

# 2024年能登半島地震による宅地盛土及び擁壁被害の状況と課題 Current status and issues of residential land embankment and retaining wall damage caused by the 2024 Noto Peninsula earthquake

橋本 隆雄  
Takao Hashimoto

国士舘大学理工学部まちづくり学系、特任教授、工博

Specially Appointed Professor, Department of Urban Planning, Faculty of Science and Engineering, Kokushikan University Dr.Eng

## 要約

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た。宅地液状化被害は石川県以外にも新潟県、富山県、福井県にかけて広い範囲で生じた。大規模な宅地盛土滑動崩落被害は石川県内が非常に多く、富山県、福井県の県境付近まで幅広く生じた。宅地擁壁被害は、広域に生じているが、特に遠方の新潟県糸魚川市京ヶ峰地区で間知ブロック空積擁壁が大規模に崩壊した。本論文では、宅地地盤被害が顕著な金沢近郊の宅地盛土大規模滑動崩落及び新潟県糸魚川市京ヶ峰地区の宅地擁壁崩壊の状況と課題について言及する。

能登半島地震 宅地被害 宅地盛土 大規模盛土崩落

Noto Peninsula earthquake residential land damage residential land embankment large-scale embankment collapse

## 1. はじめに

図-1は2024年能登半島地震による宅地被害箇所である。このうち、宅地盛土被害は、黒色文字の谷埋め盛土等の滑動崩落箇所と緑色文字の谷埋め盛土上の擁壁の崩壊箇所である。青色文字は側方流動や沈下を生じた液状化被害箇所である。大規模な盛土滑動崩落箇所は、北から輪島市稲舟町輪島高等学校稲舟校舎・青葉ヶ丘団地・輪島中学校、珠洲市大谷町から、南の加賀市片山津町、福井県あわら市下金屋（名泉郷ニュータウン）まで幅広く生じている。

これらの中には、盛土内に発生した液状化による側方流動が誘因となって下流斜面に斜面崩壊・地すべり・土石流が発生した被害もある。また、石川県穴水町由比ヶ丘地区と川島地区では、擁壁で盛土した複数の住宅が土砂崩れに巻き込まれ、帰省中の家族を含む16人が亡くなった。宅地擁壁被害は、特に遠方の新潟県糸魚川市京ヶ峰地区で間知ブロック空積擁壁が大規模に崩壊した。

