊の原因と考えられる。



図4.1.16 国道359号の崩壊箇所
(文献1に加筆)



写真4.1.32 崩壊の全景



写真4.1.33 崩壊起点側より撮影

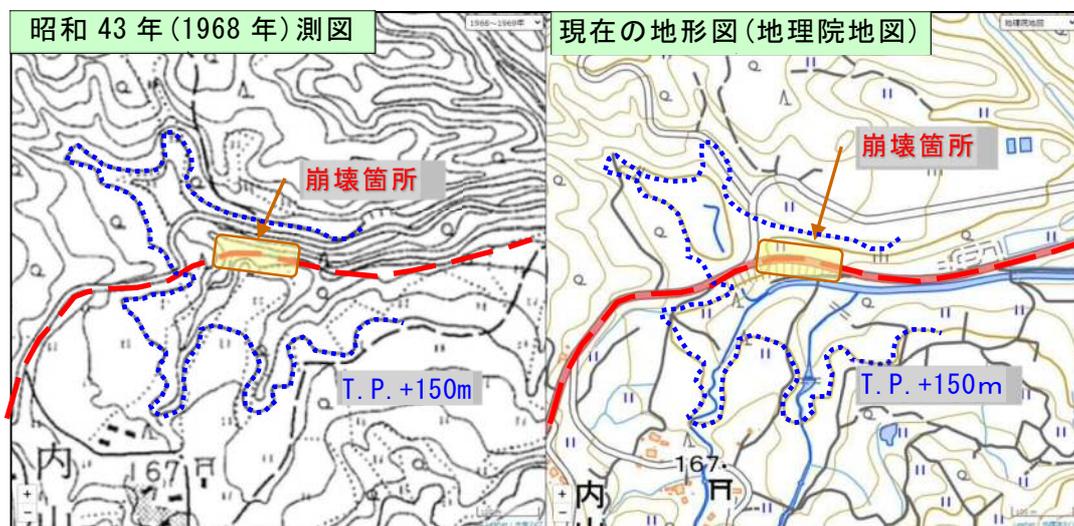


図4.1.17 道路崩壊地点の地形の変遷 (文献10に加筆)

4.2 河川・堤防

(1) 河川護岸の崩壊(河原田川、鳳至川)

1) 河原田川

河原田川は、輪島市と穴水町の境にある木原岳に源を発し、河口近くの輪島市街地で支流鳳至川と合流して日本海に注ぐ二級河川である。

河川の高水敷遊歩道が沈下し、かつ表面タイルが河道側にせり出し、低水護岸法面工に乗り上げた(図4.2.1、写真4.2.1)。



写真 4.2.1 河川遊歩道の天端の沈下
(図4.2.1 ①)



図 4.2.1 河川の被害位置図 (文献1に加筆)

2) 鳳至川

河原田川の支流の鳳至川において護岸が崩壊し、背面道路が被害を受けた(写真4.2.2～3)。



写真 4.2.2 護岸崩落と背面道路の沈下
(図 4.2.1 ②)



写真 4.2.3 護岸のはらみ出しと背面道路の沈下・亀裂 (図4.2.1 ③)

(2) 河川護岸の崩壊(輪島市門前道下)

崩壊した河川護岸は輪島市門前町道下市街地の西部(図4.2.2)に位置しており、北側を流れるハケ川まで続いている。調査地東部には市街地が広がっており、主に液状化被害や地震動による木造家屋の倒壊が多くみられる地域である。

この河川護岸は水路側に崩壊し、道路上に設置されていたガードレールと護岸法面のブロックが水路内に落下していた(写真4.2.4~5)。図4.2.2の③の位置では、この川を渡る近傍の橋際のブロック積擁壁の変状により路面の開口や約0.4mの沈下が生じていた(写真4.2.6~7)。

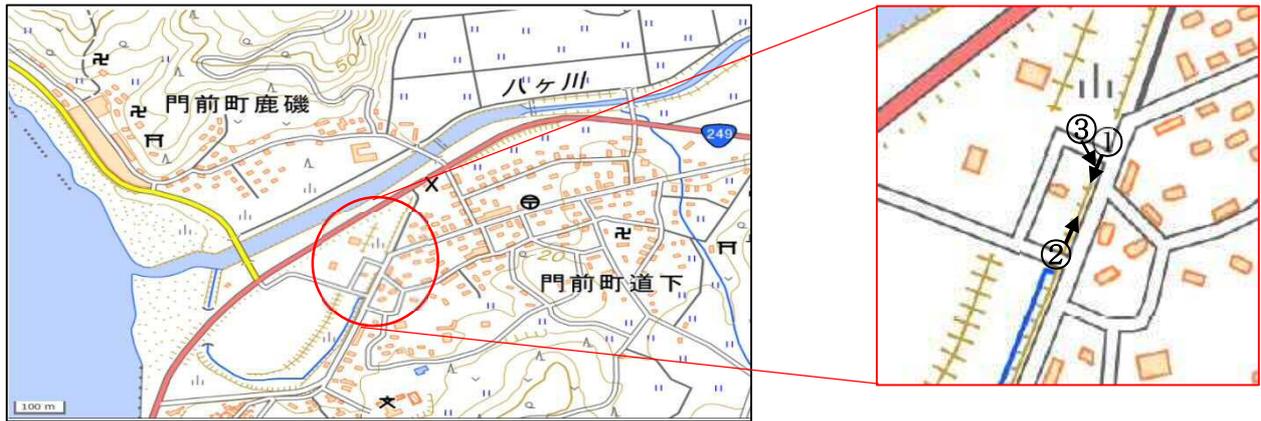


図4.2.2 輪島市門前道下の河川護岸の崩壊位置(文献1に加筆)



写真4.2.4 河川護岸の崩壊(図4.2.2 ①、北側から撮影)



写真4.2.5 河川護岸の崩壊(図4.2.2 ②、南側から撮影)



写真4.2.6 ブロック積擁壁の変状による路面の開口(図4.2.2 ③)



写真4.2.7 同左 路面の沈下(図4.2.2 ③)

(3) 護岸崩壊(河北潟干拓地西部承水路)

河北潟干拓地では、西部承水路の護岸崩壊、正面堤防や東部承水路の干拓堤防の沈下、道路や農地の段差・亀裂等の変状、橋台裏の沈下等の被害が発生した。図4.2.3に主な被災地点を示す。

河北潟干拓地の北西側には、潟に流れ込む表流水を調整池に排水するとともに、利水の目的も兼ねて西部承水路が設置されている。今回の地震により、内灘町字室で承水路に架けられた宝橋の北側と南側において、干拓地の対岸に位置する承水路護岸が崩壊した。宝橋の北側では、護岸とその背後の宅地の一部が15m程度の幅で崩壊し、土砂が承水路内に押し出した(写真4.2.8)。また、宝橋の南側では、護岸が幅約30mにわたり崩壊し、押し出した土砂が承水路を閉塞した。その被災状況を写真4.2.9に示すが、写真左上の白壁の家屋も承水路側へ移動している。これらの護岸崩壊箇所では、通水断面確保のため、承水路閉塞部にコルゲートパイプが設置された(2024年3月時点)。



図4.2.3 河北潟干拓地の主な地震被災地点
(文献1に加筆)



写真4.2.8 承水路護岸の崩壊(宝橋北側)
(図4.2.3 ①、宝橋から撮影)



写真4.2.9 承水路護岸の崩壊(宝橋南側)
(図4.2.3 ②、干拓地堤防側から撮影)

(4) 堤防沈下(河北潟干拓地)

河北潟干拓地の干拓堤防については、図4.2.3に示す正面堤防と東部承水路堤防で顕著な沈下が生じた。写真4.2.10～12に内灘町字湖西における正面堤防の状況を示す。堤防には、多数の亀裂・段差が生じ、1m以上沈下している箇所も確認された。また、写真4.2.13に示すように、噴砂箇所が多数見られ、堤体材料である砂丘砂の液状化が発生したと考えられる。

写真4.2.14は、金沢排水機場の樋管が干拓堤防を横断して埋設されている箇所である。樋管埋設部が抜け上がっており、干拓堤防が1m程度沈下したものと推察される。

正面堤防や東部承水路堤防では、本調査の実施時において、堤体盛立ての復旧工事が実施されていた。写真 4.2.15 に東部承水路堤防の復旧工事の状況を示す。



写真 4.2.10 正面堤防の全景
(才田大橋から西方を撮影)



写真 4.2.11 正面堤防の沈下状況
(図 4.2.3 ③)



写真 4.2.12 正面堤防の段差亀裂
(図 4.2.3 ④)



写真 4.2.13 正面堤防干拓地側の亀裂、噴砂
(図 4.2.3 ⑤)



写真 4.2.14 金沢排水機場樋管の正面堤防
横断箇所 (図 4.2.3 ⑥)



写真 4.2.15 東部承水路堤防の復旧工事
(図 4.2.3 ⑦)

石川県内における国営干拓事業は、河北潟地区以外に邑知潟地区および加賀三湖地区（柴山潟等）で実施されたが、今回の地震により、これらの地区でも干拓堤防の沈下等の被害が生じた。農林水産省北陸農政局では、直轄災害復旧事業により、河北潟地区の揚水機場復旧工および管水路等復旧工、加賀三湖地区の干拓堤防復旧工および管水路等復旧工を実施するとしている¹¹⁾。

4.3 港湾・漁港

本節では、現地調査を行った港湾及び漁港の被害について報告する。港湾・漁港の被害は、震源から近い珠州市、能登町、輪島市で特に多く、穴水町、七尾市、金沢市でも見られた。被害形態は様々で岸壁のせり出しや亀裂、背後地盤の沈下、一部では地盤の隆起が特徴的であった。

4.3.1 港湾

(1) 飯田港

珠州市飯田町の南西に位置する飯田港（図4.3.1）の物揚場では、空洞化・陥没、エプロン部の沈下、延長約80mの岸壁のせり出し等が確認された（写真4.3.1～6）。岸壁背後地盤は、岸壁のせり出しによって沈下し、湛水や亀裂が生じていた（写真4.3.7～8）。湛水箇所の近傍では噴砂が確認され、液状化により地盤が沈下したと考えられる。また、飯田港では津波による被害が生じており、調査時の飯田港近傍の建物内でGL.+1.65mの位置に浸水痕を確認した（写真4.3.9～10）。



図 4.3.1 飯田港の位置（文献1に加筆）



写真 4.3.1 物揚場の陥没（図4.3.1 ①）



写真 4.3.2 物揚場エプロンの段差（図4.3.1 ②）



写真 4.3.3 物揚場先端の損壊（図4.3.1 ②）



写真 4.3.4 物揚場のせり出しおよび段差（図4.3.1 ③）



写真 4.3.5 大きくせり出した物揚場
(図4.3.1 ③)



写真 4.3.6 岸壁背後の湛水 (図4.3.1 ③)

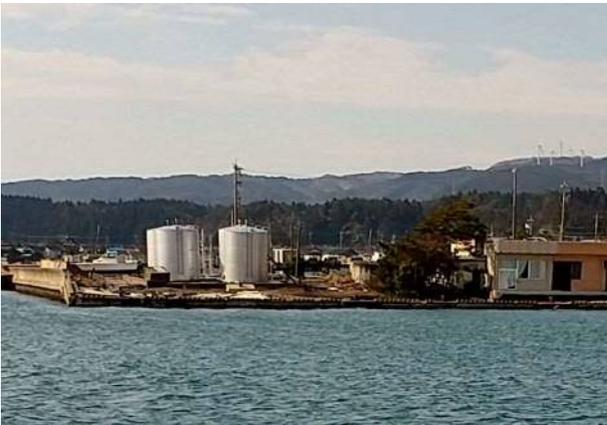


写真 4.3.7 護岸の沈下とタンクヤードの変状
(図4.3.1 ④)



写真 4.3.8 漁港近傍路面の亀裂・開口
(図4.3.1 ⑤)



写真 4.3.9 建物内に残された津波の浸水
痕跡 (GL.+1.65m) (図4.3.1 ⑤)



写真 4.3.10 漁港近傍建物の津波浸水被害
(図4.3.1 ⑥)

(2) 小木港

能登町の小木港（図 4.3.2）において、岸壁・護岸、背後地盤等で沈下・陥没等の変状が生じた。写真 4.3.11は-3.5m物揚場のせり出しと背後エプロンの陥没・沈下した状況を示しており、写真 4.3.12は-3.5m物揚場のせり出しと臨港道路の沈下・ひび割れを示す。

写真 4.3.13は、ケーソン岸壁背後が延長約 60mに渡り最大60cm程度沈下した状況である。写真 4.3.14では、岸壁の海側へのせり出しと背後地盤の沈下が認められる。



図 4.3.2 小木港の調査位置図（文献 1 に加筆）

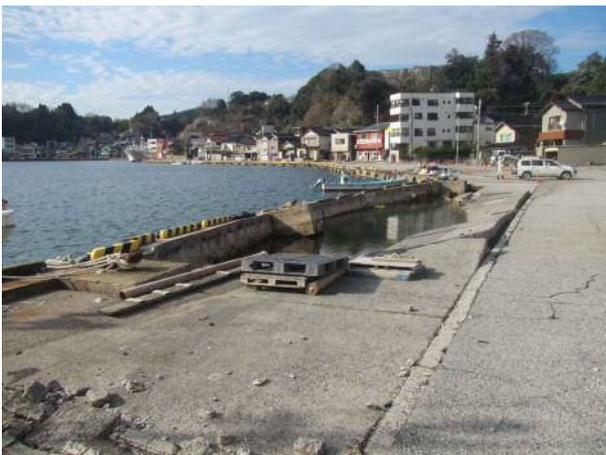


写真 4.3.11 護岸のせり出しと背後の陥没
（図 4.3.2 ①）



写真 4.3.12 護岸のせり出しと背後の沈下
（図 4.3.2 ②）



写真 4.3.13 ケーソン背後の沈下・陥没
（図 4.3.2 ③）



写真 4.3.14 岸壁のせり出しと背後の沈下
（図 4.3.2 ④）

(3) 宇出津港

図 4.3.3に示す能登町の宇出津港では、岸壁・護岸の変状や背後地での広範囲の液状化被害等が発生している。写真 4.3.15は駐車場全面での液状化・噴砂した状況を、写真 4.3.16～17は-4m物揚場のエプロン部が陥没・沈下した状況を示す。写真 4.3.18～19は、-1.5m護岸のせり出しと背面部の沈下を示す。



写真 4.3.15 駐車場全面の噴砂 (図4.3.3 ①)



写真 4.3.16 護岸のせり出しと背後の陥没 (図 4.3.3 ②)

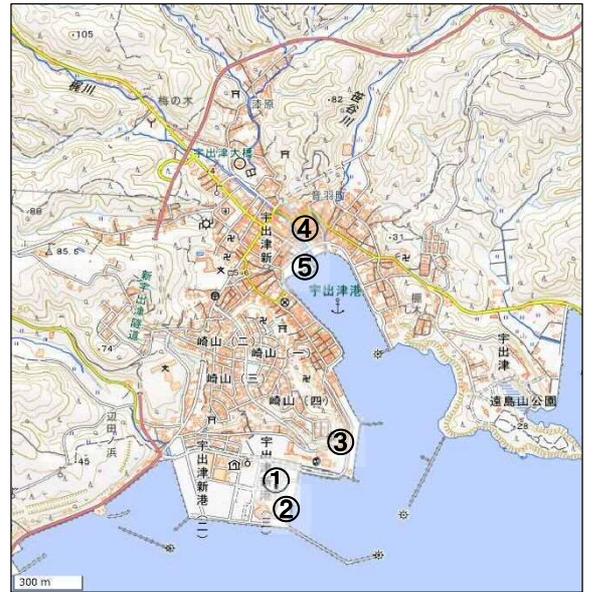


図 4.3.3 宇出津港の調査位置図 (文献 1 に加筆)



写真 4.3.17 ケーソン護岸背後の沈下 (図 4.3.3 ③)



写真 4.3.18 護岸のせり出しとエプロンの沈下 (図 4.3.3 ④)



写真 4.3.19 河口護岸背面の沈下 (図 4.3.3 ⑤)

(4) 輪島港(漁港、マリンタウン)

輪島市街地の海岸線前面を埋め立て、大型旅客船接岸用-7.5m岸壁を擁する“みなとオアシス”として建設された輪島マリンタウンの全域が液状化による被害を受けた。図4.3.4の①に-7.5mケーソン岸壁の位置を示す¹²⁾。

写真4.3.20には-7.5mのケーソン岸壁が局部的に水平移動した状況を、写真4.3.21にはケーソン背面で1.7m沈下した状況を示す。岸壁背面の沈下は写真4.3.22～23に示すように、埋立地の中央部にまで及んでおり、ケーソンの変位量に対してかなり大きな沈下量が確認された。なお、このケーソン岸壁では、建設時に発生した2007年能登半島沖地震において、約20cmのせり出しが確認されている⁹⁾。

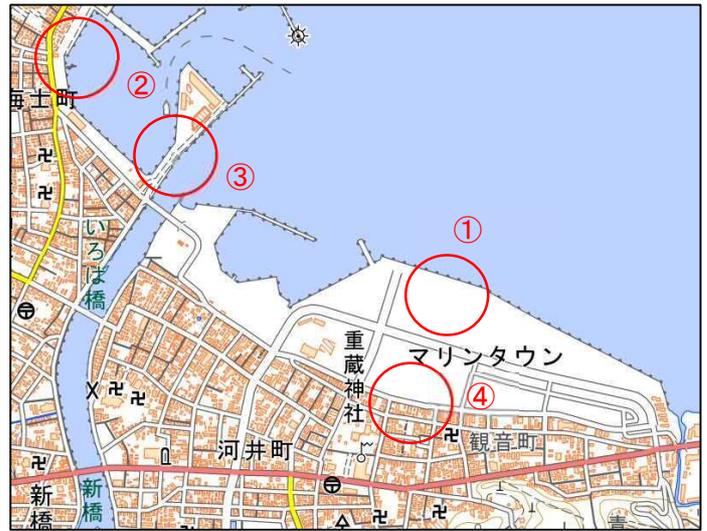


図4.3.4 輪島港調査位置図(文献1に加筆)

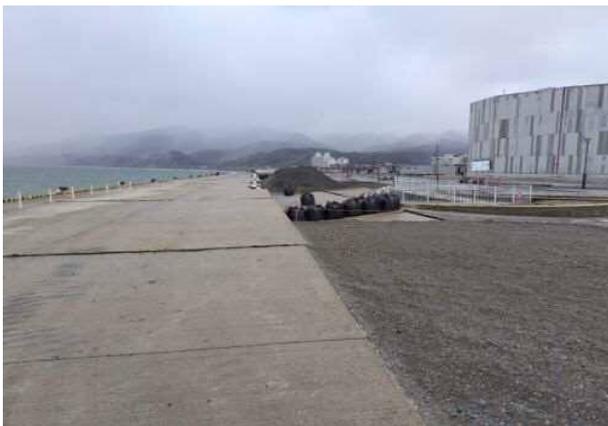


写真4.3.20 ケーソン岸壁表面の状況



写真4.3.21 ケーソン岸壁背面の沈下

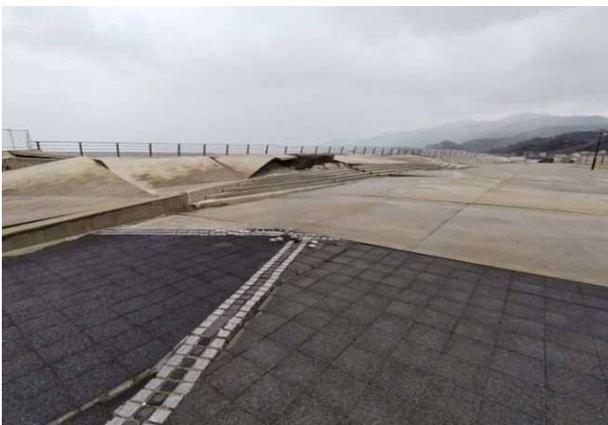


写真4.3.22 ケーソン岸壁背面の沈下



写真4.3.23 ケーソン岸壁背面の広範囲な沈下

写真 4.3.24は、マリントウン内に造成された公園の盛土部が広範囲に液状化した状況を示す。また、マリントウン背後の住宅地（図 4.3.4④）でもマンホールの突出や家屋倒壊が集中していた。写真 4.3.25は、複数のマンホールが突出し、その近傍の家屋が倒壊している状況である。



