令和6年能登半島地震による 液状化発生地域の土地条件と液状化履歴 (その2. 能登半島地域)

2024年5月5日

若松加寿江·吉田望·陶野郁雄·青山翔吾 連絡先代表:<u>wakamatu@kanto-gakuin.ac.jp</u>

はじめに

現地調査の日程と調査地域は以下の通りです。

- 2024年3月12日~14日
- 石川県七尾市•珠洲市•穴水町•輪島市
- 内灘町・かほく市・(1月の調査の追加調査)

メンバー:

若松加寿江(関東学院大学 工学総合研究所研究員) 吉田 望(関東学院大学 工学総合研究所研究員・東北学院大学名誉教授) 陶野郁雄(山形大学 元教授)

青山翔吾(基礎地盤コンサルタンツ株式会社 技術本部)

本報告は、上記地域で確認した液状化発生を、土地条件と液状化履歴の観点からまとめています(振動被害・火災・津波被害に特化した報告は行っていません)。

調査地域を網羅的に現地調査したわけではなく、また他の地域についても液状化被害が メディアやSNS等で報告されています。このため、本報告では「液状化発生地点」ではなく 「液状化確認地点」と表記しています。

報告には、液状化確認地点付近の写真を掲載していますが、地震後70日が経過しており、 道路等の応急処置がかなり進んでいるため、地震直後の状況とはかなり違っている箇所 もあります。



図1 調査ルート(黄色線)



図2 令和6年能登半島地震における各地の震度¹⁾(調査地域の観測点の地名を追記)



微地形区分2)と液状化確認地点



図4 液状化確認地点と微地形区分²⁾・液状化履歴³⁾との関係(七尾市)



図5 液状化確認地点と微地形区分²⁾・液状化履歴³⁾との関係(珠洲市)



図6 液状化確認地点と微地形区分²⁾・液状化履歴³⁾との関係(輪島港)



図7 液状化確認地点と微地形区分²⁾·液状化履歴³⁾との関係(輪島市門前町)



図8 液状化確認地点と微地形区分²⁾·液状化履歴³⁾との関係(穴水町)

七尾市池崎町/七尾市田鶴浜町



図9 七尾市池崎町レ8 (37.035367N, 136.911894E, 方位角109.7°) 付近には下水管埋設箇所の沈下が多かった。 この場所は丘陵地帯の狭い谷底低地である。



図10 七尾市田鶴浜町107-5 (37.064961N, 136.891647E, 方位角210.8°)

田鶴浜町の中心部は、七尾西湾に注ぐ川尻川の三 角州性低地に立地している。田鶴浜町では、1、2階 が完全に押しつぶされて屋根だけ残る全壊家屋が極 めて多かった。一方で宅地内での噴砂、道路のマン ホール浮き上がりが多く見られた。東隣りの垣吉町で は震度6強が観測されている。

七尾市松百町/七尾市なぎの浦



図11 七尾市松百町参部(県道1号) (37.063831N, 136.940308E, 方位角8.7°)

赤浦潟に近い砂州背後の低地である。ここだけ 局所的にマンホールの浮き上がりが見られた。 地下に浄化槽などが埋設されているように見え る。 図12 七尾市なぎの浦 37.055981N, 136.957811E, 方位角110.8°)

なぎの浦は七尾港に面した海辺の住宅地で、 1980年前後に埋立て造成されたと推測される。 護岸、道路、松林、宅地など各所に噴砂が見ら れた。2007年能登半島地震でも液状化の発生 が報告されている。

七尾市なぎの浦



図13 七尾市なぎの浦 (37.055053N, 136.95887E, 方位角240.8°)

なぎの浦では、埋立地全域で液状化が発生したように見えた。



図14 七尾市なぎの浦 (37.055092N, 136.958831E, 方位角302.6°)

七尾市桜町





図15 七尾市桜町40 (37.050728N, 136.962264E, 方位角218.6°)

図16 七尾市桜町 (37.050728N, 136.962356E, 方位角12.1°)

桜町は、前頁のなぎの浦の東隣の埋立地である。造成年代はなぎの浦よりやや古く1960年代後半と 思われる。写真の水路に沿う道路や宅地に噴砂の跡や変状が残っていたが、写真16の建物の被害は 認められなかった。この水路は、七尾港に向かう排水路で、ここだけ地下水位が高いのかも知れない。

七尾市矢田新町七尾港



図17 七尾市矢田新町二 (37.050156N, 136.976761E, 方位角218.6°)



図18 七尾市矢田新町二 (37.050014N, 136.976364E, 方位角235.9°)

七尾港一帯では、2007年能登半島地震で液状化によ る噴砂、岸壁の海側への変位が観察された。物揚場と これに隣接するRC6階建てのポートサイド七尾(図17 の遠景の建物)には噴砂が多く見られ、建物と地盤の 間には隙間が発生していたが、建物本体の損傷は見 られなかったとのことである⁵⁾。今回の地震でも2007年 と全く同じ状況であった。矢田新では1933年能登半島 地震で道路の亀裂からの湧水が報告されている⁴⁾。