本論文では、宅地地盤被害が顕著な金沢近郊の宅地盛土大規模滑動崩落及び新潟県糸魚川市京ヶ峰地区の宅地擁壁崩壊の状況と課題について言及する。

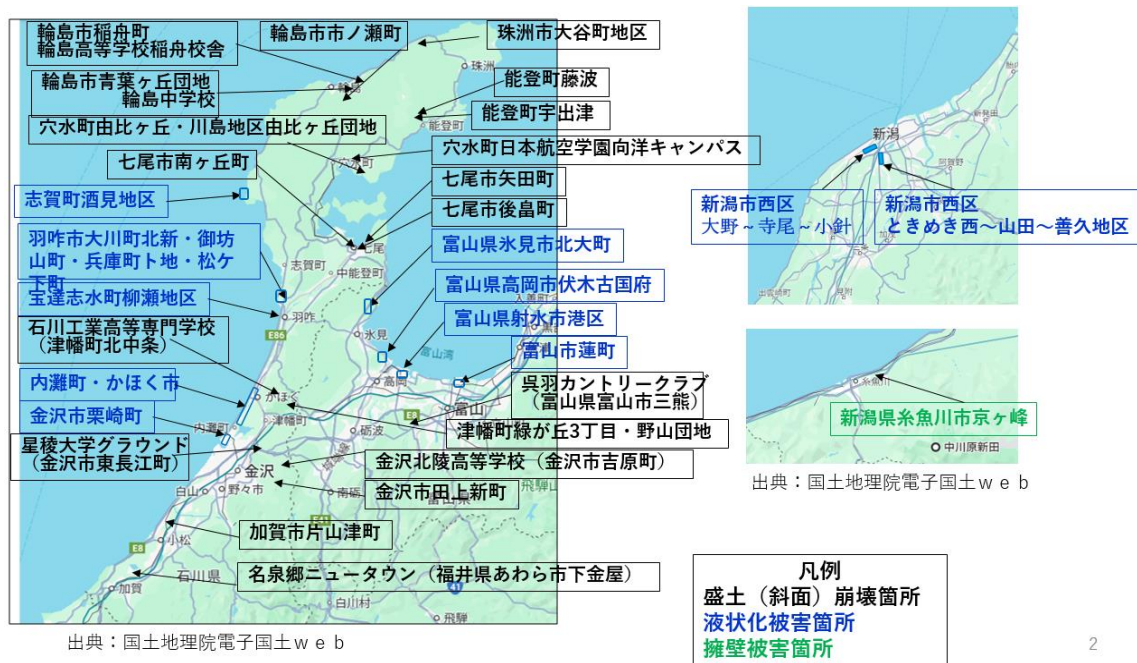


図-1 2024年能登半島地震による宅地被害箇所<sup>1)</sup>

## 2. 金沢市田上新町の盛土崩壊

JR金沢駅より南東約6kmに位置する田上新町の丘陵地内の宅地端部が震度5強の地震動により住宅地の斜面が道路ごと図-2のように地盤の滑動崩落により約1600m<sup>2</sup>の斜面が標高85m程度の地点から崩壊し、住宅4棟が全壊、3棟が図-3及び図-4のように10mから30m西へ移動し倒壊した。崩落により、周辺道路には亀裂が生じ、通行止めとなった。

金沢市はさらに土砂災害が発生する恐れがあるとして、2日午後3時から田上新町の現地周辺の32世帯89人を対象に警戒レベル4に基づく避難指示を出し田上公民館を避難所として開設し、住民は避難を余儀なくされた。

災害直後の現場では車が倒壊した民家の下敷きとなっていたが、災害時には住民は全員外出して無事だった。

図-5はgoogleの崩壊前の状況<sup>2)</sup>で、図-6は1月5日ドローンによる空中写真撮影(3D)の崩壊後の状況である。過去の航空写真の判読により、当該地区は1970年頃の造成と推定された。崩落した地盤は地下水を多く含む細かい砂地で構成されていた。図-7に示す斜面崩壊エリア(図中の○)は、国土交通省が運営する重ねるハザードマップの大規模盛土造成地マップに該当しないで、各都道府県が指定する急傾斜地の崩壊警戒区域(指定済)となっていた。

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。しかし、当該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が一部で確認されたが、大きな崩壊等は発生していない。しかし、図-8は1962年空中写真と現地形図との重ね<sup>1), 4)</sup>で、池または水田の上を盛土造成していることがわかる。また、近隣住民からのヒアリングによると、「崩落した地盤は盛土で、切土は崩落しなかった。崩落地盤の真横に建っている盛土側の住宅は杭基礎としていたので無被害だった。」と証言している。

ただし、舗装路面には地震以前に生じたクラックを補修された箇所が谷と直交する方向に複数見られ、地震以前から盛土が谷方向へ変動していたと考えられる。

図-9は崩壊盛土材2箇所の粒径加積曲線で、分級された直径0.125~0.25mmの液状化を起こしやすい「細粒砂」で占められていたことが分かった。また、地盤には暗渠排水管が設置されており、地下水が流れ続けていることが確認できた。崩壊した住宅は斜面の下部に位置しており、崩壊地の土質は含水比が高いことから、地震の揺れにより、地下水を含んだ砂地盤が液状化し、斜面が崩れたと考えられる。



(a)倒壊建物下部からの様子



(b)倒壊建物上部からの様子

図-2 谷埋め盛土の崩壊状況

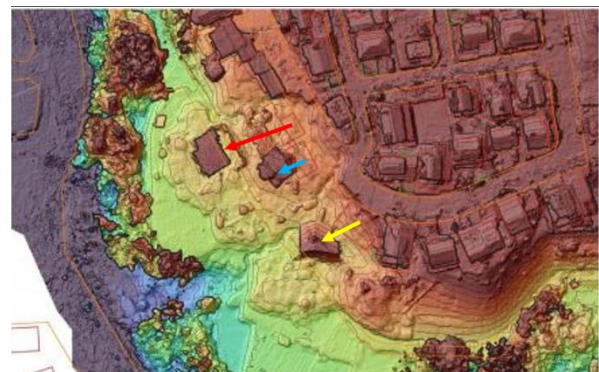


図-3 崩壊箇所の建物移動 (←30m、←10m、←20m)