写真 4.3.24 マリントウン盛土天端付近の噴砂

一方、輪島港西側に位置する一帯では1m程度の岸壁の隆起が確認された。国土地理院の衛星SARの解析¹³⁾によれば1m前後の隆起が輪島港全体で観測されている。

写真 4.3.26に示すように、港西側（図 4.3.4②）では、漁船の船縁からかなり高いところに岸壁の天端が位置している。また、その東側の河川突堤（図 4.3.4③）では、河川側の護岸前面で海底地盤が露出している（写真 4.3.27）。さらにその内側の平坦部では、道路面全体で段差が生じている（写真 4.3.28）。港内では2月中旬より隆起した土砂の浚渫作業が国土交通省により開始された¹⁴⁾。



写真 4.3.25 マリントウン背後住宅地の家屋倒壊とマンホールの突出



写真 4.3.26 輪島港西側岸壁の隆起



写真 4.3.27 輪島港河川突堤護岸の隆起



写真 4.3.28 輪島港河川突堤の路面の段差

(5) 穴水港

穴水港は穴水町の市街地の南東に位置する地方港湾である（図 4.3.5）。図 4.3.6は調査地点の主な被害位置を示しており、この写真からも岸壁のせり出しや背後地盤の亀裂が確認できる。

南東側の岸壁（図 4.3.6①）では、岸壁が約0.8m前面にせり出しており、その延長は約50mである（写真 4.3.29～30）。岸壁の背後地盤では、岸壁のせり出しに伴う開口が生じていた（写真 4.3.31～32）。北東側の岸壁（図 4.3.6②）は、岸壁が延長約105mの範囲でせり出しており、一部大きく前面に損壊している区間がある（写真 4.3.33～34）。岸壁の背後地盤（図 4.3.6③）では、岸壁のせり出しに伴う沈下・陥没や開口の他に岸壁と背面地盤の境界に亀裂が多く見られた（写真 4.3.35）。また、穴水港の先端部に向かう臨海アクセス道路（図 4.3.6④）でも一部陥没などの損壊が発生していた（写真 4.3.36）。

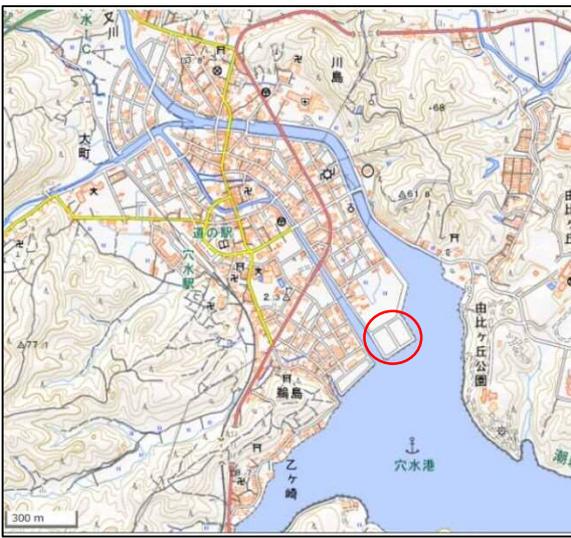


図 4.3.5 穴水港の位置図（文献1に加筆）



図 4.3.6 穴水港の調査位置地点（文献1に加筆）



写真 4.3.29 南東側岸壁のせり出し（図 4.3.6 ①）



写真 4.3.30 南東側岸壁のせり出し（図 4.3.6 ①）



写真 4.3.31 南東側岸壁の背面地盤の開口
(図 4.3.6 ①)



写真 4.3.32 南東側岸壁の背面地盤の段差
(図 4.3.6 ①)



写真 4.3.33 南東側岸壁のせり出し (図
4.3.6 ②)



写真 4.3.34 北東側岸壁の損壊 (図 4.3.6 ②)



写真 4.3.35 南東側岸壁の背面地盤の亀裂
(図 4.3.6 ③)



写真 4.3.36 臨港アクセス道路の損壊 (図
4.3.6 ④)

(6) 七尾港

七尾市市街地の海岸線を埋め立てて建設された七尾港（図 4.3.7）の被害状況を写真 4.3.37～43 に示す。図 4.3.7 の桃色彩色部分が埋め立て範囲を示す。

当港の矢田新地区には延長 220m、-7.5m 耐震強化岸壁（旅客船停泊用）が整備されている（図 4.3.8）。なお、石川県内の耐震強化岸壁は本港と後述の金沢港の 2 箇所のみである。

つつじが浜①では、岸壁が海側にせり出し、陸側には噴砂が確認された（写真 4.3.37～38）。一方、寿町地区②では、陸側に噴砂は見られたが、岸壁のせり出しは軽微（写真 4.3.39）であった。ただし、岸壁背後約 14m の位置には、段差または亀裂（写真 4.3.40）が生じていた（写真中の赤破線、碎石で応急復旧済であり、変状の詳細は不明）。寿町地区の岸壁はつつじが浜地区の岸壁と比べて構造物は新しいように見えた。これが、つつじが浜地区との被害程度に違いが生じた要因と考えられる。

矢田新地区のうち、耐震強化岸壁③では岸壁法線は概ね直線性を保っており（写真 4.3.41）、エプロンに沈下が生じた程度（写真 4.3.42）であった。文献 16 によると栈橋部に 20～30cm 程度の変位が認められ、重量物の栈橋部への積載不可など、利用は制限されているが、支援船の接岸および荷下ろし等は可能な状況であった。一方、隣接する一般部④の岸壁では、岸壁の大きなせり出し（写真 4.3.43）、エプロンの沈下、噴砂などが見られ、接岸や荷下ろしなどは不可能な状況であった。耐震強化岸壁の効果が明瞭に示された事例である。なお一般部④の岸壁では 2007 年能登半島地震時にも液状化（噴砂）が確認されており（写真 4.3.44）、今回は再液状化となる。



図 4.3.7 七尾港 調査位置図（文献1に加筆）



図 4.3.8 耐震強化岸壁位置図¹⁵⁾



写真 4.3.37 護岸のせり出し（つつじが浜①）



写真 4.3.38 護岸背後の噴砂（つつじが浜①）



写真 4.3.39 岸壁背後の開口（寿町地区②）



写真 4.3.40 岸壁背後の亀裂・段差（寿町地区②）



写真 4.3.41 耐震強化岸壁の法線（矢田新地区③）



写真 4.3.42 耐震強化岸壁背後の沈下（矢田新地区③）

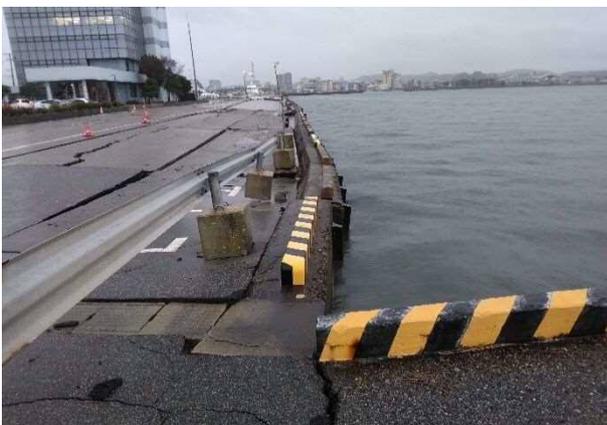


写真 4.3.43 一般部の岸壁のせり出し（矢田新地区④）



写真 4.3.44 2007年地震の際の一般部の岸壁の噴砂（矢田新地区④）

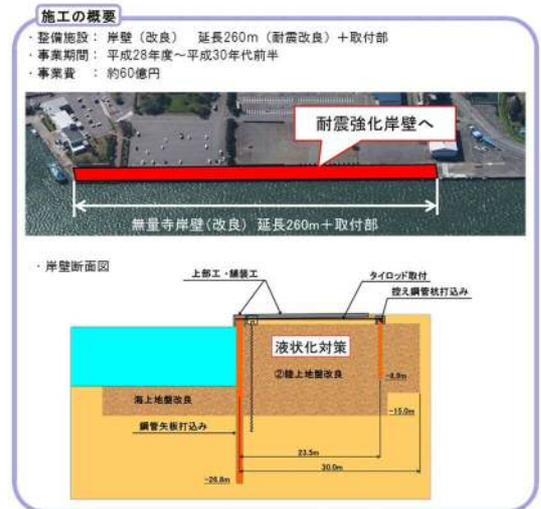
(7) 金沢港 無量寺岸壁

金沢港は金沢駅の北西約4.5kmに位置し、大野川の河口部に広がる海岸平野を掘削して建設された「日本最初の本格的な掘り込み式港湾」¹⁷⁾である。無量寺岸壁は金沢港の南側に位置し、2019年に延長260mの-10m耐震強化岸壁が整備された（図4.3.9 ①および図4.3.10）。既設鋼矢板の海側に鋼管矢板が打設され、海側および陸側地盤は機械攪拌および高圧噴射による地盤改良が行われた¹⁸⁾。耐震強化岸壁では変状は確認されず（写真4.3.45）、被害の支援船の補給等の

ために利用されていた¹⁶⁾。一方、耐震強化岸壁の西側(図4.3.9 ②)の一般岸壁では噴砂が見られ(写真4.3.46)、液状化による護岸および背面地盤の変状(写真4.3.47)が見られた。また、東側の戸水岸壁(図4.3.9 ③)でも護岸背面に位置するエプロンや駐車場において噴砂や沈下が見られた(写真4.3.48)。気象庁による当港の推計震度¹⁹⁾は5弱～5強程度であったが、七尾港矢田新岸壁と同様に耐震強化岸壁の効果が示された。



図4.3.9 金沢港 無量寺岸壁の調査位置図
(文献1に加筆)



図中の空中写真は耐震化前の状況である

図4.3.10 金沢港 無量寺の耐震強化岸壁²⁰⁾



写真4.3.45 無被害の耐震強化岸壁(図4.3.9 ①)



写真4.3.46 無量寺岸壁一般部背後の噴砂(図4.3.9 ②)



写真4.3.47 無量寺岸壁一般部の亀裂・開口(図4.3.9 ②)



写真4.3.48 戸水岸壁③背後の噴砂・開口(図4.3.9 ③)

4.3.2 漁港

(1) 蛸島漁港(珠洲市蛸島町)

珠洲市蛸島町の南西に位置する蛸島漁港(図4.3.11)の物揚場(-2.5m)は、前面にせり出して大きく傾斜するなどの変形が生じており、背後地盤は物揚場のせり出しに伴い亀裂や沈下が生じていた(写真4.3.49)。

物揚場の変状の延長は約140mであり、物揚場と背後地盤の段差は、最大で約0.8mであった(写真4.3.50)。また、漁港敷地内の広い範囲で噴砂が確認された(写真4.3.51)。敷地内の電柱は液状化の影響によるものと思われる沈下や傾斜が発生しており、破損しているものも見られた(写真4.3.52)。



図 4.3.11 蛸島漁港の位置(文献1に加筆)



写真 4.3.49 物揚場のせり出し・傾斜およびエプロンの開口・亀裂



写真 4.3.50 物揚場とエプロンの段差



写真 4.3.51 漁港構内の噴砂



写真 4.3.52 液状化による電柱の沈下・傾斜および上部の折損

(2) 高倉漁港(能登町姫)

能登町姫に位置する高倉漁港(図4.3.12)は、岸壁背面の沈下や噴砂、防波堤ブロックの移動変状等が発生している。

岸壁背面が広範囲で沈下しており(写真4.3.53~54)、背後の地盤で液状化による噴砂が認められる(写真4.3.55)。写真4.3.56は防波堤ブロックの移動の状況である。



写真 4.3.53 岸壁背後の沈下・段差



写真 4.3.54 岸壁の亀裂・背後の沈下



図 4.3.12 高倉漁港の調査位置図
(文献1に加筆)



写真 4.3.55 護岸背後地盤の噴砂



写真 4.3.56 防波堤ブロックの陸側への移動

(3) 黒島漁港（輪島市門前町）

黒島漁港は、今回の地震による地盤の隆起が4m程度に達する地域に位置しており¹³⁾、漁港内および周辺の海底が陸化し、港が使えなくなった（写真4.3.57～58）。さらに、西側の防波堤の一部が港内側に倒壊した（写真4.3.59、位置は図4.3.13）。

なお、本漁港では、2007年能登半島地震の際に、港中央部の物揚場エプロンにおいて亀裂より噴砂が発生し、数十cmの沈下が生じたと報告されている⁹⁾。今回の地震では、写真4.3.57の左上側に見られるとおり、同エプロン部には特に変状は確認できなかった。



図 4.3.13 黒島漁港の調査位置図
(文献1に加筆)



写真 4.3.57 離水した黒島漁港の全景（図 4.3.13 ①）



写真 4.3.58 物揚場側面の離水（図 4.3.13 ②）



写真 4.3.59 防波堤の倒壊（図 4.3.13 ③）

(4) 鹿磯漁港（輪島市門前町）

鹿磯漁港では、地震により地盤が隆起し、港の利用が困難となった（図 4.3.14）。物揚場側面に付着した生物遺骸の状況から、隆起量は4m程度に及ぶことがわかる（写真 4.3.60）。船揚場周辺も離水し、干上がった港底には漁船が乗り上げていた（写真 4.3.61）。

また、防波堤の一部が傾斜・沈下し、ジョイントに隙間が生じている（写真 4.3.62）。さらに、港北側に位置する物揚場の側面が海側へ傾動し、エプロンのコンクリートに亀裂・段差が生じた（写真 4.3.63）。この港北側の物揚場では、2007年能登半島地震においても、エプロンが沈下する被害が生じている⁹⁾。



図 4.3.14 鹿磯漁港の調査位置図
（文献 1 に加筆）



写真 4.3.60 鹿磯漁港の隆起（北側物揚場の側面、図 4.3.14 ①）



写真 4.3.61 船揚場の離水（図 4.3.14 ②）



写真 4.3.62 防波堤の沈下と港北側の物揚場の亀裂（図 4.3.14 ③）



写真 4.3.63 北側の物揚場の亀裂・段差（図 4.3.14 ④）

地震後の鹿磯漁港北側における波食棚の状況を図 4.3.15および写真 4.3.64に示す。波食棚のうち、漁港に隣接した黒灰色の部分、地震前の満潮時は海面下、干潮時は干出部の箇所である。一方、灰白色の部分は地震後に離水した箇所であり、干出部は沖合まで100m以上拡大した。

また、図 4.3.16および写真 4.3.65～66に見られるように、鹿磯漁港、黒島漁港周辺の海岸に設置された消波ブロックが離水しており、地震後の海岸線が沖合へ最大で200m程度移動した。



写真 4.3.64 鹿磯漁港北側海岸の離水
(図 4.3.15、図 4.3.16 ①)



図 4.3.15 鹿磯漁港北側の地震後の航空写真
(文献1に加筆)



写真 4.3.65 黒島漁港北側海岸の離水
(図 4.3.16 ②)



写真 4.3.66 黒島漁港南側海岸の離水
(図 4.3.16 ③)



図 4.3.16 鹿磯漁港～黒島漁港周辺の地震後の航空写真 (文献1に加筆)

4.4 建物

建物の被害は、震源から離れた地域でも発生しているが、ここでは珠洲市および輪島市に着目して報告する。また、輪島市朝市の火災被害についても報告する。

(1) 珠洲市正院町正院

珠洲市街の東に位置する正院町正院地区(図4.4.1)で内浦街道沿いの古い木造家屋が集中的に倒壊していることが確認された(写真4.4.1~3)。この地域では古い木造家屋に重い瓦屋根の構造のものが多く、これらの構造的な脆弱さが家屋の倒壊に大きく影響しているものと考えられる。

また、電柱の大きな沈下、カーブミラーの人の身長程度までの沈下・傾斜等からも、液状化が発生していたと考えられる(写真4.4.4)。



図 4.4.1 正院の調査範囲(文献1に加筆)



写真 4.4.1 正院の内浦街道沿いの被害状況



写真 4.4.2 一階がせん断破壊し、前方に投げ出されたような形になった家屋



写真 4.4.3 傾斜・変形した家屋の玄関



写真 4.4.4 沈下・傾斜した電柱

(2) 珠洲市宝立町鵜飼

珠洲市宝立町の北東に位置する鵜飼地区は、見附島を含む地域であり、国道249号沿いや海岸沿いの住宅街を中心に家屋倒壊および液状化、津波による被害が発生した（図4.4.2）。

写真4.4.5は、国道249号沿いの全壊した神社である。国道249号沿いでは、古い家屋の倒壊が多く見られた（写真4.4.6）。海岸沿いの住宅街では、木造家屋の倒壊に加え、液状化による噴砂、マンホールの突出、電柱の沈下・傾斜が見られた（写真4.4.7～8）。



図4.4.2 鵜飼の主な調査位置（文献1に加筆）



写真4.4.5 全壊した神社



写真4.4.6 木造家屋の倒壊



写真4.4.7 液状化によるマンホールの突出



写真4.4.8 液状化による電柱の沈下・傾斜

(3) 輪島市(ビル倒壊・沈下、木造・寺社の倒壊)

輪島市街地広域において、ビルや木造住宅に大きな被害が発生した(図4.4.3)。

河井町の河井小学校前の交差点近くで、7階建ての建物が原型をほぼ留めたまま東側に倒壊し、その基礎底面が露出していた(写真4.4.9~10)。輪島高校西交差点近くでは、ビルの沈下および傾斜が発生し(写真4.4.11)、直近の河井小学校校舎では、各棟の異なる傾斜による変形が認められる(写真4.4.12)。また、輪島市街地全体で、木造住宅の倒壊・損壊が頻発し(写真4.4.13~16)、神社や寺院でも倒壊・損壊被害が発生している(写真4.4.17~18)。木造住宅の倒壊は、まず1階部分がせん断破壊し、その上に2階部分が落ちてきた形態が多く見受けられた。



図4.4.3 輪島市街の被害位置図
(文献1に加筆)



写真4.4.9 7階建ビルの倒壊(図4.4.3 ①)



写真4.4.10 同左 基礎部



写真4.4.11 ビルの沈下および傾斜(図4.4.3 ②)



写真4.4.12 小学校建物の異なる傾斜(図4.4.3 ③)



写真 4.4.13 木造住宅の倒壊と人孔の突出
(図 4.4.3 ④)



写真 4.4.14 木造住宅の倒壊 (図 4.4.3 ⑤)



写真 4.4.15 木造住宅の倒壊 (図 4.4.3 ⑥)



写真 4.4.16 木造住宅の倒壊 (図 4.4.3 ⑦)



写真 4.4.17 寺院屋根の損壊 (図 4.4.3 ⑧)



写真 4.4.18 神社の鳥居・灯籠の倒壊 (図 4.4.3 ⑨)

(4) 輪島市朝市(火災)

輪島市河井町では、地震で発生した火災が延焼し、住宅や商店など240棟、約49,000m²が焼失するという大規模火災となった(図4.4.4、写真4.4.19~21)。

地震による断水、地盤隆起や津波の引き波の影響等で河川からの取水も困難を極めたこと、津波警報・注意報の発令時間帯であったため海岸に近づけず、海水の使用も不可能であったこと等の理由により十分な消火活動ができなかったことが、ここまで火災が拡大した原因ではないかとされている。



図4.4.4 輪島市朝市の焼失地域
(文献1に加筆)



写真4.4.19 河井町(朝市)の火災被害
(図4.4.4 ①)



写真4.4.20 河井町(朝市)の火災被害
(図4.4.4 ②)



写真4.4.21 河井町(朝市)の火災被害
(図4.4.4 ③)

(5) 輪島市門前町道下

輪島市街地の南西に位置する輪島市門前町道下（図4.4.5）の被害について報告する。調査地点は、八ヶ川や国道249号から南に程近い住宅街である。

この地域では、古い木造家屋の倒壊が多く見られた（写真4.4.22～23）。液状化被害としては、車の沈下、下水道マンホールの突出等が生じており、所々で噴砂も確認された（写真4.4.24～25）。

写真4.4.25に示した建物は、若干、傾斜しながら地中にめり込んでいた。壁の側面から砂が噴き出ていることから、液状化により基礎地盤が軟化し、建物の自重でめり込んだと考えられる。