(a)30m移動



### 3. 金沢市石川県立金沢北陵高等学校の盛土崩壊

金沢北陵高石川県立金沢北陵高等学校（以下、金沢北陵高という。）では、JR 森本駅より南東約 1km にある金沢市吉原町の高台に立つの北向き斜面が大規模に崩壊した。この崩壊により、盛土地盤が図-10 のように校舎下の支柱がむき出しになった。平常時にはこの斜面に約 200 段の階段があり、生徒 500 人や職員が通学で利用していた。しかし、校舎内に入る出入り口の駐車場や通学路に用いられていた階段は跡形もなく崩壊していた。正月元日で部活動もなく生徒がいなかったが、もし平日の下校時間に地震が発生していたら大惨事となっていた。

崩壊土砂は図-11 に示すように北方向に流動化し、下方のコンクリート擁壁を超えて北陸自動車道の盛土により天端付近まで崩壊土砂が堆積しせき止められた。

また崩壊部からは多量の湧水があり、北陸自動車道盛土の人道ボックスカルバート内にまで流入していた。滑落崖の幅は約 60m、崩壊部の長さは約 130m（背後クラックを含めると約 170m）、崩壊層厚は約 15m である。想定土量は、崩壊土量約 15000m<sup>3</sup>、上部崩積土（擁壁より上部に堆積した分）約 10000m<sup>3</sup>、下部崩積土（擁壁と北陸道間に堆積した分）約 5000m<sup>3</sup>、残存土塊（主滑落崖と背後クラックの間に残存している土砂）約 7000m<sup>3</sup> と膨大である。

主滑落崖は、1996 年に竣工、実習室などがあるセンターステーション棟（CS 棟）の下部から発生しており、同校舎の基礎杭が約 3m 程度露出した。流出した土砂や水で、校舎へ向かう敷地内の歩道も埋まった。流出した土砂や水で、校舎へ向かう敷地内の歩道も埋まった。崩壊した付近は学校が建設された 60 年代に盛り土造成された範囲だった可能性がある。

主滑落崖の背後約 40m のところの体育館前には、段差約 20cm の開口クラックが発生し、その周囲の地盤に明瞭な沈下が見られた。したがって、この部分は不安定化した残存土塊と判断できる。図-12 は該当地区を「重ねるハザードマップ（土砂災害・地形分類）<sup>3)</sup>」で表示したもので、これで見ると「大規模盛土造成地」ではなく、山地となっているのがわかる。

学校敷地内の地面には多数の亀裂や段差が走っていた。

金沢北陵高の盛土造成は 1960 年代に行われ、この時期に学校が建設された。同校には約 500 人の生徒が通学しており、崩壊した箇所の階段を利用していた。同校は 1 日、地震発生後に津波警報が出されたため、一時は体育館などを避難所として開放し高台にある校舎には 20 台以上の車が避難してきた。しかし、地盤崩壊後にさらなる崩落の危険があるため、同日午後 10 時に閉鎖された。

図-13 に示すように新・旧（1930 年代）の地形図<sup>9)</sup>を重ねてみると、高校の造成に伴って昭和 40 年前後に施工された谷埋め盛土部分が崩壊していることがわかる。盛土層厚は最大約 20m、盛土量は想定で約 50000m<sup>3</sup> で、盛土

勾配は約 20°、末端にコンクリート重力式擁壁が施工されている。盛土材料は地山の新生代層を切土したもので、細粒の砂質土主体である。既往ボーリング資料によると、盛土の N 値は 2~4 程度と低く、軟弱な盛土の存在が今回の崩壊の素因となったものと考えられる。



(a)北東側



(b)北西側

図-10 金沢北陵高等学校の盛土崩壊状況

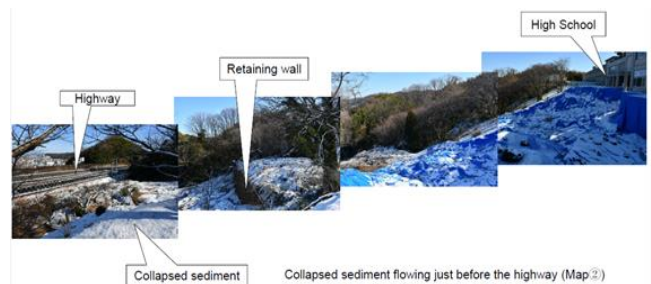


図-11 谷埋め盛土滑動崩落の状況<sup>5)</sup>



図-12 重ねるハザードマップ<sup>3)</sup>

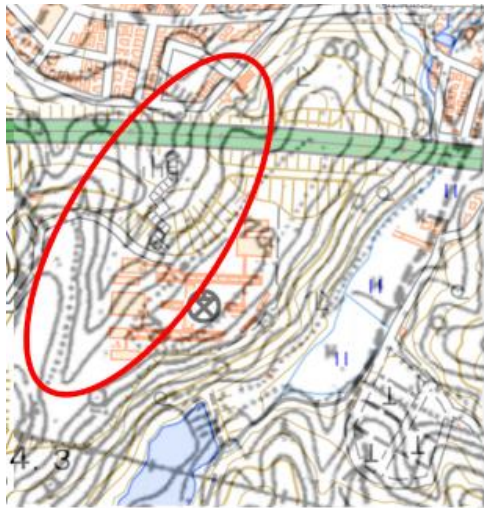


図-13 新・旧地形図の重ね<sup>6)</sup>

#### 4. 津幡町緑が丘の盛土崩壊

JR 中津幡駅より北東約 1km にある津幡町北東部の丘陵地にある緑ヶ丘地域では、丘陵地にある造成地の斜面の上にある町道と、住宅 2 棟の駐車場の盛土造成地端部が図-14(b)のように幅約 120m、深さ約 20m にわたって崩壊し、道路の陥没や住宅が大きく傾く被害が生じた。標高 42.5m 程度から、28m 程度まで下る斜面の上方にある。斜面の角度は 21.5 度ほどであった。当該地は、1981～87 年に民間企業が造成した大規模盛り土造成地だ。近隣住民によるヒアリングによると、「崩壊地の地盤は地下水の影響で常に土が水浸しの状態で、自宅前の道路の亀裂も広がっている。」という。

崩壊した現場周辺の 8 世帯は「長期避難世帯」として認定され、1 年を経た後でも避難を余儀なくされ、現在もブルーシートがかけられた状態で、住民の生活に大きな影響を及ぼしている。崩壊部西側のため池堤体には変状は認められなかった。図-14(a)は地震前の舗装の状況で、多くのクラックが発生し斜面方向に段差を生じている等崩壊の兆候がある。

崩壊した盛土の末端部では、図-15 のように地盤の盛り上がりなどの変状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たと考えられる。図-16 「重ねるハザードマップ」で津幡町緑が丘付近の大規模盛土造成地マップ（緑色が谷埋め型大規模盛土造成地）を表示すると、対象地付近は大規模盛土（谷埋め型）に該当していた。土砂災害（特別）警戒区域は、緑が丘の造成地内には認められなかった。なお、緑が丘の区域内では、何か所かでのり面の崩れなどが認められた。図-16 の○は重ねるハザードマップ<sup>3)</sup>における大規模盛土造成地（谷埋め盛土）の崩壊箇所である。

国土地理院の地形分類図では記載がないが、図-17 のように今昔マップには収録されている。この図からみると大きな谷で、枝谷の合流部に当たるため、水量が多い

ことが分かる。近隣住民の証言では、「地震前にも常時地下水流の音が聞こえた。」ということから、地下水位が盛土斜面地盤近くまで上昇していたことによる液状化による滑動崩落の可能性が高い。

一方、崩壊箇所の西側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。変状がない西側は、崩壊箇所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、変状が生じなかった可能性が考えられる。図-18 は崩壊盛土材の粒径加積曲線である。右側が崩壊土砂の綺麗な分級された砂で、左側が盛土末端部に併設されたソーラーパネル下の液状化した噴砂の細粒分質砂である。法尻では湧水が認められることから、盛土内の地下水が高く液状化による崩壊の可能性が高い。