図4.4.5 輪島市門前町坂下の主な調査位置
（文献1に加筆）



写真4.4.22 木造家屋の倒壊



写真4.4.23 下水道マンホールの突出、電柱の沈下・傾斜



写真4.4.24 液状化によりタイヤが地面に沈みこんだ自動車



写真4.4.25 液状化により地中にめり込んだ建物

4.5 地盤災害

4.5.1 斜面災害

(1) 斜面災害の概要

今回の地震では、能登半島北部を中心として多数の斜面変動が発生した。その分布は傾斜が大きい場所に集中する傾向があるものの、中新世の火砕岩地域で多発しているとされている²¹⁾。ここでは、輪島市、能登町および穴水町において発生した代表的な斜面災害について現地調査を行った結果を報告する。図4.5.1に、斜面災害調査地点、能登半島北部の地質および斜面崩壊・堆積分布を示す。同図に示されるとおり、斜面災害調査地点の地質は、古第三紀漸新世～新第三紀中新世の砂岩・泥岩または溶岩・火砕岩からなっている。

また、石川県「輪島」のアメダス観測結果を図4.5.2に示す。2023年12月の降水量(462.5mm)および10～12月の合計雨量(1,064.5mm)が過去30年の平均値に比較してどちらも約1.6倍に達し、地震発生前は平年に比較して降水量が多かったと言える。さらに、2023年12月31日に28.5mmの降雨が観測されている。このため、今回の地震による斜面変動の発生には、地震動に加えて先行降雨・融雪が影響を与えた可能性がある。

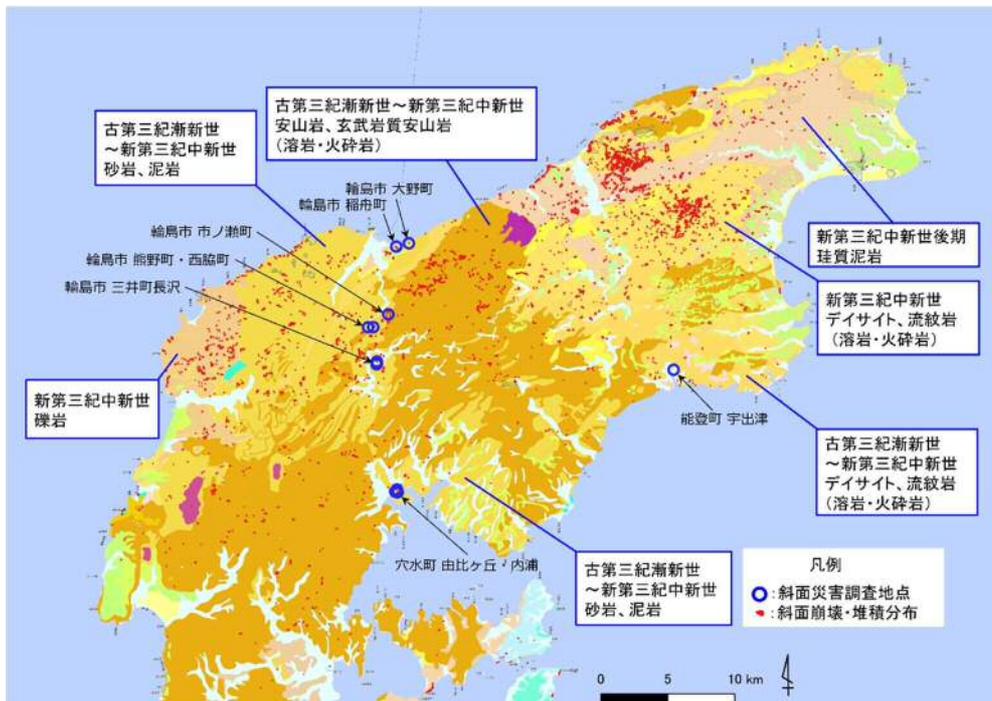
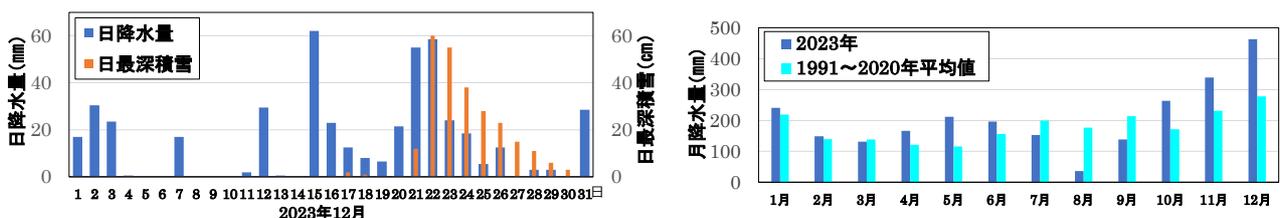


図 4.5.1 能登半島北部の地質と斜面変動箇所

(地質図は文献 23、斜面崩壊・堆積分布は文献 22 から作成)



(a) 「輪島」の日降水量・日最深積雪(2023年12月)

(b) 「輪島」の月降水量

図 4.5.2 「輪島」の降水量・最深積雪(気象庁アメダスデータより作成)

(1)トンネル坑口岩盤斜面崩壊(能登町宇出津)

被害箇所は、能登半島中央部東側沿岸部に位置する宇出津漁港を擁する能登町市街地の郊外に位置する町道 宇出津3号線宇出津第三隧道東口である。同町道が市街地東側に分布する丘陵地を抜けた先にあるトンネル(図4.5.3)の東口を出た箇所の斜面で崩壊が生じた。崩落した斜面は、コンクリート型枠吹付で保護されていた。斜面全体が崩落しトンネル坑口前面を塞いだ。

崩落斜面を含む当該地区一帯の地質は、風化が進んだ前期中新世～中期中新世の珪長質火山岩から構成される。(図4.5.4)

写真4.5.1に当該崩壊箇所の全景を示す。約60度傾斜した平滑な流れ盤で最大厚6m程度の岩塊が節理面に沿って剥がれ落ちている。写真4.5.2の崩落斜面の拡大写真を見ると、この岩種の特徴である白色の岩肌が、地表から深部に向かって褐色化しており、徐々に風化が進行していたことがうかがえる。

また、道路に隣接した駐車場に面している北東側の斜面では、表層崩壊が生じていた。

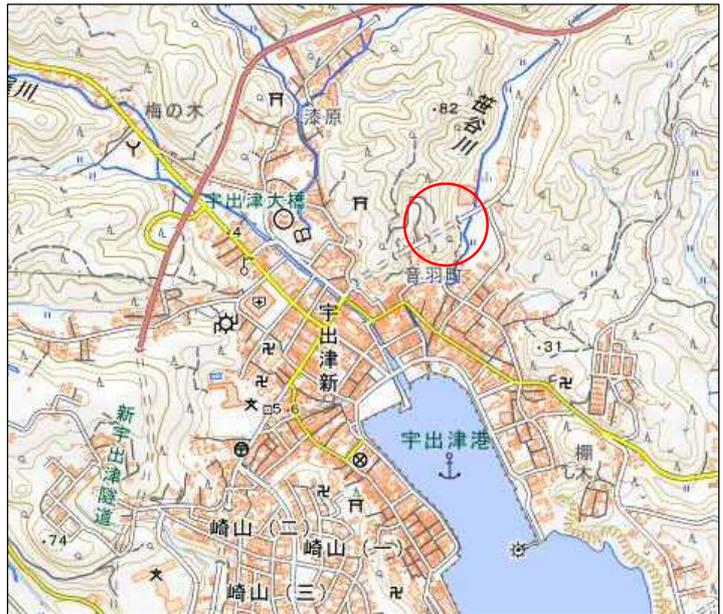


図4.5.3 宇出津第三隧道東口被災箇所(文献1に加筆)



図4.5.4 被災地点周辺の地質図(文献24より抜粋・加筆)



写真4.5.1 崩壊箇所の全景



写真4.5.2 同左 崩壊箇所の近景

(2) 斜面崩壊(輪島市大野町)

被害は輪島市街中心部から東へ続く海岸沿いの国道249号線を約2km進んだ道路際の急崖地で発生した表層崩壊である(図4.5.5、図4.5.6)。

当該地一帯は中新世の皆月累層に属する礫岩・砂岩泥岩の互層²⁴⁾が分布する。一般的に泥岩は風化しやすく、また砂岩との層理面は剥がれやすい。当該斜面でも風化した表層土が地震動により崩壊したと推定される崩落斜面の法尻には、崩壊した土砂によって海岸側に押し出されたような家屋が見える(写真4.5.3)。



図4.5.5 大野町の斜面崩壊地点(文献1に加筆)

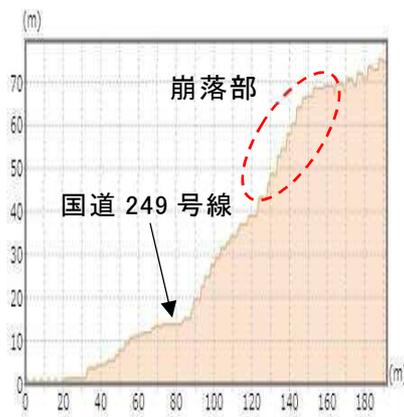


図4.5.6 崩壊斜面形状(文献1より作成)



写真4.5.3 崩壊斜面遠景

(3) 斜面崩壊・河道閉塞(輪島市熊野町・西脇町)

輪島市の熊野町から西脇町にかけての河原田川兩岸の急傾斜地では、今回の地震により大規模な斜面崩壊が発生した(図4.5.7)。

1) 河原田川右岸側斜面崩壊

河原田川右岸側の斜面崩壊は幅約240mであり、崩壊土砂により下方の資材置場等が被災するとともに、河原田川が土砂で閉塞・湛水した。崩壊箇所の東側は、国土交通省所管の地すべり防止区域まで達している(図4.5.7、写真4.5.4)。崩壊箇所の西側は、2007年能登半島地震の際にも崩壊が生じた箇所と重複している⁹⁾。そこに設置された法枠工は落下を免れて残存している(図4.5.8)。



図4.5.7 輪島市熊野町・西脇町の斜面崩壊位置図(文献1に加筆、地すべり防止区域の範囲は文献25を加工して作成)



写真 4.5.4 河原田川右岸側斜面崩壊の全景
(図 4.5.7 ①)

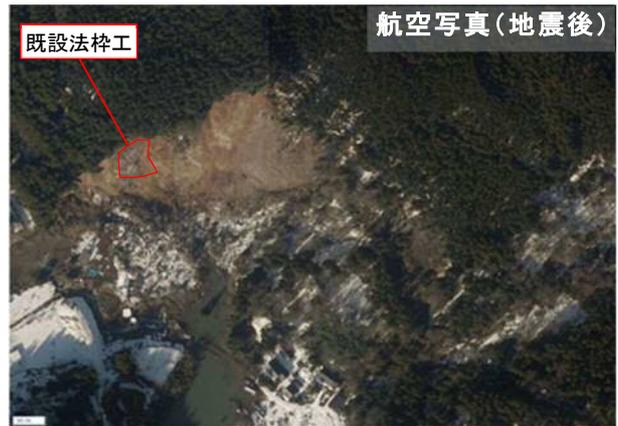


図 4.5.8 河原田川右岸側斜面崩壊の状況
(文献 1 に加筆)

2)河原田川左岸側斜面崩壊

河原田川左岸側の林地において、小溪流を挟む東側に面した2箇所急斜面で崩壊が発生した。2箇所合わせた崩壊幅は約300mにわたり、最大高約100mの表層崩壊である(写真4.5.5～6)。崩壊面では、見かけ上ほぼ水平な互層状の地層が見られる。

この箇所でも崩壊土砂により河原田川の河道閉塞が生じたが、本調査時点では通水が確保されていた。



写真 4.5.5 河原田川左岸側斜面崩壊
(図 4.5.7 ②)



写真 4.5.6 河原田川左岸側斜面崩壊 (図 4.5.7 ③)

河原田川両岸の斜面崩壊については、後述の輪島市市ノ瀬町の斜面災害とともに、本格的な復旧工事として、河川における権限代行事業、砂防の国土交通省直轄事業が2024年1月23日に着手された。これらの事業では、河道内に堆積した土砂等除去・護岸整備および法面保護や水路工等の土砂災害対策を実施することとなっている⁷⁾。

(4) 法面崩壊(輪島市三井町長沢)

県道1号線では複数箇所道路法面が崩壊しているが、このうち、輪島市三井町長沢の近接した2箇所の法面崩壊について調査を行った。調査位置を図4.5.9に示す。

北側の法面崩壊(写真4.5.7~8)では、道路脇の法面が押し出すとともに道路面が隆起し、フレコンバッグで応急対策を実施している。航空写真から、幅約70m、長さ約70m程度の地すべりが想定される(図4.5.9)。

南側の法面崩壊では、幅約85mにわたって道路法面の押し出しが生じ、フレコンバッグで応急対策が実施されている。押し出した法面の北端では、岩盤法面に北西-南東方向に連続する開口亀裂が生じている(写真4.5.9の赤点線丸部)。法面の南端付近では、凝灰質泥岩の岩塊が崩落している(写真4.5.10)。これらの一連の変状から、南側の法面崩壊は岩盤すべりである可能性が考えられる。



図4.5.9 輪島市三井町長沢の道路法面崩壊位置図(文献1に加筆)



写真4.5.7 北側の道路法面崩壊(図4.5.9 ①)



写真4.5.8 北側の道路法面崩壊(図4.5.9 ②)



写真4.5.9 南側の道路法面崩壊(図4.5.9 ③)



写真4.5.10 南側の道路法面崩壊(図4.5.9 ④)

(5) 地すべり(輪島市市ノ瀬町)

輪島市市ノ瀬町の河原田川支流猿谷(紅葉川)左岸斜面において、標高約260mの尾根部付近から地すべりが発生し、崩壊土砂が猿谷に沿って標高40m付近まで到達した(図4.5.10~11)。地すべりの規模は、最大幅280m、長さ約1,100mである。崩壊土砂は猿谷の河道を閉塞して湛水を生じさせるとともに、緩傾斜部まで広がり、人家、農地等に被害を与えた(写真4.5.11~13)。写真4.5.13に見られるとおり、末端部の崩壊土砂は岩塊を含む泥土状であり、斜面の途中から土石流化したことがうかがえる。



写真 4.5.11 地すべりの全景(図4.5.10 ①)



写真 4.5.12 地すべりの中間部(図4.5.10 ②)



写真 4.5.13 地すべりの末端部(図4.5.10 ③)

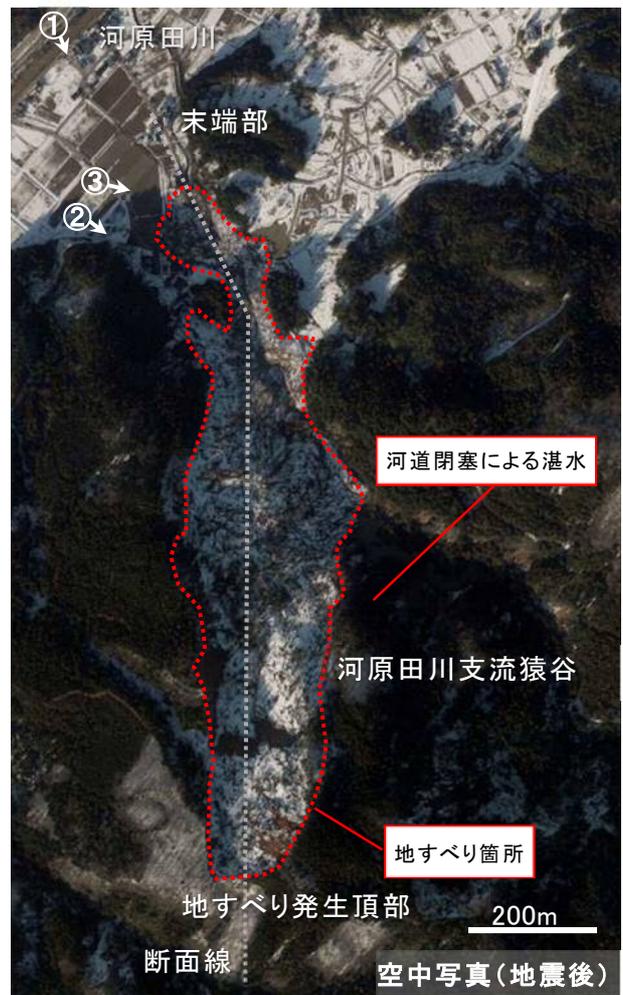


図 4.5.10 輪島市市ノ瀬町の地すべり位置図(文献1に加筆)

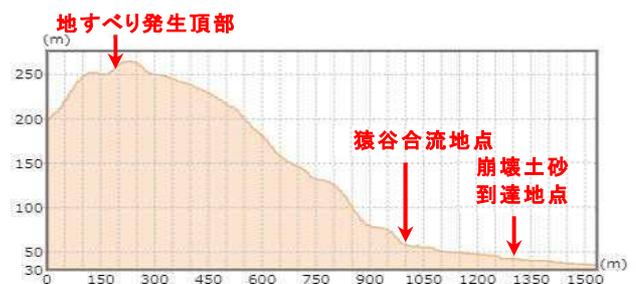


図 4.5.11 地すべり箇所の地震前の地形断面図(文献1より作成、側線位置は図4.5.10参照)

(6) 斜面崩壊・地すべり (穴水町由比ヶ丘、内浦)

今回の地震により、穴水町由比ヶ丘から内浦にかけて斜面災害が3箇所が発生した (図 4.5.12)。これらは、強風化凝灰質岩からなる丘陵地の斜面崩壊 (由比ヶ丘(北)、南)) および人工改変地の端部付近の地すべり (穴水高校) であり、いずれも比高10~20mの北西側斜面の上部付近から発生している (図 4.5.13)。

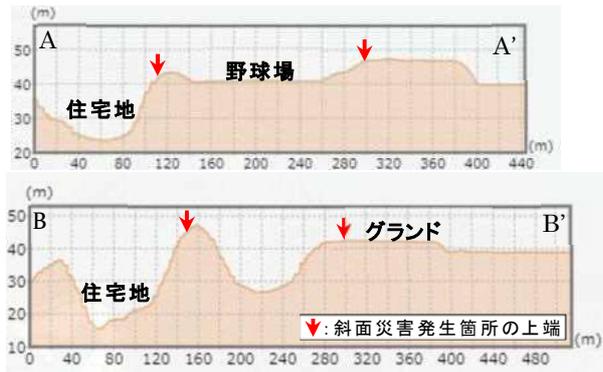


図 4.5.13 地震前の地形断面図
(文献1より作成、側線位置は図 4.5.12参照)



図 4.5.12 輪島市由比ヶ丘～内浦の斜面災害位置図 (文献1に加筆)



写真 4.5.14 由比ヶ丘 (北) の斜面崩壊全景
(図 4.5.12 ①)



写真 4.5.15 由比ヶ丘 (北) の斜面崩壊
(図 4.5.12 ②)



写真 4.5.16 由比ヶ丘 (南) の斜面崩壊
(崩壊地西方の穴水港から撮影)



写真 4.5.17 由比ヶ丘 (南) の斜面崩壊
(図 4.5.12 ③)

由比ヶ丘（北）および由比ヶ丘（南）では、土砂の崩落・流出により宅地に大きな被害を与えた（写真 4.5.14～17）。また、由比ヶ丘（南）では、斜面に設置されていたソーラーパネルが被災した（写真 4.5.16）。

穴水高校の地すべりでは、高校の北西側道路の途中から北東側の駐車場にかけて、斜面が下方へ移動し、舗装アスファルトや法面の亀裂・段差が生じた（写真 4.5.18）。



写真 4.5.18 穴水高校の地すべり（図4.5.12 ④）

（7）斜面崩壊・地すべり（輪島市稲舟町）

輪島市稲舟町の海岸近くにおいて、地震により斜面が崩壊し、道路と家屋が被害を受けた（写真 4.5.19）。この南側に位置する輪島高校グラウンドから北西方向にかけて亀裂・段差が確認され、長さ200m、幅350m程度の地すべりの兆候があるとして、2024年1月7日に輪島市から稲舟町の住民148名へ避難指示が出された。前述の斜面崩壊は、この地すべりの末端部に生じた崩壊の可能性がある。また、その西側の道路法面においても、法面保護工が崩落した（写真 4.5.20）。

稲舟地区は農林水産省農村振興局所管の地すべり防止区域に指定されており、北陸農政局の直轄代行による災害復旧等事業により、地表排除工や地下水排除工等の地すべり防止対策を実施することとなっている¹¹⁾。