(a)盛土崩壊前



(b)盛土崩壊後

図-14 盛土崩壊前後の様子<sup>2)</sup>



図-15 崩壊盛土末端部の状況



図-16 重ねるハザードマップ<sup>3)</sup>

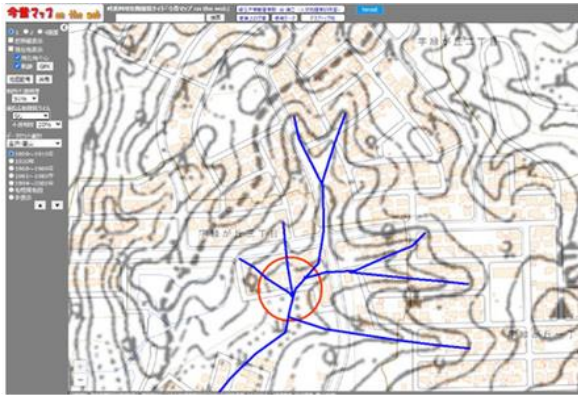


図-17 枝谷の合流部 (今昔マップ)<sup>3)</sup>

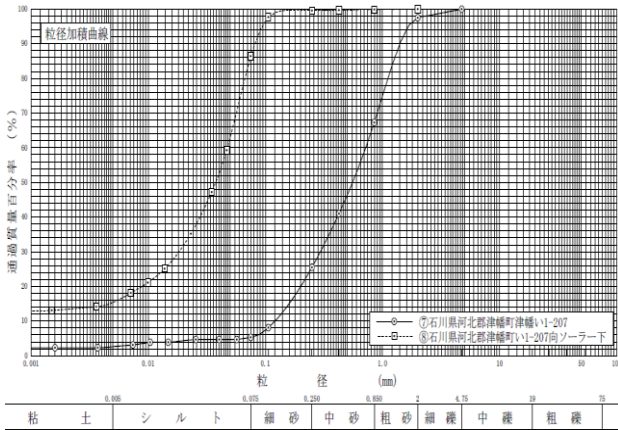


図-18 崩壊盛土材の粒径加積曲線

## 5. 宅地擁壁の被害

被害地点は、新潟県 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 1960 年代に盛土造成された住宅地で、複数の場所でコンクリートブロックの擁壁が崩れるなどし、家屋が傾くなどの被害が出た。市が地区を対象に実施した応急危険度判定では、167 棟のうち、建築物の危険 (赤) 2 棟、要注意 (黄) 63 棟、宅地の危険 76 棟 (約 45%)、要注意 7 棟となった。

糸魚川の京ヶ峰地区では、宅地擁壁が図-19～図-22 の

ように崩壊やはらみ等の被害を受けた。しかし、糸魚川市の震度は 5 強となっているが、内陸部は震度 5 弱で、市内の建物等の被害はほとんど見られない。各地震前後の比較をしてみると、明らかに地震前からはらみ等の変状がしていることがわかる。

地震前の擁壁の特徴は、以下ようになる。

- ① 空積み擁壁構造で胴込めおよび裏込めコンクリートが入っていない。
- ② 擁壁にはらみを生じている。
- ③ 道路側溝が道路側に移動している。
- ④ 水抜き孔がほとんどない。
- ⑤ 擁壁目地部から水が染み出ている。

国土地理院の 1964 (昭和 39) 年の写真 38 (a)では、京ヶ峰地区が田んぼや山林が広がっていたことがわかる。京ヶ峰地区は、1965 (昭和 40) 年度の糸魚川市の事務報告書に「京ヶ峰用地建設について」県の住宅供給公社が団地を造って、建売住宅と宅地分譲合わせて 200 戸分を建設分譲することになったと記載されていた。1974 (昭和 49) 年の写真 38 (b)では、東側の山が切り開かれ住宅が建ち並んでいる。住宅需要の高まりを背景に、県の住宅供給公社が 66000m<sup>2</sup> の土地を造成し、住宅や宅地を販売した。

住宅の土台となっている擁壁は、コンクリートのブロックを積み重ねただけの空積みで、背後にコンクリートが注入されていないため、地震の揺れに対して非常に脆弱である。また、その背後の裏込め砕石は、地震時に滑動しやすい栗石 (玉砂利) が敷設されていた。崩壊したブロックの中には、巨大な玉砂利が敷き詰められていて、玉砂利の間は空洞が大きく砕石間の摩擦が取れていないため非常に不安定な状態である。擁壁は時間とともに劣化し、特に空積み工法の擁壁は、ブロック間の隙間が広がり、強度が低下する。特に定期的な点検やメンテナンスが行われていない場合は、劣化が進行し、崩壊のリスクが高まる。

また、被害が拡大した要因として、谷地形で被害を受けた地区周辺の地盤が軟弱だった。

擁壁の工法について現在は、高さ 2m を超えるものを作る際、ブロックの裏にコンクリートなどを流し込んで強化する「練積み」などで行うよう昭和 25 年建築基準法で定められている。しかし、県は、当時、コンクリートのブロックを積み重ねた擁壁について規定はなく、京ヶ峰地区の「空積み」も規制の対象にはならなかったと言及している。

擁壁が崩壊やはらみを生じた箇所は、旧河川上の軟弱地盤上部に厚く盛土が造成されたため、地盤増幅特性により地震動も大きくなったと考えられる。地震時に地盤が揺れることで擁壁にかかる土圧が増加し、崩壊のリスクが高まり、さらに適切な水抜き穴が無く雨水や地下水位が高い盛土地盤ではさらに水圧がかかるので安定性がさらに低下し、複数の要因が重なって被害が拡大し崩

壊を引き起こしたと考えられる。

今後の対策としては、以下のように擁壁の補強や地盤調査を通じて、住民の安全を確保することが急務である。

- ① 擁壁の補強工事: 現在の建築基準に基づいた擁壁の補強や再構築を行う必要がある。
- ② 地盤調査の実施: 地盤の状態を詳細に調査し、今後の造成や建設におけるリスクを評価することが重要である。
- ③ 住民への情報提供: 地元住民に対して、地震のリスクや安全対策についての情報提供を行い、避難計画の策定を支援する。



(a)地震発生前



(b)地震発生後

図-19 擁壁崩壊箇所における地震前後の比較(1)



(a) 地震発生前



(b)地震発生後

図-20 擁壁崩壊箇所における地震前後の比較(2)



(a)地震発生前



(b)地震発生後

図-21 擁壁はらみ箇所における地震前後の比較



(a)1964 (昭和39)年



(b)1974 (昭和49)年

図-22 造成前後の比較<sup>6)</sup>

## 6. まとめ

2024年能登半島地震による宅地盛土及び擁壁崩壊の教訓としては、以下のものが挙げられる。

**(1)大規模盛土造成地マップの再点検**；本報告で取り上げた金沢市田上新町・金沢北陵高校の事例は大規模盛土造成地に該当すると考えられるが、大規模盛土造成地マップには記載がない。金沢市だけでなく、他地域についても同様の事例が存在する可能性がある。大規模盛土造成地マップは地域の防災減災に不可欠な基本資料であるので、早急な再点検が必要であると思われる。

**(2)本復旧の早期化**；道路災害復旧事業の実施後に宅地復旧事業を開始した事例では、執筆時点でも未だ宅地復旧事業が検討段階に留まっている事例が見られた。大規模盛土については大規模滑動崩落事業の適用も可能である。早期の本復旧を図るため、被災状況に応じて適切な枠組みで事業計画を立てることが望ましい。

**(3)抑止工と抑制工を合わせた盛土対策**；盛土対策として抑止工である地盤改良を実施すれば、安定計算上は安全率の増加が見込める。しかし谷埋め盛土等では、地盤改良体が上流側の地下水位を上昇させる可能性があり、結果として谷上部の宅地の被害を誘発することが懸念される。現場の状況に即し、抑止工だけでなく抑制工である地下水位低下工法を組み合わせた対策が必要である。

**(4)アドバイザー等の専門家の導入**；地震被害を受けた宅地復旧対策を担当するコンサルタントの多くは、大規模な盛土復旧対策事業の経験が乏しい。災害後の限られた期間に膨大な業務量进行处理する必要があるため、適切な工法の選択に苦慮していることが懸念される。大規模な地震災害後には、宅地の大地震対策に詳しい専門家を自治体のアドバイザーに置くなど、業務を担当するコンサルタントの技術指導・支援を行う仕組みを導入することが望ましい。

## 謝辞

本調査を行うにあたり、立ち入りにご協力いただきました国土交通省都市局都市安全課・都市整備課・市街地整備課の皆様、調査団の大学・企業の皆様には記して感謝の意を表します。

## 参考文献

- 1) 国土地理院，入手先<<https://maps.gsi.go.jp/#13/36.789216/137.106628/&base=pale&lspale&disp=l&vs=clglj0h0k010u0tOzOrOsOmOfO>> (参照 2024.5.1)
- 2) Google ストリートビュー，入手先<<https://www.google.co.jp/maps>> (参照 2020.5.1)
- 3) 重ねるハザードマップ，入手先<<https://disaportal.gsi.go.jp/>> (参照 2020.5.1)
- 4) 国土地理院：地図・空中写真閲覧サービス，入手先<<https://mapps.gsi.go.jp/maplibSearch.do#1>> (参照 2020.5.1)
- 5) Masakatsu Miyajima, Takao Hashimoto: Quick report of preliminary reconnaissance of the 2024 Noto-hanto Earthquake in Japan -No.2-
- 6) 埼玉大学谷謙二今昔マップ，入手先<<https://ktgis.net/kjmapw1>> (参照 2020.5.1)