図 4.5.14 輪島市稲舟町の斜面崩壊位置図（文献 1 に加筆）



写真 4.5.19 斜面崩壊（図4.5.14 ①）



写真 4.5.20 法面保護工の崩落（図 4.5.14 ②）

4.5.2 宅地災害

(1) 道路損壊・家屋傾斜(谷埋め盛土、能登町藤波)

能登町藤波地区において、谷埋め盛土で造成された宅地に被害が生じた。宅地造成前後の航空写真から得た造成前の沢の範囲を合わせて示す(図4.5.15)。埋め立てて拡張した範囲の道路や宅地に沈下被害が生じた(写真4.5.21)。また、盛土法面の滑り出しにより背面道路が沈下し、一部が陥没した(写真4.5.22~23)。



写真 4.5.21 盛土天端での道路および宅地被害 (図4.5.15 ①)

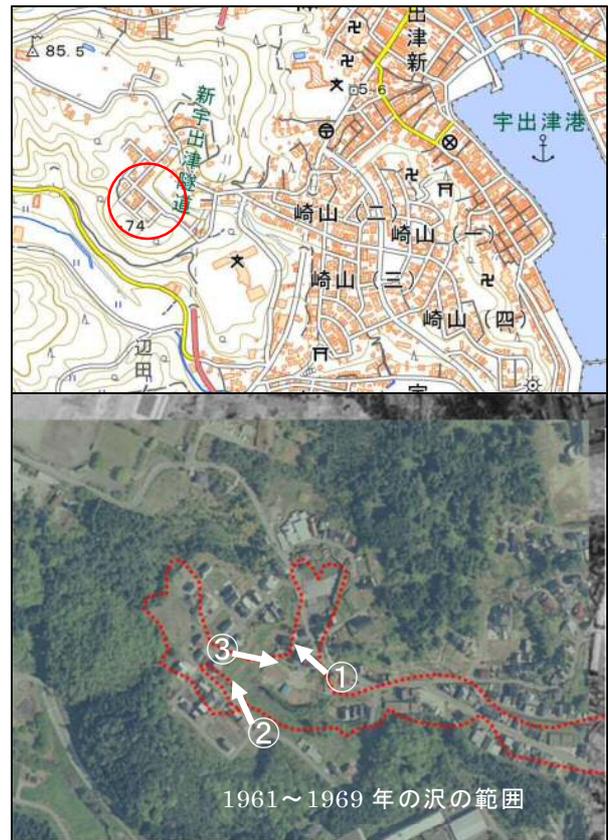


図 4.5.15 能登町藤波地区の調査位置図 (文献1に加筆)



写真 4.5.22 盛土法面の滑り出しと背面道路の沈下 (図4.5.15 ②)



写真 4.5.23 盛土法面の開口クラック (図4.5.15 ③)

(2) 法面崩壊(輪島市河井町)

輪島市街の「道の駅輪島」の東側の法面において、法面保護の吹付け工が崩落した(図4.5.16、写真4.5.24)。その南側法面では、ブロック積擁壁の崩壊が発生し、法面崩壊に家屋が巻き込まれ倒壊した(写真4.5.25~26)



写真 4.5.24 法面保護工（吹付）の崩落



図 4.5.16 調査位置図（文献1に加筆）



写真 4.5.25 ブロック積擁壁の崩落



写真 4.5.26 ブロック積擁壁の崩落

(3) 擁壁崩壊・変状、建屋不等沈下(糸魚川市京ヶ峰)

被害地点は、JR糸魚川駅の南東1kmほどにある丘陵造成地「京ヶ峰」の西側、幅約150m長さ約400mの谷筋にひな壇形式で盛土造成された住宅地である(図 4.5.17)。

主として練積み擁壁で保護された宅地盛土部は、擁壁のはらみ出しや崩壊、さらには盛土の沈下による家屋基礎の損壊や不等沈下等が多く見られた(写真 4.5.27~29)。

被害は谷筋に沿って集中していたが、その中でもコンクリート擁壁で保護された比較的新しい区画では、擁壁に若干の亀裂は生じていたものの大きな被害は認められなかった(写真 4.5.30)。

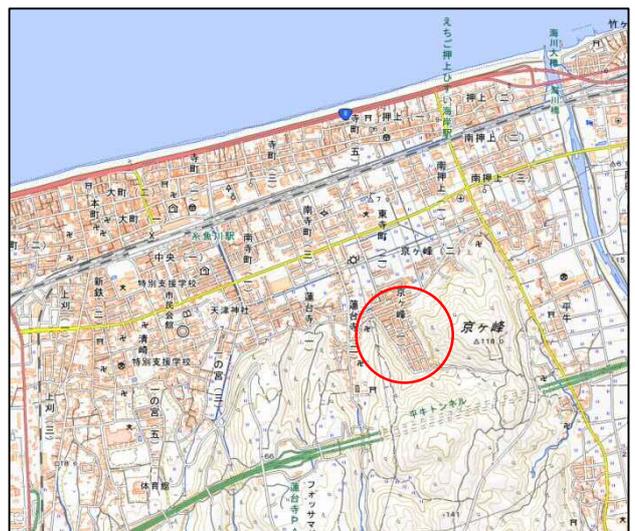


図 4.5.17 京ヶ峰住宅造成地（文献1に加筆）



写真 4.5.27 谷筋に集中する被害



写真 4.5.28 擁壁崩壊による家屋の不等沈下



写真 4.5.29 練積擁壁のはらみ出しと崩壊



写真 4.5.30 ほぼ無被害のコンクリート擁壁

(4) 法面崩壊(津幡町緑が丘)

JR中津幡駅より北東約1kmにある丘陵地内の盛土造成地(図 4.5.18)端部が崩壊した(写真 4.5.31)。崩壊部西側のため池堤体には変状は認められなかった。

崩壊した盛土の末端部では、側溝の盛り上がりなどの変状(写真 4.5.32)が見られたことから、現地で観察されたよりも深いすべりが発生していたことも考えられる。また、法尻では湧水が認められることから、盛土内の地下水が崩壊の要因となった可能性もある。

崩壊箇所は津幡町の大規模盛土造成地(谷埋め盛土)に区分される(図 4.5.19 ①)。一方、崩壊箇所の西側(図 4.5.19 ②)にも同じ谷埋め盛土が存在するが、地震による顕著な変状は確認されなかった(写真 4.5.33)。変状がない箇所②は、崩壊箇所①と比較して原地形の谷の幅が狭い。谷側面と盛土間の摩擦などが地震動に対し抵抗したことで、②地点では変状が生じなかった可能性が考えられる。

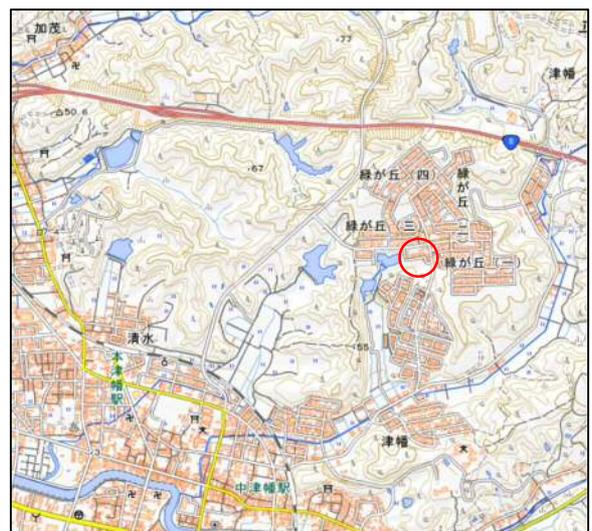


図 4.5.18 緑が丘調査位置図(文献1に加筆)



写真 4.5.31 谷埋め盛土上端部の崩壊

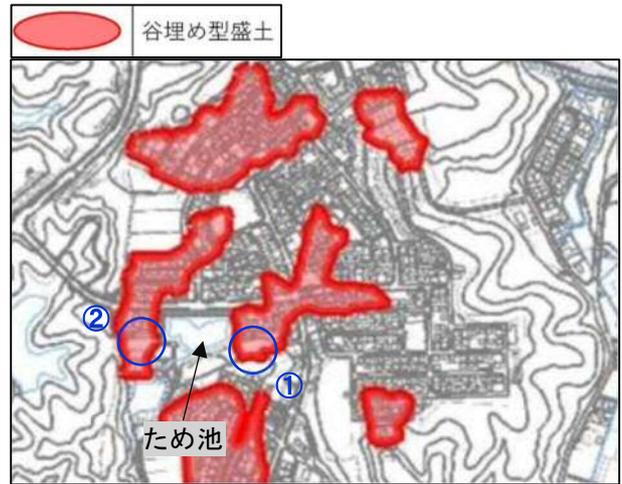


図 4.5.19 谷埋め盛土の位置 (文献 26 に加筆)



写真 4.5.32 崩壊した盛土の末端部の変状



写真 4.5.33 隣接する谷埋め盛土の状況

(5) 法面崩壊(金沢市 石川県立金沢北稜高等学校)

JR森本駅より南東約1kmにある石川県立金沢北稜高等学校の南向き斜面(図4.5.20)が崩壊し、建物の杭基礎の一部が露出した。また、崩壊した土砂は北方向に流出し、北陸自動車道の盛土によりせき止められる形で停止した。なお、写真4.5.34～35は応急対策後であり、崩壊箇所はブルーシートに覆われ、北陸自動車道手前に堆積した崩壊土砂の一部は既に撤去されている。崩壊直後は、北陸自動車道の盛土天端付近まで崩壊土砂が堆積していたと言われている。

旧版地形図および既往のボーリング柱状図²⁷⁾を参考に作成した崩壊箇所の想定断面を図4.5.21に示す。崩壊した斜面は盛土造成されたものと推定される。



図 4.5.20 金沢北稜高校 位置図 (文献1に加筆)

崩壊斜面下方の高さ10m程度のコンクリート製の擁壁(写真4.5.36)により盛土の崩壊範囲が狭くなったとも考えられ、前述の北陸自動車道の盛土とあわせて、北陸自動車北側の住宅地への崩壊土砂流出を抑制する効果があったと考えられる。

既往のボーリング柱状図²⁷⁾に標準貫入試験結果(N値)の記載は無いが、記事には「均質で軟らかい」との記述がみられた。また、校庭に仮置きされた崩壊土砂(写真4.5.37)を概観した限りでは、盛土材は細粒分を多く含む砂質土と推測された。当地点の推計震度¹⁹⁾は5弱~4で、あまり大きくはなく、盛土の締固め不足と排水不良が崩壊の一因となった可能性がある。



写真 4.5.34 金沢北稜高校前面の盛土崩壊



写真 4.5.35 北陸自動車道の盛土により止められた崩壊土砂 (一部撤去済み)

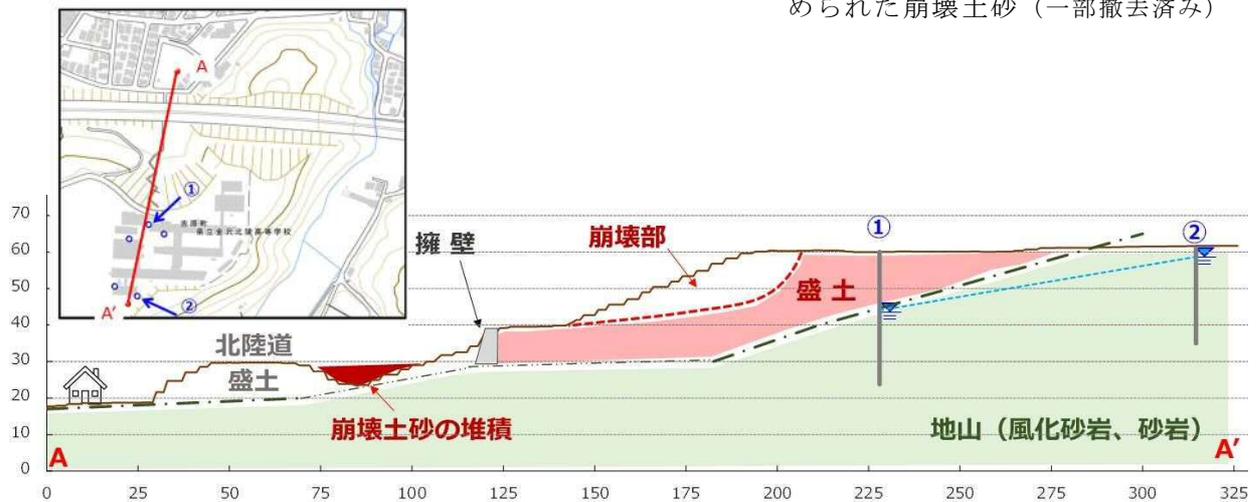


図 4.5.21 崩壊箇所の想定断面図 (左上の平面図は文献1に加筆)



写真 4.5.36 崩壊斜面の下方にある擁壁



写真 4.5.37 仮置きされた崩壊土砂

(6) 法面崩壊(金沢市田上新町)

JR金沢駅より南東約6kmにある丘陵地内の宅地端部(図4.5.22)が崩壊し(写真4.5.38)、住宅3棟が地盤と共に移動または倒壊した。航空写真⁶⁾の判読により、当該地区は1970年頃の造成と推定された。造成前後の地形図¹⁰⁾を比較し、崩壊位置の断面を想定したものが図4.5.23である。同図より、当地点は腹付け盛土で、その一部が崩壊したのではないかと推定される。

崩壊地点は金沢市の大規模盛土造成地マップ²⁸⁾の範囲外であった(図4.5.24 ①)。一方、北側には大規模盛土造成地(谷埋め型盛土)に指定された地域がある(同図 ②)。②地区内では谷方向への地盤の変位が原因と推定されるクラックや段差(写真4.5.39、破線がクラック位置、矢印は推定変動方向)が一部で確認されたが、大きな崩壊等は発生していない。ただし、舗装路面には地震以前に生じたクラック(例えば、同写真手前の黒く補修された箇所)が谷と直交する方向に複数見られた。これは地震以前から盛土が谷方向へ変動していたことを示唆する。盛土末端では湧水が多く確認され、今回の加速度(気象庁の推計震度¹⁹⁾で5弱~4程度を上回るような地震動が作用した場合には、盛土の安定性に対して留意する必要がある。



図4.5.22 田上新町(文献1に加筆)



写真4.5.38 宅地の崩壊状況(複数写真の合成)

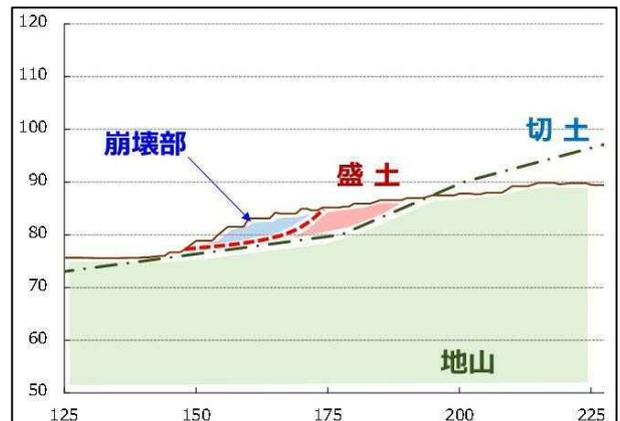


図4.5.23 崩壊位置の断面と崩壊部の推定



図4.5.24 谷埋め盛土の分布(文献28に加筆)



写真4.5.39 隣接の大規模盛土造成地内の変状

4.5.3 液状化災害

(1) 護岸崩壊、建物傾斜(羽咋市松ヶ下町)

羽咋砂丘の末端付近に位置する石川県羽咋市松ヶ下町(JR七尾線羽咋駅から南に約500m)の長者川右岸において液状化に伴う被害が発生した(図4.5.25 赤丸)。

長者川右岸の護岸が崩れ、背後地盤では川に沿った亀裂や階段状の段差が生じた(写真4.5.40~41)。段差は川に向かって地盤が沈下したことを示している。変状が発生した範囲内には噴砂も見られ(写真4.5.42)、地盤の液状化に伴う流動と考えられる。

杭基礎と推測される住宅前では建物と駐車場の舗装の間が開いており、この開口幅から地盤の流動量は1m程度あったのではないかと推測される(写真4.5.43)。本地点から北方向、長者川左岸側の御坊山町(図4.5.25 青丸)でも噴砂や浄化槽の浮き上がりなどが認められた。



図 4.5.25 液状化被害地点(文献1に加筆)



写真 4.5.40 長者川右岸護岸の変状



写真 4.5.41 階段状の段差(右手が長者川)



写真 4.5.42 地盤の流動範囲内の噴砂(手前が長者川)



写真 4.5.43 推定1mの地盤の流動変位(右側が長者川)

(2) 陥没、流動、道路崩壊（宝達志水町 白虎山公園）

石川県宝達志水町にある白虎山公園（JR七尾線敷浪駅から北に約800m）で液状化に伴う地盤変状、および道路の崩壊が発生した。

当公園は羽咋砂丘の末端付近に位置し、東側に長者川が北向きに流れている。当該地は長者川の氾濫原であり、過去の航空写真⁶⁾より推定すると、1975年頃に砂丘の砂を用いて公園として造成されたようである。

公園敷地内には多数の噴砂や亀裂が見られた（写真4.5.44～45）。亀裂・開口の幅は、広い所で1m程度であった。長者川に沿う公園東端の道路では、噴砂の他、電柱の長者川の方向への傾斜、側溝のズレ（写真4.5.46～47）等があり、砂丘末端部から長者川に向かっての地盤の液状化に伴う流動が発生したことを示唆している。

長者川の公園側護岸法面では地盤が隆起した（図4.5.28）。長者川の護岸矢板や右岸側（東側）の道路には変状が見られない（写真4.5.48）ことから、川の護岸矢板が液状化による地盤の流動を抑止したために、河川背後の法面が隆起したと考えられる。

公園南端の道路は、JR七尾線側が長者川に比べ約6.5m標高が高い。この道路の丁字路部分（JR七尾線東側）の道路斜面で80cm程度の段差が生じた（写真4.5.49）。この段差より東側では下方（長者川側）に地盤が変位したように見える舗装の割れが見られ、変状の末端部では噴砂も確認できた（写真4.5.50）。従って、この道路の崩壊（段差）はすべり破壊によるものではなく、地盤の液状化に伴う流動とも考えられる。



図 4.5.26 白虎山公園の位置図（文献1に加筆）

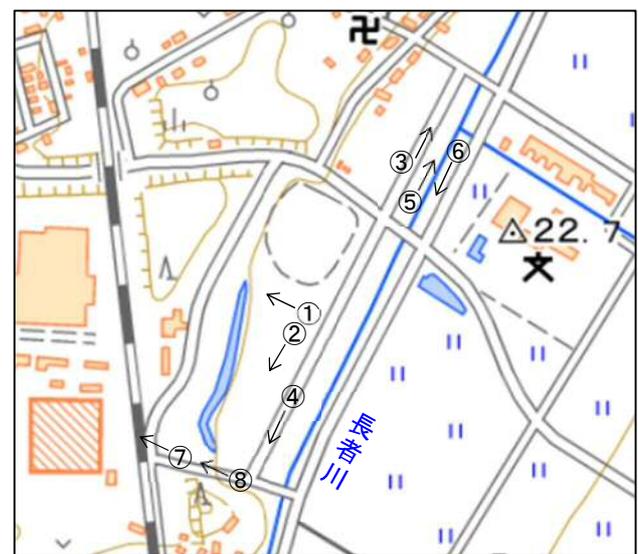


図 4.5.27 写真撮影位置図（文献1に加筆）



写真 4.5.44 公園内に点在する噴砂（図4.5.27 ①、奥が羽咋砂丘）



写真 4.5.45 地盤の亀裂・開口と噴砂（図4.5.27 ②、左側が長者川）



写真 4.5.46 川側に傾倒した電柱 (図 4.5.27 ③、右奥が長者川)



写真4.5.47 側溝のズレ・蛇行および噴砂 (図 4.5.27 ④、右側が長者川)

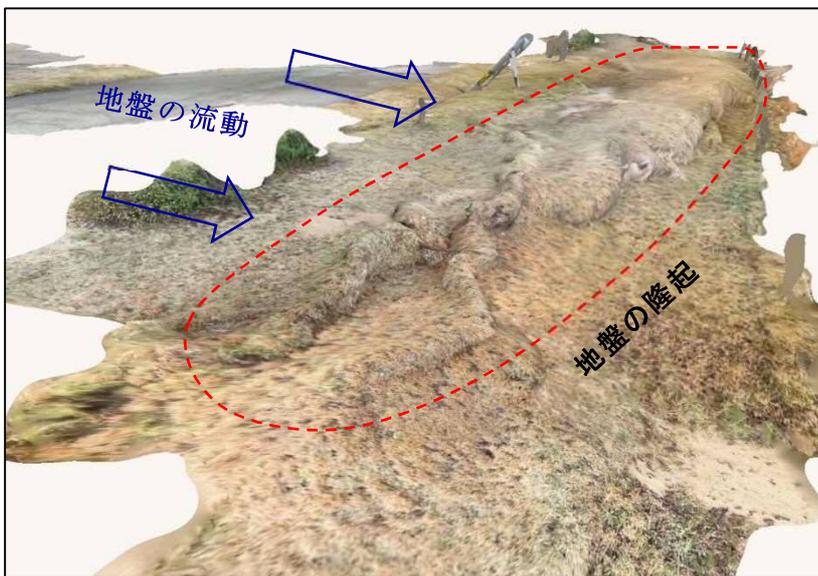


図 4.5.28 地盤の隆起 (図 4.5.27 ⑤、右側が長者川)
<iPad Pro により撮影・3次元モデル作成*>



写真4.5.48 無被害の長者川護岸 (図 4.5.27 ⑥、右側が羽咋砂丘)



写真 4.5.49 道路丁字路部の崩壊によって生じた段差 (図 4.5.27 ⑦、奥が羽咋砂丘)



写真4.5.50 道路崩壊部手前の横断クラックと噴砂 (図 4.5.27 ⑧、手前が長者川)

(3) 内灘砂丘末端部における地盤流動

海岸線に沿って北東から南西に延びる内灘砂丘の東側末端部において液状化被害が発生した。内灘町栗崎からかほく市大崎までの区間の液状化による変状を調査した結果を報告する(図4.5.29)。主要な変状は、砂丘末端部の緩傾斜地における地盤の階段状の段差や亀裂、干拓地側における地盤の盛り上がりや家屋・擁壁等の傾倒であった(図4.5.30)。地盤の変状が発生した地域の地表面傾斜は2~5%程度であり、砂丘末端部の緩傾斜地において地盤の液状化に伴う流動(図4.5.31)が発生したと考えられる。

ただし、被害が発生した緩傾斜地の中には河北潟干拓の砂を採取するために砂丘を切土した後に再造成された場所もある。一般的に、このような場所では砂丘の荷重により地盤が締まっており、液状化は起こりにくいと考えられるが、現実には液状化・流動が発生している。切土後の再造成過程で緩い地盤になる何らかの条件があったのではないかと想像される。今後の調査・研究において、このような切土地盤の軟弱化過程について新しい知見が得られることを期待したい。また、変状の末端部で地盤の流動が急激に抑止されて地盤が盛り上がる現象については、弊社のこれまでの地震被害調査では経験がなく、そのメカニズムの解明については今後の検討課題と言えよう。



図 4.5.29 内灘砂丘末端部における液状化被害調査地点 (文献29に加筆)

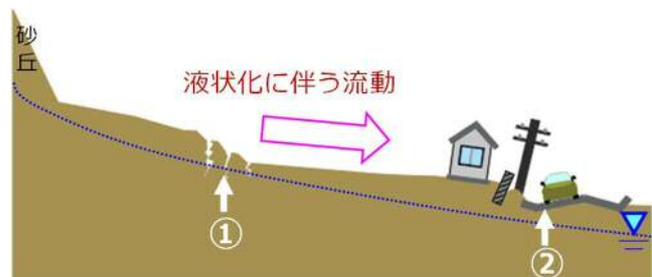
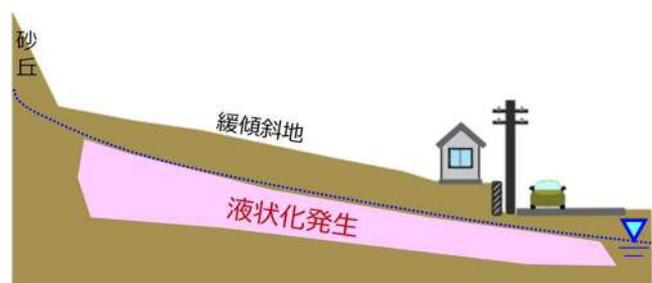


① 砂丘側での階段状の段差、開口、亀裂



② 干拓地側での地盤の盛り上がり

図 4.5.30 砂丘末端部の代表的な変状



* 図中の番号は図 4.5.30 中の番号を示す

図 4.5.31 砂丘末端緩斜面における流動・変状の模式図

1) かほく市 大崎

砂丘側では流動変位（階段状の段差および亀裂）が見られ、その領域にある榊原神社の擁壁に複数の亀裂が生じた（写真4.5.51）。県道8号は路面が押されるようにして盛り上がり、干拓地側に向かって10°程度傾斜した（写真4.5.52）。また、県道より干拓地側の地盤にも亀裂が見られた（写真4.5.53）。さらに、干拓地に最も近い道路際の地盤にも押し上げられたような変状が見られ（写真4.5.54）、ここが概ね流動の末端のようである。当地区では地表面傾斜が県道8号を越えて干拓地側まで続いており（図4.5.32 右図）、これが当地点における流動域の長さ（図4.5.32 ①～④の距離 約100m）を示していると考えられる。

また、当地区には「大崎の小清水」と呼ばれる湧水があり（写真4.5.55）、砂丘末端の竹林から水が湧き出している。湧水地点の標高はT.P.+6～+4m付近³⁰⁾であり、当地区の地下水位が浅いことを示している。

大崎南地区（図4.5.32中の⑥）では流動による変状は認められなかった。一方、住宅と道路の間に敷設された閉水路に浮き上がりが見られた（写真4.5.56）。なお、調査時に周辺での噴砂は確認できなかった。

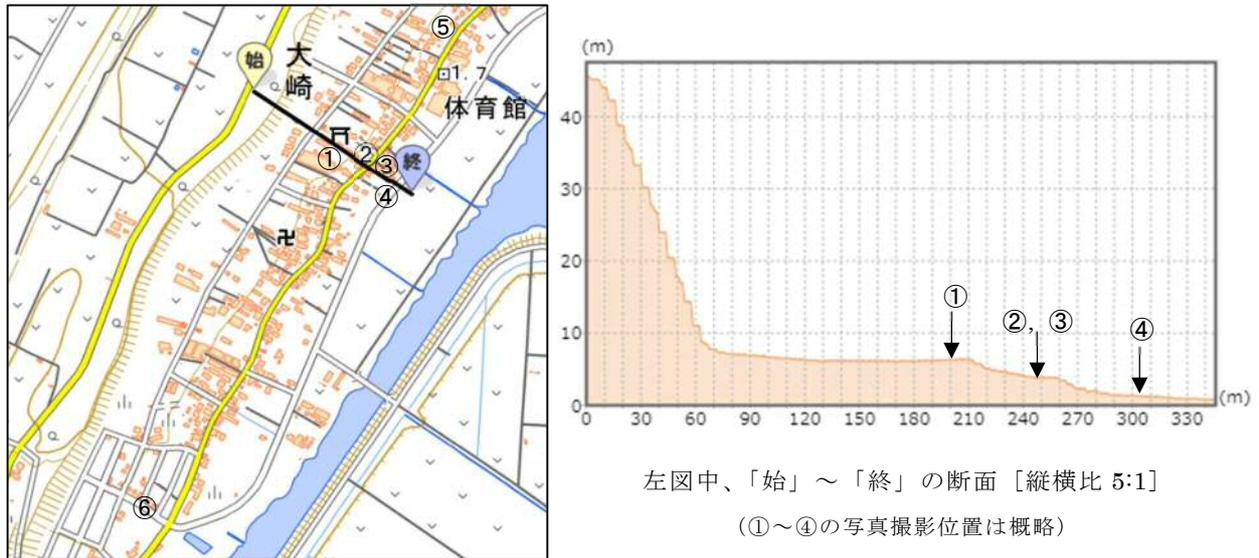


図 4.5.32 かほく市 大崎の位置図および地形断面図（文献1より作成）



写真 4.5.51 地盤の階段状の段差および神社擁壁の亀裂（図4.5.32 ①、右手前が干拓地）



写真 4.5.52 県道8号の隆起および傾斜（図4.5.32 ②、左側が干拓地）



写真 4.5.53 県道より干拓地側での亀裂
(図 4.5.32 ③、右端が県道8号)



写真 4.5.54 干拓地近くの道路際での地盤の盛り上がり
(図 4.5.32 ④、右側が干拓地)



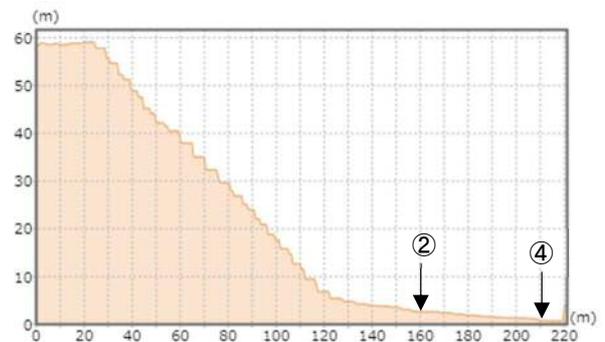
写真 4.5.55 大崎地区の湧水 (図 4.5.32 ⑤、奥が内灘砂丘)



写真 4.5.56 閉水路の浮き上がり
(図 4.5.32 ⑥)、奥が干拓地)

2)内灘町 室

内灘町室地区では、砂丘側の地盤の亀裂および段差 (写真 4.5.57)、旧道沿い (写真 4.5.58 ~ 59) および県道8号沿いにおいて、流動による地盤の盛り上がりや構造物の押し出し・回転が確認された (写真 4.5.60)。



左図中、「始」～「終」の断面 [縦横比 2:1]
(②, ④の写真撮影位置は概略)

図 4.5.33 内灘町 室の位置図および地形断面図 (文献1より作成)



写真 4.5.57 砂丘側での地盤の段差・亀裂
(図 4.5.33 ①、右側が干拓地)



写真 4.5.58 旧道沿いの地盤盛り上がり
(図 4.5.33 ②、右側が干拓地)



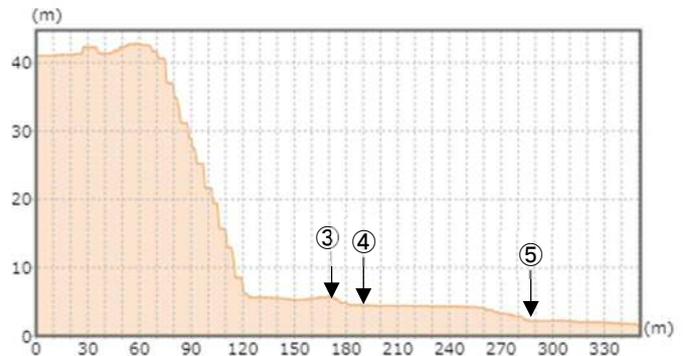
写真 4.5.59 旧道沿いの地盤の盛り上がり
(図4.5.33 ③、左側が干拓地)



写真 4.5.60 県道沿いの家屋の押し出し
(図4.5.33 ④、左側が干拓地)

3)内灘町 西荒屋

内灘町西荒屋地区の中心部（図4.5.34）では、西荒屋児童公園および蛭児神社で地盤に階段状の段差および亀裂が確認されたが、県道8号沿いでは変状がほとんど確認されなかった（写真 4.5.61～62）。地盤の流動による変状は概ね旧道付近までであったと推定される。



右图中、「始」～「終」の断面 [縦横比 4:1]
(③～⑤の写真撮影位置は概略)

図 4.5.34 内灘町 西荒屋の位置図および断面図（文献1より作成）



写真 4.5.61 西荒屋児童公園での変状
(図 4.5.34 ①、右側が干拓地)



写真 4.5.62 県道8号付近は大きな変状なし
(図 4.5.34 ②、右側が干拓地)

西荒屋小学校付近では、グラウンド内や校舎裏の畑に階段状の段差および亀裂（写真 4.5.63～64）が確認され、校舎横の塀は幅が70cm程度の開口が生じていた。一方、県道8号では地盤の盛り上がりによって道路は波打ったように変形していた（写真 4.5.65）。また、県道と直交する道路の舗装は砂丘側から押されたことで折れ曲がった（写真 4.5.66）。

当地区における県道沿いの変状の程度は他地区に比べて激しい印象であった。当地区は砂丘砂を河北潟の干拓に利用している。砂丘の掘削はポンプ船のジェットポンプで行われ、そのために低地部を一時掘削し、後に埋め戻されたのではないかと推測される（図 4.5.35）。この埋戻しが県道沿いの変状の程度に影響した可能性がある。



写真 4.5.63 西荒屋小学校グラウンドの段差・亀裂（図 4.5.34 ③、左側が干拓地）



写真 4.5.64 小学校裏の畑の段差・亀裂
(図 4.5.34 ④、手前が干拓地)



写真 4.5.65 県道8号での路面の盛り上がり
(図 4.5.34 ⑤、左側が干拓地)



写真 4.5.66 県道に直交する道路の舗装の折れ曲がり（図 4.5.34 ⑥、手前が干拓地）

1963 (昭和38年)

2012年 (平成24年)

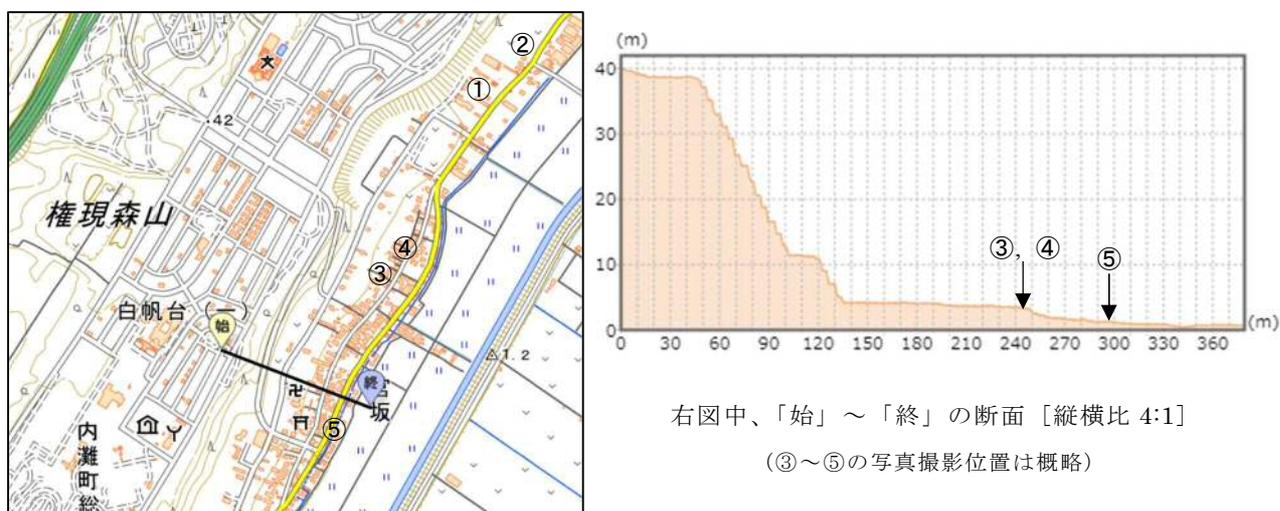


図 4.5.35 西荒屋小学校付近の開発過程 (文献6に加筆)

4)内灘町 宮坂

液状化に伴い3階建てビルが1m程度めり込み沈下 (写真 4.5.67) した地点では地盤の流動も確認された。流動起点から県道8号までの区間の亀裂の開口幅を足し合わせて流動の水平方向の変位量を推定したところ約175cmであった (図 4.5.37)。一方、やや標高が低い北側の畑では、噴砂や電柱の沈下といった液状化を示す変状はあったが、流動を示す変状は認められなかった (写真 4.5.68)。流動の有無と地表面勾配の関係を分析してみると、流動が発生した箇所の勾配は1.6%程度、流動が発生しなかった箇所の勾配は1.2%程度であった。このわずかな地表面勾配の違いが、液状化後の流動発生の有無を分けた要因とも考えられる。

宮坂地区の南側について、砂丘側で発生した階段状の段差が生じた位置と旧道における地盤の盛り上がり (写真 4.5.69) が生じた位置の距離は60m程度であり、この範囲で旧道沿いに帯状に変状が発生したようである。旧道沿いでは家屋の傾斜や車庫の沈下なども確認された (写真 4.5.70)。一方、県道付近では大きな変状は確認されていない (写真 4.5.71)。



右图中、「始」～「終」の断面 [縦横比 4:1]
(③～⑤の写真撮影位置は概略)

図 4.5.36 内灘町 宮坂の位置図および断面図 (文献 1 より作成)



写真 4.5.67 3階建てビルのめり込み沈下 (図 4.5.36 ①、奥側が内灘砂丘)



<砂丘側>

<干拓地側>

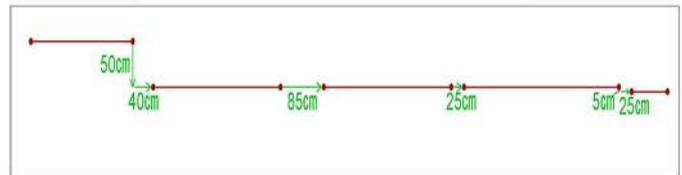


図 4.5.37 流動地点の状況 (上) とクラック開口幅の分布 (下) (奥側が内灘砂丘)



写真 4.5.68 流動が確認されなかった地点 (図 4.5.36 ②、右側が内灘砂丘)



写真 4.5.69 旧道沿いの宅地の盛り上がり (図 4.5.36 ③、右側が内灘砂丘)



写真 4.5.70 旧道沿いの家屋の変状 (図 4.5.36 ④、右側が内灘砂丘)

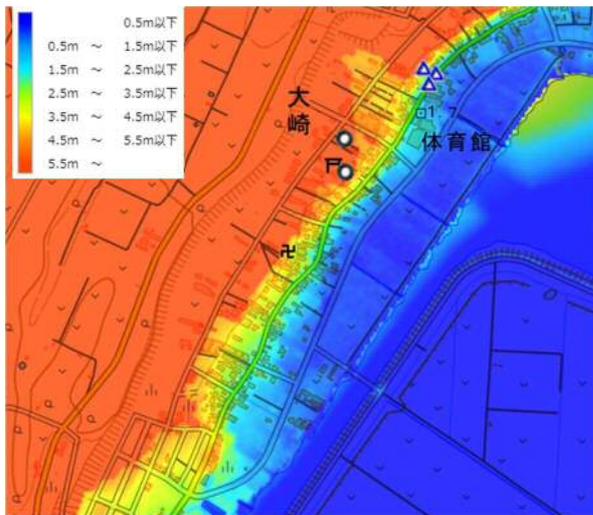


写真 4.5.71 顕著な変状が見られない県道沿線 (図 4.5.36 ⑤、左側が干拓地)

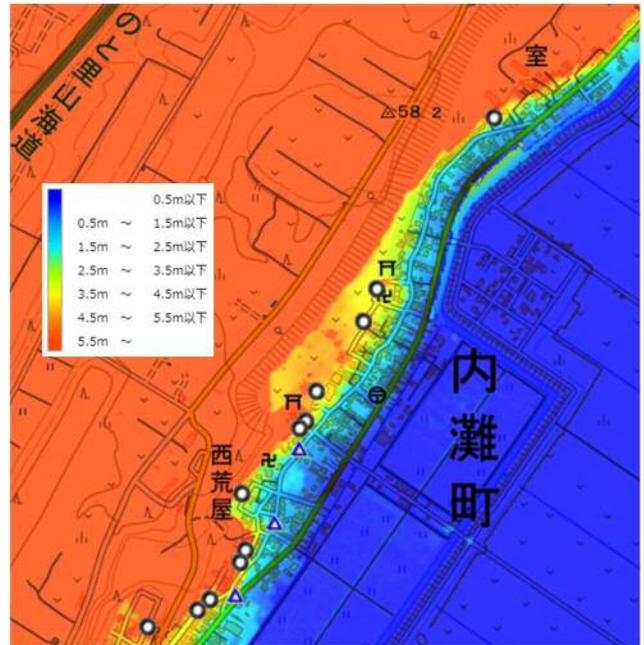
かほく市大崎～内灘町宮坂の各地区について、調査で確認した流動の起点（○）および湧水点（△）の位置を図4.5.38に示す。

ここで、流動の起点とは砂丘の最近傍で確認された階段状の段差や亀裂の箇所を指す。また、湧水点とは調査時に地盤から水のしみ出し（たとえば、写真4.5.72）を確認した地点である（かほく市大崎『大崎の小清水』写真4.5.55を含む）。降雨後に実施した調査結果も含まれ、水のしみ出し地点＝地下水位とは必ずしも一致しないことには留意が必要である。

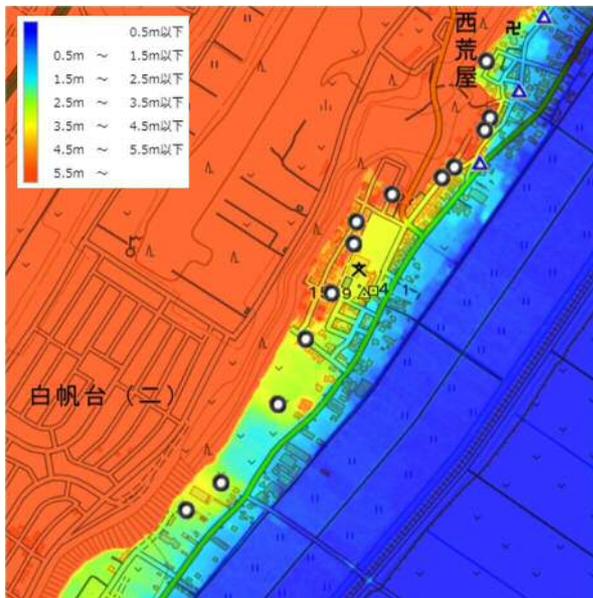
(凡例)
○：流動の起点、△：湧水点



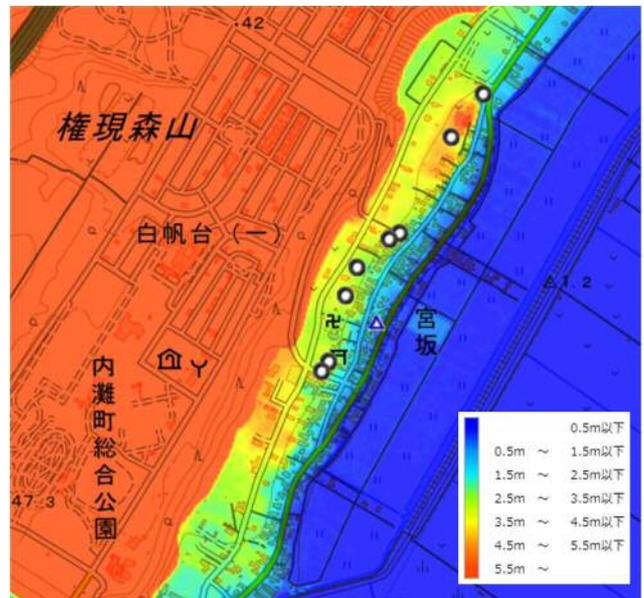
① かほく市 大崎地区



② 内灘町 室～西荒屋



③ 内灘町 西荒屋



④ 内灘町 宮坂

図4.5.38 かほく市、内灘町における流動の起点および湧水点
(背景の地図は地理院地図（電子国土Web）の「自分で作る色別標高図」)

確認された流動の起点の標高は、かほく市大崎においてT.P.+ 6m程度、内灘町室～西荒屋間および西荒屋ではT.P.+ 4～+ 5.5m程度、内灘町宮坂ではT.P.+3.5～+ 4m程度であった。

地盤からの水のしみ出しは、かほく市大崎においてT.P.+ 2m程度、内灘町室～西荒屋および内灘町西荒屋ではT.P.+ 1.5～+ 2m程度、内灘町宮坂ではT.P.+1.5m程度の標高であった。

(4) 液状化・地盤流動(新潟市西区・中区)

新潟市街地の西区と中央区の沿岸部砂丘後背地で、液状化による被害が発生した。特に南側の西区の砂丘末端部の緩傾斜地(図4.5.39 ②)の法尻付近を通る県道16号線に沿った区域では、噴砂、マンホールの突出、地盤の流動とみられる道路脇に沿った敷地の隆起・沈下や家屋の傾斜などの大きな被害が集中した(写真4.5.73～78)。

液状化に伴う地盤流動の発生と道路近傍での地盤・構造物の隆起・沈下等の変状は、前述の内灘町・かほく市の事例に類似しているが、変状の程度は新潟市の方がかなり小さいと言える。新潟市の方が震源から遠く、地震動も小さかったことと関係しているのかもしれない。

また、信濃川の旧河道(図4.5.39 ③、写真4.5.79～80)でも噴砂、亀裂、マンホールの突出や家屋の傾斜が確認された。



写真 4.5.72 西荒屋地区での水のしみ出し
(図4.5.38 - ③南側の湧水地点△)



図 4.5.39 新潟市の液状化被害地点(文献31に加筆)



写真 4.5.73 傾斜方向の道路の隆起・沈下

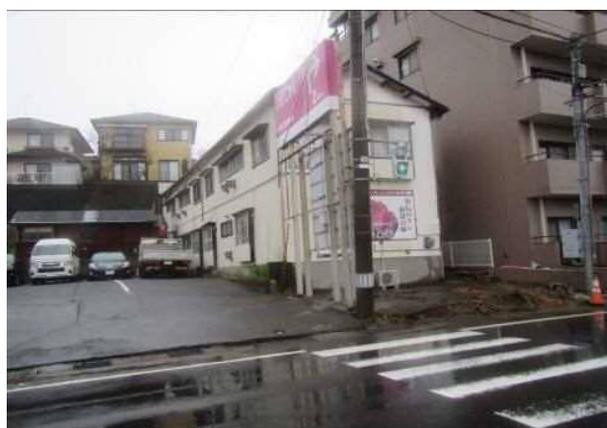


写真 4.5.74 砂丘部末端部の隆起



写真 4.5.75 流動による地盤の隆起と家屋の傾斜



写真 4.5.76 流動による地盤の隆起と家屋の傾斜



写真 4.5.77 駐車場の隆起と噴砂



写真 4.5.78 波打つ（隆起・沈下）街路



写真 4.5.79 直径 3.3m の噴砂孔



写真 4.5.80 液状化による家屋の傾斜

新潟市は1964年新潟地震によって大きな被害を受けている。当時の被害は中央区から北側に集中した。写真 4.5.81～82には、新潟地震で液状化によって建物が転倒・傾斜した川岸町の旧県営アパートの敷地跡（図 4.5.39 ①）における今回の地震被害の状況である。現在、球場として使用されている一帯では、噴砂や敷地を囲む防球ネットの支柱の傾斜、電柱の沈下など、再液状化が確認された。地形や地盤条件が類似している西区と中央区であるが、1964年新潟地震と今回の地震で被害に差が出た原因として、震央位置の関係もその一つかも知れない。



写真 4.5.81 川岸町旧県営アパート敷地跡での噴砂



写真 4.5.82 川岸町旧県営アパート敷地跡での噴砂

(5) 地盤流動、沈下 (射水市 新湊漁港他)

富山県西部に位置する射水市沿岸部の埋立地一帯で液状化に伴う被害が発生した。

市街地西側を流れる庄川の堤防において法面のはらみと法尻部の流動、背後道路の噴砂、電柱の傾斜が確認された (図 4.5.40 ①、写真 4.5.83)。

東側の富山新港の防波堤付け根部では、大量の噴砂と共に沈下や地表面の変状が見られた (図 4.5.40 ③、写真 4.5.84)。

新湊漁港では、岸壁頭部のせり出しと背面エプロンで噴砂と沈下 (図 4.5.40 ②、写真 4.5.85～86) が発生した。なお、新湊漁港の臨港道路の沿道でも、至るところで噴砂や電柱の傾斜が確認された。



図 4.5.40 射水市沿岸部の液状化被害 (文献1に加筆)



写真 4.5.83 庄川堤防と背後道路の変状



写真 4.5.84 富山新港防潮堤背後の噴砂



写真 4.5.85 新湊漁港の岸壁のせり出し



写真 4.5.86 新湊漁港のエプロンの噴砂と沈下

(6) 万葉ふ頭緑地 (高岡市伏木)

伏木富山港の西側に位置する伏木地区は小矢部川の河口港として古くから発達してきた港であるが、1990年代から外港の建設に着手し、1998年には伏木万葉ふ頭の供用が開始された。同ふ頭の岸壁は22万トン級の大型クルーズ船が停泊できる設備を持っている。

図 4.5.41に示す万葉ふ頭の東側には2015年に市民の憩いの場として総面積3.3haの万葉ふ頭緑地公園が整備され、ベンチや見晴台などがある海が見える公園となっている。

緑地公園内の護岸背後では、写真 4.5.87に示すような40～50cmに及ぶ段差や開口が生じていた。ただし、護岸そのものには大きなせり出し等の変状は確認できなかった。写真 4.5.88は公園内の公衆便所の変状で、建物がやや傾斜しながら地面にめり込んでいた。

公園の北西側にはバイオマス発電所があり、配管ラックがある敷地では大規模な噴砂が発生していた (写真 4.5.89)。写真 4.5.90は、地上配管がボックスで道路を横断する箇所の変状である。ボックスが液状化によって浮き上がったようである。



図 4.5.41 伏木万葉ふ頭緑地公園の位置図 (文献 1 に加筆)



写真 4.5.87 護岸背後の沈下・段差



写真 4.5.88 めり込み沈下・傾斜した公衆便所



写真 4.5.89 配管ラック近傍で見られた噴砂
(左側はバイオマス発電所)



写真 4.5.90 道路を横断する配管ボックス
の浮き上がり

(7) 噴砂の粒度特性

液状化被害を受けた各地点で採取した噴砂の物理特性と粒度分析結果を表 4.5.1 および図 4.5.42 に示す。

概ね各地点とも所により僅かな礫分を含む“砂”から“細粒分混じり砂”を呈し、主な値も類似した値を示している。地区別の粒径分布に着目すれば、埋立地を中心とする輪島、珠洲、能登、氷見、伏木等の漁港や港湾地区では細かく、砂丘地の内灘や新潟市内ではやや粗い印象を受ける。

表 4.5.1 噴砂の平均物理特性

	新潟県	富山県	石川県北部	石川県南部	
土粒子の密度 ρ_s (Mg/m ³)	2.676	2.658	2.643	2.677	
自然含水比 w_n (%)	24.2	38.7	28.4	14.8	
土の粒度	礫分 (2~75mm)	0.1	0.0	0.5	1.5
	砂分 (0.075~2mm)	90.4	83.6	82.6	94.8
	シルト分 (0.005~0.075mm)	7.8	15.3	14.6	2.7
	粘土分 (~0.005mm)	1.7	1.1	2.3	1.0
	細粒分含有率 F_c (%)	9.5	16.4	16.9	3.7
	均等係数 U_c	2.6	2.6	3.2	2.1
50%粒径 D_{50} (mm)	0.196	0.119	0.192	0.288	

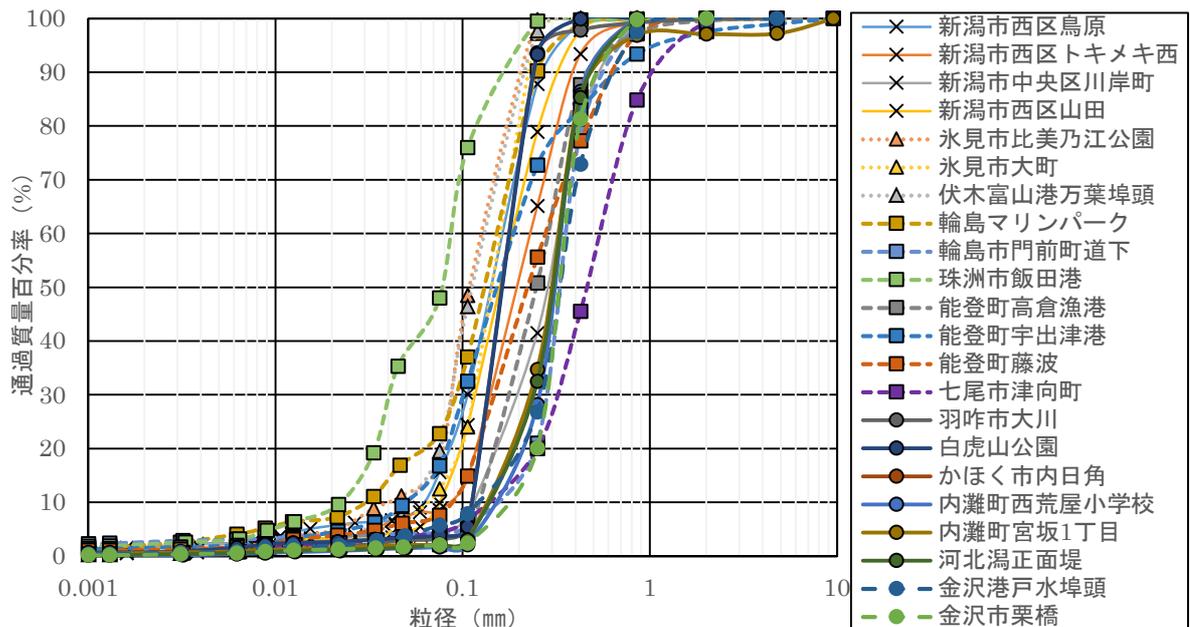


図 4.5.42 液状化被害地点における噴砂の粒度分布

4.6 津波災害

(1) 防潮堤、ホテル等(鵜飼漁港および近傍沿岸部)

珠洲市宝立町の北東に位置する鵜飼地区(図4.6.1①)で津波被害が発生した。同地区では、建物の倒壊等の多くの被害が発生しているが、ここでは津波被害について報告する。

写真4.6.1~2は、鵜飼漁港の津波被害状況である。漁船は数艘が係留されているものの、岸壁に乗り上げた船舶、浸水して沈んだ船舶も見られた。また、破損した防潮堤のコンクリートブロックや漂流物等が近傍の住宅まで流されていた(写真4.6.3~5)。さらに、海岸部では浸食が確認された(写真4.6.6)。

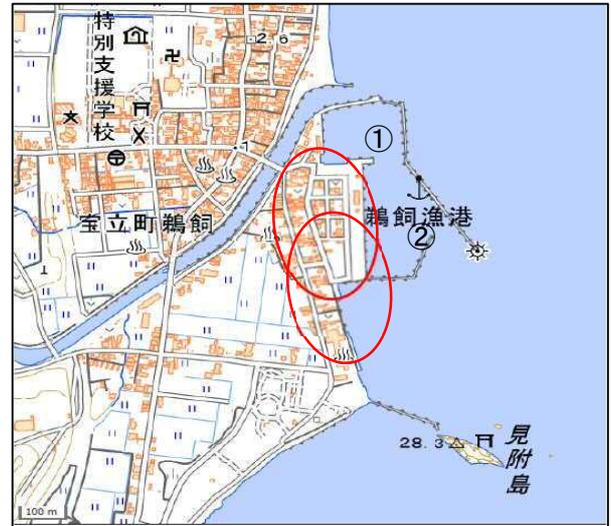


図 4.6.1 宝立町鵜飼の津波被害位置図
(文献 1 に加筆)



写真 4.6.1 岸壁に乗り上げた漁船



写真 4.6.2 沈没した漁船



写真 4.6.3 破損した防潮堤コンクリートブロック



写真 4.6.4 移動した防潮堤コンクリートブロック



写真 4.6.5 津波漂流物（家電等）



写真 4.6.6 鵜飼漁港近傍の海岸浸食

鵜飼漁港から南に続く海岸（図 4.6.1②）では、津波による護岸の流出や浸食されている箇所が見られ、最大で約1.2mの段差が生じた（写真 4.6.7）。また、ホテルには津波の跡が確認された（写真 4.6.8）。また、漁船が海岸への乗り上げている（写真 4.6.9）。沖には地震動で崩落し形を変えた観光名所「見附島」が見える（写真 4.6.10）。



写真 4.6.7 見附島近傍の海岸浸食



写真 4.6.8 ホテルの海岸側に残る津波跡



写真 4.6.9 地上に乗り上げた漁船

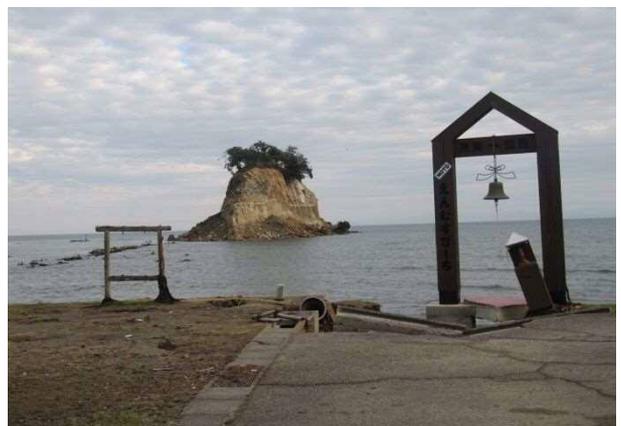


写真 4.6.10 観光名所「見附島」と津波跡

(2)住宅被害(能登町 白丸・九里川尻)

能登町の北部に位置する白丸から九里川尻にかけての沿岸部で津波被害が発生した。気象庁による当該地区の津波痕跡調査³³⁾での推定津波高さは4.7mとされる。また、推計震度¹⁹⁾は6弱である。

写真4.6.11～12(図4.6.2①)は、白丸他の沿岸部の津波痕跡である。前者は津波で流出した家屋敷地とその後方の市街地を、後者は引波で流されてきた漂流物が沿岸部の橋に残された状況である。

写真4.6.13は、白丸地区より北部の九里川尻地区(図4.6.2②)で確認された被害である。河川堤防の天端で草が堤内方向へ倒れた津波跡や堤内に流され水没した複数の車輦が見える。



図4.6.2 能登町の津波被害(文献1に加筆)



写真4.6.11 津波で流出した家屋跡



写真4.6.12 津波の漂流物が残る河口付近



写真4.6.13 内浦総合運動公園(九里川尻川堤防)の津波痕跡

(3)コンクリートブロックの散乱(上越市 関川河口)

新潟県上越市の沿岸部一帯でも津波による被害が発生した。当該地点の海拔3.2mに対して、海岸線付近での津波遡上高さは5.8m(気象庁の津波痕跡調査³²⁾による)と推定されている。すなわち2m以上の高さの水塊が、この地域一帯を通過したことになる。

写真4.6.14～17は、上越市街地中心部を流れる一級河川「関川」右岸の河口から約600m地点付近(図4.6.3)の津波痕跡である。関川の護岸に設置された中詰めコンクリートブロックが津波で流され散乱した状況を示しており、津波の破壊力の凄まじさを物語っている。



図 4.6.3 関川河口付近の津波被害(文献1に加筆)



写真 4.6.14 関川の右岸 河口方向の状況



写真 4.6.15 関川の右岸 上流方向の状況



写真 4.6.16 関川右岸から対岸方向の状況



写真 4.6.17 中詰め土砂ごとブロックが流出

4.7 その他の災害

(1)ため池の被害

農林水産省公表の被害状況³³⁾によると、点検対象の防災重点農業用ため池2,071箇所の内、283箇所のため池で地震後に堤体の損傷が確認されている。防災重点農業用ため池の被害箇所は、新潟県1箇所、富山県11箇所、石川県270箇所、福井県1箇所であるが、その内、七尾市の千野池の被害を示す。そのほか、調査を行った加賀市の豊池の被害状況を示す。

1)七尾市千野池

千野池は堤高12.1m、堤長174.4m、総貯水量48,000m³のため池³⁴⁾である。

ため池の堤体天端から下流側にかけて大きな崩壊が発生した。天端付近には複数の縦断方向のクラックが発生している。下流側はすべり破壊により天端付近で陥没、法尻側付近が大きくせり上がった状況であった。

なお、調査時には、ため池は落水しており、上流側から下流側への流水痕は確認できなかった。

写真4.7.1に堤体天端および下流側の全景、写真4.7.2～5に下流側の被災前後の比較を示す。管理用通路の階段が堤体のすべり破壊の影響で屈曲していることが分かる。



図 4.7.1 千野池の堤体位置図（文献1に加筆）



写真 4.7.1 千野池堤体天端・下流側全景（被災後）



写真 4.7.2 下流側正面の状況（被災前）



写真 4.7.3 下流側正面の状況（被災後）



写真 4.7.4 下流側右岸側の状況（被災前）



写真 4.7.5 下流側右岸側の状況（被災後）

2) 加賀市豊町

加賀市豊町にある貯水池は、堤体上を市道が通っており、地震によって堤体の一部が崩落・開口し、下流側に貯留水や堤体土砂が流出するとともに、周辺地盤を洗掘した（写真 4.7.6～9）。

貯水池は貯水面積500m²程度と小規模で、決壊幅は5m程度であるが、下流側の崩壊幅は10～30m程度と大きなものとなっている。下流側の崩壊幅が大きいのは、洗掘だけではなく、下流の斜面が地震動で同時に崩壊したためと考えられる。

決壊地点や洗掘箇所の土質は細粒分を含む砂質土主体であったことから、地震時に強度低下が起こりやすく、かつ洗掘も発生しやすい土質であったことが被害を大きくした可能性がある。



図 4.7.2 豊町貯水池の位置図（文献1に加筆）



写真 4.7.6 下流側全体の被災状況



写真 4.7.7 上流側からの貯水池遠景



写真 4.7.8 貯水池の決壊箇所



写真 4.7.9 決壊箇所および堤体上の市道の被害

(2) 下水道マンホール・埋設管の突出、電柱傾斜・折損

震源に近い輪島市では、地盤の液状化により多くの箇所でもマンホール・地下構造物が突出・浮上した。また、強い地震動により電柱が傾斜・折損するという被害が発生した。ここでは、それらの代表的な被害写真を示す。



写真 4.7.10 下水道マンホールの突出
(輪島市街)



写真 4.7.11 下水道マンホールの突出
(輪島市門前町)



写真 4.7.12 浄化槽の浮き上がり (輪島市街)



写真 4.7.13 浄化槽の浮き上がり (七尾市)



写真 4.7.14 電柱の傾斜 (輪島市門前町)



写真 4.7.15 電柱の折損 (輪島市門前町)

【第4章の引用・参考文献】

- 1) 国土地理院: 電子国土 web、
<https://maps.gsi.go.jp/#13/36.789216/137.106628/&base=pale&ls=pale&disp=1&vs=c1g1j0h0k0l0u0t0z0r0s0m0f0>
- 2) 森伸一郎: 令和 6 年能登半島地震緊急現地調査速報会 2024/01/17、2024.
- 3) 前川・池田・内田・村田: 中能登農道橋 の設計 と施工、農業 土木学会誌 第 68 卷 第 5 号、pp.63～72、2000.
- 4) 北陸農政局: 干拓の記、国営河北潟干拓建設事業 完工記念誌、1985.
- 5) 一般社団法人 日本橋梁建設協会 WEB サイト 橋梁年鑑データベース、
<https://www.jasbc.or.jp/kyoryodb/>
- 6) 国土地理院: 地図・空中写真閲覧サービス <https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>
- 7) 国土交通省: 報道発表資料(2024年1月23日)「令和6年能登半島地震における大規模な幹線道路被害や土砂災害等による災害について国土交通省による本格的な復旧に着手」、
https://www.mlit.go.jp/report/press/mizukokudo05_hh_000195.html
- 8) 警察庁: のと里山海道の交通規制の解除について、
<https://www.npa.go.jp/bureau/traffic/seibi2/saigaiji/notosatoyamakaido20240312.pdf>
- 9) 土木学会・地盤工学会: 2007 年能登半島地震被害調査報告書、2007.
- 10) 埼玉大学 谷謙二: 今昔マップ on the web <https://ktgis.net/kjmapw/>
- 11) 農林水産省: 食料・農業・農村政策審議会令和5年度第4回農業農村振興整備部会配布資料、「令和6年能登半島地震における農地・農業用施設の被災状況と対応について」、
<https://www.maff.go.jp/j/council/seisaku/nousin/bukai/R0504/attach/pdf/siryoun-34.pdf>
- 12) 石川県建設業協会 協会報
<http://www.ishikenkyo.com/kyokaiho/pdf/1507/ky351-01.pdf>
- 13) 国土地理院ウェブサイト(令和 6 年(2024 年)能登半島地震に関する情報:「だいち 2 号」観測データの解析による地殻変動)
- 14) 国土交通省北陸地方整備局港湾空港部: 令和 6 年能登半島地震被災港湾施設復旧技術検討会能登半島等における港湾の復旧設計方針 <https://www.pa.hrr.mlit.go.jp/file/a8462a98.pdf>
- 15) 石川県港湾課: 北陸港湾ビジョン第1回委員会資料(資料2-3)
- 16) 国土交通省港湾局: 令和6年3月29日 交通政策審議会 港湾分科会防災部会 資料2「令和6年能登半島地震を踏まえた港湾の防災・減災対策のあり方」
- 17) 本康宏史: 古地図で楽しむ金沢, p.129
- 18) 全日本建設技術協会: 月刊「建設」 Vol.66, 2022 年 8 月号
- 19) 気象庁: 推計震度分布
https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#7/36.778/137.417/&contents=estimated_intensity_map
- 20) 国土交通省 北陸地方整備局 金沢港湾・空港整備事務所 記者発表資料(別紙2)、2017/3/17
https://www.kanazawa.pa.hrr.mlit.go.jp/file/houdou/H29_03_17.pdf
- 21) 阿部朋弥ほか(2024) 第八報 2024年能登半島地震に伴う斜面崩壊の崩壊箇所と地形・地質との関係(予察)、産業技術総合研究所地質調査センターwebサイト、
<https://www.gsj.jp/hazards/earthquake/noto2024/noto2024-08.html>
- 22) 国土地理院: 令和6年(2024年)能登半島地震に関する情報(斜面崩壊・堆積分布データ)、
https://www.gsi.go.jp/BOUSAI/20240101_noto_earthquake.html#6-1
- 23) 産業技術総合研究所地質調査センター: 20万分の1シームレス地質図、
<https://gbank.gsj.jp/geonavi/>
- 24) 金沢大学理学部地球学科地震断層研究班 2007 年度調査報告
http://earth.s.kanazawa-u.ac.jp/2007_notohanto-earthquake/2007_notohanto_earthquake_report/report1.html
- 25) 国土交通省: 国土数値情報(地すべり防止区域データ)、

https://nlftp.mlit.go.jp/ksj/gml/datalist/KsjTmplt-A46-v1_0.html

- 26) 津幡町: 大規模盛土造成地マップ
- 27) (一財)国土盤情報センター: 令和6年能登半島地震[復旧支援]地盤情報緊急公開サイト
<https://publicweb.ngic.or.jp/emergency-1/>
- 28) 金沢市: 大規模盛土造成地マップ
- 29) 国土地理院: 日本の地形千景プラス、石川県・河北潟と内灘砂丘
- 30) 永坂ら: 内灘砂丘湧水の湧出量の季節変化と流達時間推定、Kahokugata Lake Science、Vol.21、2019.
- 31) 国土地理院: 土地条件図、
https://maps.gsi.go.jp/#14/42.752968/141.750927/&base=std&ls=std%7Cexperimental_landformclassification1%7Cexperimental_landformclassification2&disp=111&lcd=experimental_landformclassification2&vs=c1j0h0k0l0u0t0z0r0s0f0
- 32) 気象庁: 「令和6年能登半島地震」における 気象庁機動調査班(JMA-MOT)による 津波に関する現地調査の結果について、令和6年1月26日 報道発表.
- 33) 農林水産省: 令和6年能登半島地震に係る農林水産関係の被害・対応状況、令和6年3月29日14時00分現在.
- 34) 石川県農地保全グループ: 農業用ため池データベース、2024年3月29日

5. まとめ

令和6年(2024年)1月1日午後4時10分頃、石川県能登地方を震源とするM7.6の地震が発生した。この地震で震源に近い輪島市や志賀町で震度7を記録するなど、石川県を中心とする各地で大きな被害が発生した。この地震は「令和6年能登半島地震」と命名された。

基礎地盤コンサルタンツ(株)では、1月9日~2月2日の期間に3回(延べ10日間)にわたる現地調査を行い、地盤災害を中心とした地震被害の実態把握に努めた。とは言っても、地盤条件や被害の詳細が把握されていない段階では、現状を正確に把握し、被害原因を推定することはきわめて難しい。したがって、報告書の内容は現地踏査や写真から判断される定性的な被害の把握と大まかな原因の推定に留まっていることをご理解願いたい。被害の定量的な把握や被害原因の解明については、今後の各種調査・研究を待ちたい。

ここでは報告書のまとめとして、地震動、地震被害の特徴と今後の課題について述べる。

- (1) この地震は能登半島北部海岸の沖合に分布する活断層が約150kmの範囲にわたって破壊することによって起こったものである。地震の発生メカニズムは南東傾斜の逆断層であり、上盤にあたる能登半島側の地域がより大きな揺れに見舞われたと考えられる。この地震は、震源の深さが16kmと浅かったため津波が発生し、能登半島東部、新潟県上越地方等で浸水被害が生じた。地震後の気象庁の津波痕跡調査によれば、最大5mを超える津波が発生したとされている。
- (2) この地震による地殻変動で能登半島北部の海岸線が最大約4m隆起し、水際部分が陸化した。この隆起によって、能登半島北部から西部の漁港や港湾の水深が低下したり、港内の海底が完全に露出した港も出現した。このため、船舶の港への出入りが不可能になり、その機能が失われた。能登半島北岸にも津波が押し寄せたが、隆起によって地盤標高が高くなった分、津波の浸水を免れた地域が多かったようである。

地震の地殻変動による地盤の隆起・沈降現象は、これまでの地震で度々起こっているが、このような大きな隆起の出現は、1923年大正関東地震において約2mの隆起が確認されて以来とされている。
- (3) この地震では、石川県志賀町にあるK-NET富来で最大加速度(三成分合成)が2,828galという大きな地震動が観測された。しかし、地震計設置地点付近は大きな被害は認められなかったと言われている。同地点の地震波形は短周期成分が卓越し、家屋等に被害を与えるといわれる1~2秒の周期帯の成分が他の被害地点に比べて小さかった。

一方、輪島、珠洲、穴水といった被害の大きかった地域は、1~3秒の周期成分が卓越しており、家屋被害と良い対応を示しているように思われる。従来の地震被害の研究から、最大加速度が800gal(cm/sec^2)以上で、かつ最大速度が100kine(cm/sec)以上の領域に入る地点は、大被害になると言われているが、今回の地震では、珠洲、輪島、穴水の観測点がこの領域に入っており、大きな被害の発生とよく対応している。
- (4) 震源地の奥能登地方は、丘陵・山地が卓越する地域である。このため斜面崩壊や地すべりが多発し、林地、道路等に大きな被害を与え、宅地崩壊による人的被害も生じた。さらに、道路の崩壊や崩壊土砂による道路の埋没によって、住民の避難が妨げられ、地震当初は多くの集落が孤立するとともに、被害状況の把握や支援・復旧活動にも支障を来した。また、複数の河川

において崩壊土砂による河道閉塞が起こり、対策工事や監視等の対応がとられた。

今後、梅雨や台風時の豪雨等により崩壊箇所の拡大や土砂の流出による2次災害の発生が懸念されることから、復旧工事、監視等の対策が急務である。また、地震による土砂災害発生の特徴やメカニズムを明らかにし、今後の防災へ活用することが望まれる。

(5) 金沢市、津幡町、輪島市、穴水町、能登町等の市街地丘陵部では、谷埋め盛土や腹付け盛土が崩壊して、建物が倒壊するなどの被害が発生した。このような盛土の崩壊は、一般に盛土材の締固め不足と排水不良に起因すると言われていたが、調査した被害地点でも崩壊盛土から地下水が湧出している事例があることが確認された。

(6) 石川県では、能登半島・金沢平野、新潟県の越後平野等の低平地において、液状化による災害が多発した。一方、富山平野では、富山湾に流れ込む河川が一般に急勾配であるため、礫質土からなる扇状地が発達している。そのため液状化は一般に起こりにくく、今回の地震で液状化が発生したのは、射水平野にわずかに発達する三角州・海岸平野のほか、大多数は臨海埋立地であった。

(7) 液状化による被害は、港湾構造物のせり出し・背後地盤の沈下、マンホール・浄化槽等の地中構造物の浮き上がり、重量構造物のめり込み沈下等が、これまでと同様に多数見られた。

一方、特徴的な液状化被害としては、液状化に伴う地盤流動の発生が挙げられる。これまで地盤流動が起こった1964年新潟地震、1983年日本海中部地震、1995年兵庫県南部地震等における調査研究から、流動パターンとして、緩傾斜地盤で発生する傾斜地盤タイプと護岸背後地盤の液状化による護岸変位によって発生する護岸背後地盤タイプがあることが知られている。今回の調査範囲内では、後者の護岸背後地盤タイプは羽咋市等で局所的に見られたが、大部分は金沢市近郊の日本海沿いに発達する内灘砂丘背後の緩傾斜地盤で起こった傾斜地盤タイプの流動である。地盤の流動量は今後、明かになってくると思われるが、現地調査における計測では、内灘町で2m弱の水平移動が確認された。

(8) 今回の地震で起こった地盤流動で特徴的な事象は、液状化によって緩斜面の下方に流動してきた土塊が、何らかの原因によって強制的に止められ、盛り上がったり、傾斜したりする現象が生じたことである。このような流動変位の強制的な停止が起こっている地点は、河北潟干拓地の造成にあたって、砂丘やその周辺が改変された地域に当たる。最も激しい流動の停止が起きた西荒屋地区では、道路の波打ち・傾斜、家屋等の構造物の盛り上がり・回転等の甚大な被害が発生した。

干拓地の造成にあたって内灘砂丘の砂を掘削して用いたことが知られているが、当時の航空写真を見ると、砂丘掘削のために一時的に河北潟から水路を砂丘端部まで掘削してポンプ船を入れ、ジェットポンプで砂丘崖を掘削した砂をポンプで運搬して干拓していたようである。その後、一時的に掘削された水路は埋め戻されたと考えられる。この過程で、ゆるい砂地盤が作られた可能性が考えられる。砂丘の掘削地域が何故ゆるい砂地盤になったかについては、今後の解明が必要である。

一方、地盤の流動が強制的に止められた要因として、県道の存在や地盤の傾斜の有無などが指摘されているが、何が原因なのかは、現状では推定する材料が甚だ不足している。今後の調査研究によって、流動が強制的に止められた原因の解明を期待したい。

あとがき

令和 6 年元旦、私は朝から家族全員で兵庫県にある妻の父母宅に行き、穏やかな気持ちでゆっくりとした時間を過ごしていました。昼過ぎから徒歩にて近くの神社に初詣に出向き、戻ってきた直後にやや激しい揺れを感じました。テレビを付けると石川県珠洲市の海岸堤防を津波が越える様子が映し出され、しばらくすると倒壊している家屋や土砂崩壊の様子が映し出されました。穏やかな気持ちは一気に消え失せ、極度の緊張感に包まれました。能登半島で大変なことが起こった！

すぐに金沢事務所のスタッフに連絡をとって、ご家族を含めて安否を確認しました。そして、翌日に大阪での所業を済ませ、1 月 3 日に単身赴任先の名古屋に戻り中部支社にて様々な情報収集に努めました。能登半島では過去にも大きな地震が発生しています。私は平成 20 年に輪島市で砂防基礎調査の現地調査を行い、地元住民の方々から平成 19 年能登半島地震のお話を聞いたことがありました。すごい揺れだったと。しかし、今回の地震は平成 19 年の揺れをはるかに超える凄まじい揺れでした。あの時に見た斜面はどうなっているか、昼ご飯を頂いた古民家風のお店は倒壊していないか、お世話になった民宿やビジネスホテルは大丈夫か？様々な思いが頭を駆け巡りました。次第に明らかになっていく現地の被災状況を確認しながら、特に地震後 1 週間は終始気持ちが張り詰めた状態が続きました。

あれから 4 ヶ月が過ぎました。周囲を海に囲まれた能登半島では、報道によると半壊または全壊となった家屋がまだ多く取り壊されずに残っています。また、被災した道路などの社会インフラの完全復旧にはまだまだ多くの時間がかかると思われます。これら災害復旧における地盤コンサルタントが果たすべく役割は非常に大きく、特に復旧プロセスにおいて迅速な対応が重要になります。一刻も早い復旧復興を目指して、我が社では能登半島地震の災害対応を最優先事項と位置付け、引き続き全力で取り組んでいきたいと思っております。

最後になりますが、安田進先生（東京電機大学 名誉教授）には、各種情報の提供や被害の解釈に関するアドバイスをいただきました。ここに感謝申し上げます。

また、陶野郁雄（山形大学 元教授）、若松加寿江（関東学院大学 元教授）、吉田望（関東学院大学 元教授、東北学院大学 名誉教授）、金田一広（千葉工業大学 教授）の諸先生には、現地調査において有益なご示唆をいただきました。感謝申し上げます。

今回の地震でお亡くなりになられた方々のご冥福をお祈りするとともに、被災された方々のご健康および被災地域の一刻も早い復興をお祈りいたします。

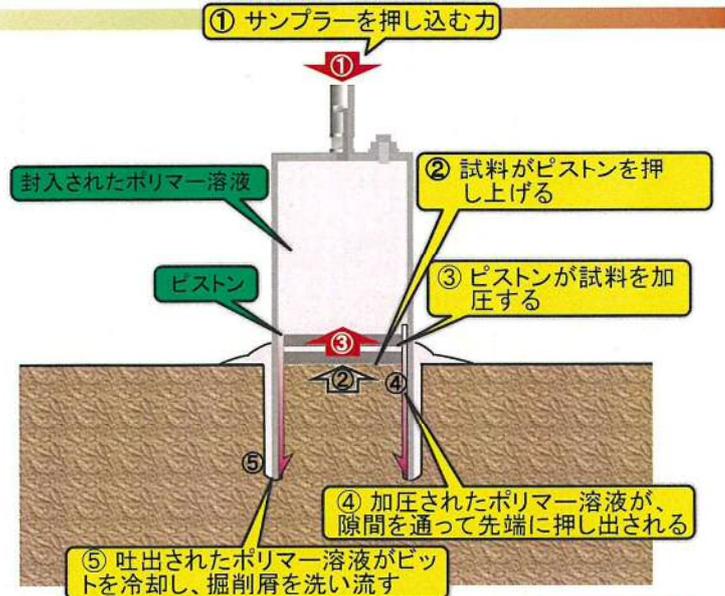
中部支社長 深井晴夫

GEL-PUSH SAMPLING FOR HIGH QUALITY TESTING

GPサンプリングとは？

" GP "とは " Gel-Push "を意味しています。
GPサンプラーでは、内蔵したピストンが高粘性のポリマー溶液をサンプラー内に封入する構造になっています。この構造により、GPサンプラーはサンプラーを押し込む動作が先端の冷却や試料の保護と連動するようになりました。

- ① :サンプラーを地盤に押し込みます。(回転挿入もあります)
- ② :サンプラーに取り込まれる試料がサンプラー内のピストンを押し上げます。
- ③ :試料に押し上げられたピストンがポリマー溶液を押し出すように加圧します。
- ④ :加圧されたポリマー溶液が、隙間を通してサンプラー先端に押し出されます。
- ⑤ :先端から吐出されたポリマー溶液が試料表面の保護や、掘削ピットの冷却、掘削屑の排出などを行います。



高品質な試験のために

ポリマー溶液がサンプリング時の摩擦を低減します

試料を乱すのは、ビットの回転や、カッティングシュエによる切断ではありません。試料が試料管に収まる際にも、試料と試料管との摩擦によって詰まってしまう、試料を圧縮したり変形させたりすることがあります。ポリマー溶液は、このような試料と試料管との摩擦を低減し、試料がなめらかに試料管に収まるよう促します。

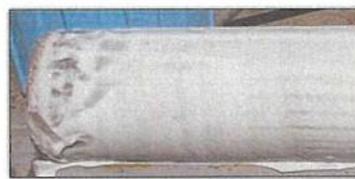


写真1: ポリマー剤が被覆したGP試料

通常サンプリング GPサンプリング



ポリマー溶液は試料を試料管から抜き出す際の摩擦を低減します

試料管から試験試料を抜き出す際の摩擦も、ポリマーによって低減できます。

図1は、試料管から試料を抜き出す時に必要なジャッキ圧力について、ポリマーの有無で比較したものです。ポリマーを塗布しない通常のシンウォールチューブでは2MPa~3MPa必要であっても、ポリマーを塗布した場合は0.3MPa以下の小さい圧力で押し出せる結果となっています。

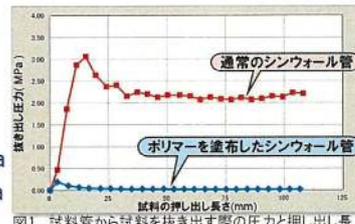
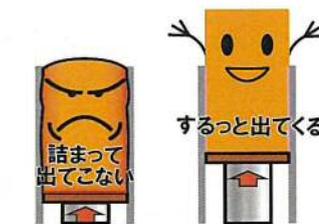


図1 試料管から試料を抜き出す際の圧力と押し出し長さの関係



ポリマー剤は試料を崩れにくくします

試料管から抜き出すと崩れてしまうような緩い土質試料でも、ポリマーで保護されていると試料が自立することが少なくありません。

試料を整形する際に、ポリマーが付着している部分を慎重に取り除けば試験が可能となります。



写真2: ポリマーを削り取った後の砂試料



ポリマーはスレーキングを抑制します

ポリマー剤は土や岩石のスレーキングを抑制する効果があります。

図2はスレーキング性固結粘土での実験例です。
Case 1 : 真水に浸した場合、10分で粉々になっています。
Case 2 : 0.3%ポリマー溶液では、72時間以上浸した状態でも崩れることなくコア形状を保っています。

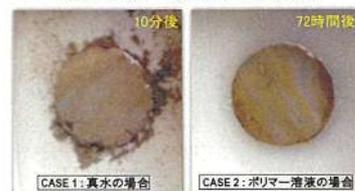


図2. スレーキング性固結粘土を真水に浸した場合とポリマー溶液に浸した場合の比較



FOR YOUR UNDISTURBED SAMPLING
FOR YOUR HIGH QUALITY TESTING

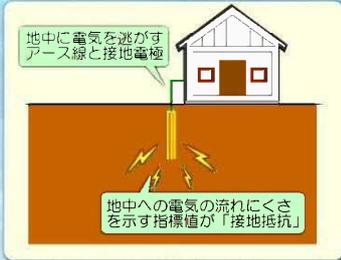
Kisojiban

接地抵抗を利用した

特許2014-215946号

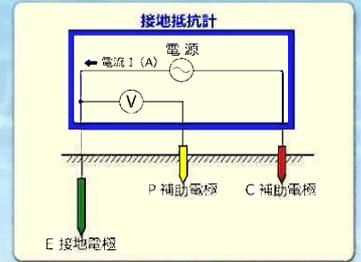
地下水位簡易測定法

接地抵抗を応用した地下水位測定



接地抵抗って何？

『接地抵抗』とはエアコンや電子レンジなどのアース線からの電気を地面に逃がす際の電気の流れにくさを表す指標値です。電気設備のアースを繋ぐ際に接地抵抗が大きすぎるとアース線からの電気が地面に流ることができず帯電し、感電事故の原因となることもあります。このため、電気工事では重要な検査項目となっています。



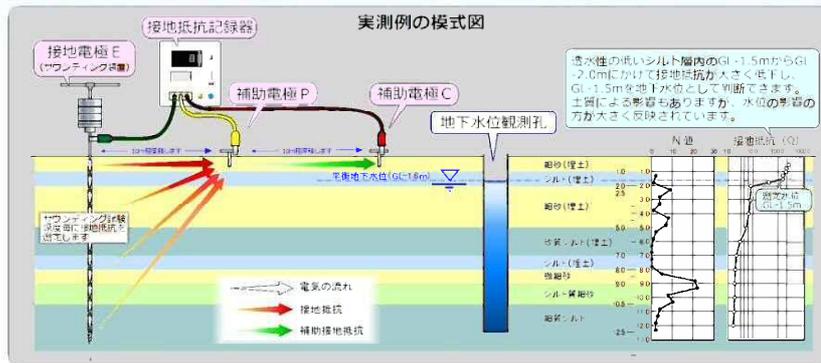
地下水位のはかり方

接地抵抗の測定方法の概要は、測定する箇所の接地電極Eと補助電極P、補助電極Cをそれぞれ接地して測定します。地下水位を調べる際には、この接地電極Eを地下に貫入させつつ接地抵抗を測定します。地下水があると接地抵抗は1/2~1/10程度に低下しますので、粘土層中でも直接地下水位を想定することができます。

スウェーデン式サウンディングや簡易動的コーン貫入試験と併用できます

測定に用いる接地電極Eは金属製の棒であれば何でも使うことができます。このため、一般的な地質調査で使われているスウェーデン式サウンディングや簡易動的コーン貫入試験と同時に地下水位測定※1が可能となりました。

※1：測定に当たっては装置の購入だけでなく、実施契約書による実施料が必要です。



接地抵抗測定結果による地下水位の評価方法

接地抵抗測定値の評価方法

実測した接地抵抗値からの地下水位の判断は、以下の2つの方法で行います。

方法1：接地抵抗の急激な低下に着目します

接地抵抗が地下水位の上下で1/2~1/10程度に低下する特性を利用して、接地抵抗が急激に変化する深度を地下水位とする方法があります。

方法2：実測値と理論値※2との乖離に着目します

「地下水位が無い様な地盤」と仮定した場合の接地抵抗の深度分布の理論値と実測の接地抵抗値を比較して、実測値が理論値より大きく低い値を示した深度を地下水位として判断します。

※2：理論値とは、以下の式で得られる値のことでです。

$$R = \rho / 2 \pi L \times \ln (2L / r)$$

ここに

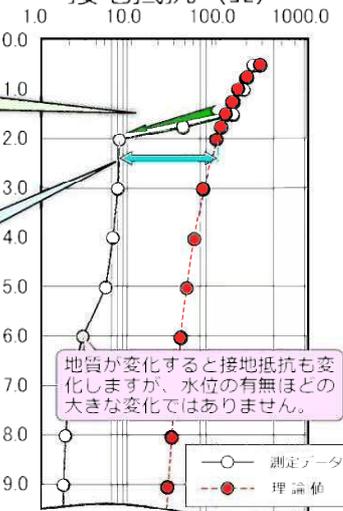
R：接地抵抗 (Ω)

ρ：地下水位より上の大地抵抗率 (実測値より設定 Ωm)

L：接地電極の地中部の長さ (m)

r：接地電極半径 (m)

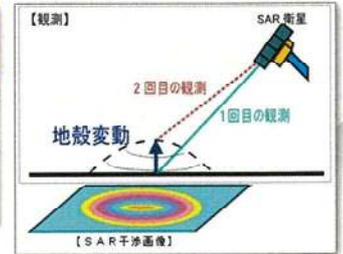
接地抵抗 (Ω)



衛星 SAR による土構造物のモニタリング

衛星 SAR とは？

SAR とは、人工衛星に搭載された合成開口レーダー (Synthetic Aperture Rader) のことです。異なる 2 時期以上の SAR データを干渉処理することにより (干渉 SAR)、対象地域の経年地盤変位を最大 mm オーダーの精度で抽出することができます。



干渉 SAR の概念図
(出典：国土地理院ウェブサイト)

SAR の土構造物モニタリングへの利用



SAR を用いることによる利点

- 干渉 SAR の処理範囲は約 50km 四方におよぶため、道路路面、道路盛土、切土法面など**広範囲に分布する土構造物の状態を一括して確認**できます。
- 管理用地外の状況も確認できるため、**もらい災害の事前把握に役立て**ることができます。
- 多数の土構造物の中から特に変状の大きな箇所を抽出することができるため、**優先順位を考慮した保全計画の立案が可能**となります。

広域道路路面沈下量のスクリーニング



干渉 SAR 時系列解析を用いて、平成 19 年 6 月～平成 22 年 11 月の期間における山形県酒田地区の広域路面沈下状況を明らかにしました。

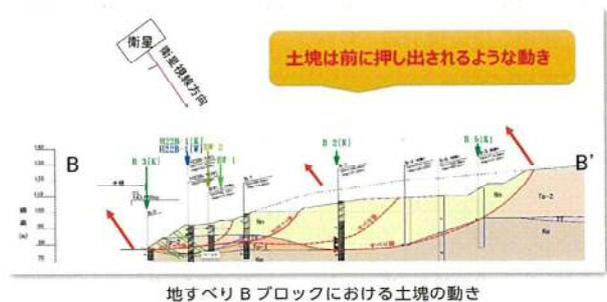


150.9kp 地点での時系列変位量グラフ * 実測値は 1) に基づく

地すべり土塊の抽出



平成 19 年 10 月～平成 22 年 6 月の期間における、北海道虻田地区の地すべり土塊の範囲と動きを明らかにしました。



1) 友清徳、長尾和之、澤野幸輝、佐藤修治：圧密沈下促進工法に伴う長期圧密沈下ひずみ速度に関する一考察、第 52 回地盤工学研究発表会、2017

ディー・ボックス

D・Box[®] by Metry[®]



エコ



作業効率化



周辺地盤も強化



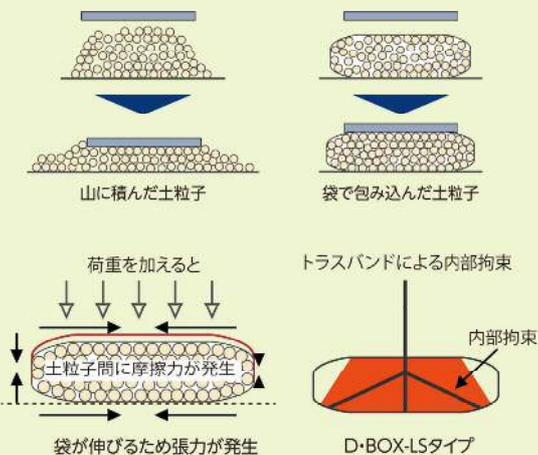
優れたコストパフォーマンス



環境に優しく、
地盤を強化

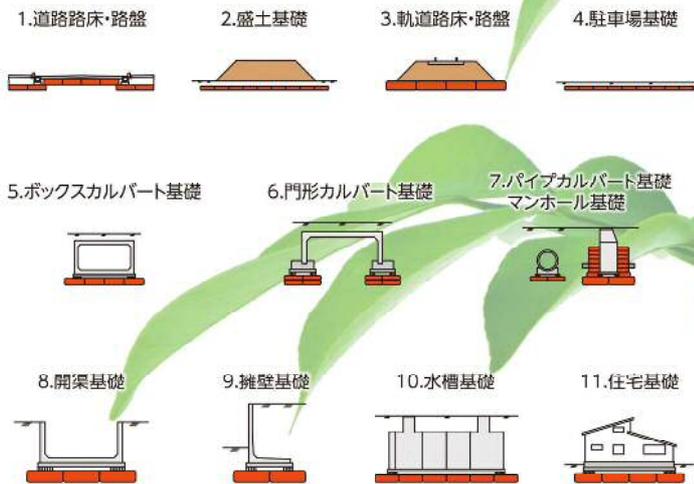
基本原理

袋に土を入れ上から荷重を加えると、袋が扁平し伸ばされる為、袋全体に張力が発生します。その結果、土の粒子が内側に押し付けられ、土粒子間に摩擦力が生じます。この張力を付加応力として発生した粒子間の摩擦力という「のり」が、D・Boxの基本的な強度の源なのです。



適用例

仮設用道路、新設構造物の他、既設構造物の基礎にも適用可能です。



導入例



擁壁



駐車場



道路



道の駅「糸野の手こうぎせ」は、国土交通大臣選定による重点「道の駅」に選定されました。(H27.1)【千葉県】
この建設プロジェクトは、基礎地盤コンサルタンツ(株)がマネジメント(CMn)方式で実施したものです。

振動対策
地震動の低減

液状化の抑制

地盤補強

凍上防止

工事費・工期
の削減

環境負荷の
低減

営業所一覽表

営業所	所在地	T E L	F A X
本社	〒136-8577 東京都江東区亀戸1-5-7 (錦糸町プライムタワー12F)	03-6861-8800	03-6861-8894
技術本部	〒136-8577 東京都江東区亀戸1-5-7 (錦糸町プライムタワー12F)	03-6861-8870	03-6861-8896
GIS事業部	〒581-0033 八尾市志紀町南2丁目125-2	072-920-1332	072-920-1331
設計本部	〒136-8577 東京都江東区亀戸1-5-7 (錦糸町プライムタワー12F)	03-6861-8865	03-6861-8896
インフラ保全センター	〒136-8577 東京都江東区亀戸1-5-7 (錦糸町プライムタワー12F)	03-6861-8867	03-6861-8896
環境事業部	〒136-8577 東京都江東区亀戸1-5-7 (錦糸町プライムタワー12F)	03-6861-8843	03-6861-8894
クリーン事業本部	〒136-8577 東京都江東区亀戸1-5-7 (錦糸町プライムタワー15F)	03-6861-8844	03-6861-8894
関東試験室	〒263-0001 千葉県稲毛区長沼原町51	043-298-5231	043-250-5129
関西試験室	〒581-0033 八尾市志紀町南2丁目125-2	072-920-1330	072-920-1331
中国試験室	〒731-0135 広島市安佐南区長束4-13-25	082-238-7227	082-238-7949
北海道支社	〒003-0807 札幌市白石区菊水7条2-7-1 (S-Eビル)	011-822-4171	011-822-4727
苫小牧事務所	〒059-1304 苫小牧市北栄町1-22-66 (H,Gビル)	0144-57-5956	0144-57-5960
函館事務所	〒041-0806 函館市美原4-23-28	0138-84-5917	0138-84-5918
道東事務所	〒085-0805 釧路市桜ヶ岡7-40-2	0154-92-3636	0154-92-3637
東北支社	〒983-0842 仙台市宮城野区五輪2-9-23	022-291-4191	022-291-4195
山形支店	〒990-2481 山形市あかねヶ丘1-16-1	023-645-4411	023-645-4553
青森事務所	〒030-0803 青森市安方2-17-19 (アソルティ青森203)	017-722-5861	017-722-5876
盛岡事務所	〒020-0866 盛岡市本宮1-5-23	019-636-0920	019-636-0930
秋田事務所	〒011-0904 秋田市寺内蛭根1-13-13	018-864-4770	018-865-4259
福島事務所	〒960-8043 福島市中町4-20エスケー中町ビル701号	024-525-8232	024-525-8263
関東支社	〒135-0016 東京都江東区東陽6-3-2 (イースト21タワー7階)	03-5632-6800	03-5632-6845
水戸支店	〒310-0026 水戸市泉町1-1-4 (フコク生命ビル3F)	029-227-3423	029-227-3422
北関東支店	〒331-0811 さいたま市北区吉野町1-399-20 (桜田ビル)	048-653-7291	048-653-7293
千葉支店	〒263-0001 千葉県稲毛区長沼原町51	043-298-5230	043-250-4542
横浜支店	〒231-0033 横浜市中区長者町5-85 (三共横浜ビル5F)	045-260-6751	045-260-6752
栃木事務所	〒323-0025 小山市城山町2-2-3	0285-20-3123	0285-20-3124
群馬事務所	〒374-0041 館林市富士原町1133-45	0276-76-7055	0276-76-7056
馬場事務所	〒143-0011 大田区大森本町1-9-7	03-6404-6820	03-6404-6821
藤沢事務所	〒252-0807 藤沢市下土棚468 (ペルーガ湘南310)	0466-77-5171	0466-51-2059
山梨事務所	〒400-0031 甲府市丸の内3丁目1-6 (山梨316ビル6-1)	055-242-7450	055-242-7451
北陸支店	〒950-0925 新潟市中央区弁天橋通1-2-34 (尾山ビル)	025-257-1888	025-257-1880
上越事務所	〒942-0216 上越市頸城区日根津1623	025-520-8697	025-520-8698
中部支社	〒451-0044 名古屋市中区菊井2-14-24	052-589-1051	052-589-1275
静岡支店	〒422-8062 静岡市駿河区稲川1-7-15	054-284-2010	054-284-2091
金沢事務所	〒921-8054 金沢市西金沢5-273	076-249-4492	076-249-4495
岐阜事務所	〒500-8463 岐阜市加納新本町2-27	058-276-7012	058-276-7015
東濃事務所	〒509-6113 瑞浪市和合町2-23	0572-66-6080	0572-66-6081
三重事務所	〒514-0042 津市新町1-5-22	059-291-6850	059-291-6852
富山事務所	〒930-1301 富山市馬瀬口1	076-483-8710	076-483-8708
関西支社	〒564-0051 吹田市豊津町12-32	06-4861-7000	06-4861-7023
兵庫支店	〒651-0088 神戸市中央区小野柄通3-2-22	078-855-2577	078-855-2578
福井事務所	〒918-8231 福井市間屋町1-10 (ユニックスビル3F)	0776-28-1020	0776-28-1021
滋賀事務所	〒520-0037 大津市御陵町5-6	077-526-0755	077-526-3507
京都事務所	〒607-8085 京都市山科区竹鼻堂ノ前町46-4 (オフィスセゾン3FB)	075-582-8348	075-595-4122
奈良事務所	〒636-0822 生駒郡三郷町立野南2-10-17	0745-73-2660	0745-73-2661
和歌山事務所	〒640-8303 和歌山市鳴神551	073-472-8919	073-472-8929
中国支社	〒731-0135 広島市安佐南区長束4-13-25	082-238-7227	082-238-7949
岡山支店	〒700-0975 岡山市北区今3-19-10	086-244-8161	086-244-6165
山口支店	〒754-0014 山口市小郡高砂町8-11 (秋本ビル207)	083-973-2017	083-973-2027
岩国事務所	〒742-0337 岩国市玖珂町5261	0827-81-0810	0827-81-0812
鳥取事務所	〒680-0945 鳥取市湖山町南2-516-10	0857-28-8503	0857-28-8503
島根事務所	〒693-0005 島根県出雲市天神町886-2 アルポルト南天神 2階	0853-24-7160	0853-24-7161
山陽小野田事務所	〒756-0862 山陽小野田市大字小野田4005番地	0836-89-0087	0836-89-0088
四国支店	〒791-8015 松山市中央1-11-20	089-927-5808	089-927-5812
高知事務所	〒780-0071 高知市高埴21-17 (ルミエール高埴1F211)	088-883-0088	088-883-0261
香川事務所	〒761-0303 高松市六条町799-5	087-815-4605	087-815-4633
徳島事務所	〒770-0813 徳島市中常三島町3-8-1 (CITYビル2F)	088-657-0550	088-657-0505
九州支社	〒814-0022 福岡市早良区原2-16-7	092-831-2511	092-822-2393
長崎支店	〒850-0034 長崎市樺島町6-15 (大信ビル)	095-821-7150	095-821-7180
熊本支店	〒861-2106 熊本市東区東野1-1-12	096-331-1400	096-331-1403
北九州事務所	〒804-0062 北九州市戸畑区浅生2-3-18	093-888-1030	093-888-1031
対馬事務所	〒817-1201 対馬市豊玉町仁位1669	0920-58-2021	0920-58-2021
大分事務所	〒870-0033 大分市千代町1-2-35 (鈴木IIビル)	097-538-9033	097-538-9035
佐賀事務所	〒840-0851 佐賀市天祐2-3-11	0952-25-0261	0952-25-0262
宮崎事務所	〒880-0856 宮崎市日ノ出町142-3 (タイコービル)	0985-25-3267	0985-25-3024
鹿児島事務所	〒890-0007 鹿児島市伊敷台5-15-12	099-808-2671	099-808-2673
沖縄事務所	〒900-0014 那覇市松尾2-5-32-601	098-860-9113	098-860-9114
海外事業本部	〒136-8577 東京都江東区亀戸1-5-7 (錦糸町プライムタワー15F)	03-6861-8885	03-6861-8897
シンガポール支社	60,Kallang Pudding Road #02-00 Tan Jin Chwee Ind.Bldg. Singapore 349320	65-67473233~6	65-67474411
クアラルンプール支社 (現地法人)	No.3 Jalan Kenari 17/D, Bandar Puchong Jaya, 47100 Puchong, Selangor Darul Ehsan Malaysia	60-3-80761377	60-3-80761376
ハノイ連絡事務所	7th Floor A Chau Building, No.24 Linh Lang Street, Cong Vi Ward, Ba Dinh Dist Hanoi, Vietnam	84-4-3232-1034	84-4-3232-1641

Kis●jiban