七尾市矢田新七尾港第二埠頭



図19 七尾港矢田新物揚場 37.051186N, 136.978653E, 方位角19.0°)

岸壁のはらみ出しと沈下を生じていた。岸壁先 端部は水没しているようであるが、立ち入り禁 止のため、現場での確認はできなかった。 **図20 七尾港矢田新物揚場** 37.051181N, 136.979219E, 方位角340.2°)

第二埠頭にある倉庫の周囲には噴砂が残っていた。

珠洲市宝立町



図21 珠洲市宝立町鵜飼2-1甲 (37.401489N, 137.241333E, 方位角141.7°)

図22 珠洲市宝立町鵜飼 (37.401714N, 137.241622E, 方位角2.8°)

珠洲市南東部の飯田湾に面した宝立町は津波被害を受けていた。鵜飼漁港において高さ2.7mの 津波が観測されている⁶⁾。住宅地は鵜飼川から盤若川にかけての海岸から約200mの距離にあり内 浦街道沿いに立地している。標高が1~2mと低く、広範囲に浸水し、大規模な津波被害を受けてい た。地震から2ヶ月半を経過した調査時にも、盤若川には津波で流された乗用車が数台放置されて いた。津波被害が目立つ一方、マンホールや浄化槽の浮上など、液状化によると思われる被害も多 く見られた。

珠洲市宝立町



図23 珠洲市宝立町鵜飼3-55 (37.405022N, 137.241972E, 方位角104.3°) **図24 珠洲市宝立町鵜飼3-57-4** (37.404842,N, 137.241972E, 方位角204.9°)

当初、この地区でのマンホールの突出は津波による地盤の洗掘による可能性も考えたが、図23 の合併浄化槽の浮上や、右図の電柱の沈下量を見ると、液状化が発生したと考える方が自然で ある。

珠洲市上戸町



図25 珠洲市上戸町北方 (37.431114N, 137.255936E, 方位角109.2°) 図26 珠洲市上戸町寺社2-80 (37.427061N, 137.251694E, 方位角164.5°)

珠洲市宝立町から珠洲市蛸島に至る内浦街道沿いにも噴砂が散見された。この街道は、地形 的には砂州の頂部を走っている。宝立町の北隣の上戸町でも噴砂が見られた。図25の店舗の 前にはまだ噴砂が多く残っており、シャッターの変形状況から見て建物がかなり沈下したことが うかがわれる。

珠洲市飯田港



図27 珠洲市飯田町1-1-8ラボルトすず前道路 (37.433006N, 137.261292E, 方位角288.8°) **図28 珠洲市飯田港(-5.5m岸壁付近)** (37.432736, 137.262453E, 方位角348.3°)

飯田港では、高さ4.3mの津波が観測されている⁶⁾。津波による港湾施設の損傷が多く見られる。 一方、液状化によると思われる噴砂も多く残っていた。噴砂は埋立地に集中して見られた。飯田 港は1993年能登半島沖地震でも液状化が発生している。

珠洲市飯田港



図29 珠洲市飯田港(-5.5m岸壁) (37.433463N, 137.262607E, 方位角246.7°)

図30 珠洲市飯田港(-5.5m岸壁付近) (37.432669N, 137.262674E, 方位角117.5°)

被害原因は不明であるが、岸壁やタンクヤードが著しく変位していた。タンクヤード奥の岸壁も大 きく沈下している。

珠洲市飯田町



図31 珠洲市飯田町26-42 (37.438258N, 137.269469E, 方位角253.7°)

図31は、飯田港東方の内浦街道沿いの住宅地である。 ここも津波によって浸水したと思われる。住宅の全半壊 は少ないが、噴砂の痕跡が至る所に残っていた。「基礎 が部分的に被害あり」の応急危険度判定のステッカーが 目立つ。図32に示す内浦街道の海側の路肩の排水溝と 宅地の間に15cm程度の開きを生じていた。道路は砂州 の最も高い部分を走っていることから、海岸に向かって 側方流動が発生した可能性もある。



図32 珠洲市飯田町27-9 (37.438689N, 137.268981E, 方位角257.7°)

珠洲市野々江町



図33 珠洲市野々江町ワ66-1 (37.441056N, 137.275572E, 方位角241.1°) 図34 珠洲市野々江町ワ63 (37.441025N, 137.275222E, 方位角209.1°)

野々江町も、砂州の上を走る内浦街道沿いに住宅地が分布している。1993年能登半島沖地震で 広い範囲で液状化被害が見られた。今回の地震でも、噴砂、マンホールの浮上、電柱の沈下・傾 斜が目立つ。基礎周囲に噴砂が残っていた家屋も少なくないことから、建物の液状化被害も発生 していると思われるが、外観が大きく傾いた建物は確認できなかった。

珠洲市野々江町



図35 珠洲市野々江町ホ1-2 (37.442219N, 137.280944E, 方位角57.1°)

内浦街道の海側路肩には、排水溝と宅地の間に 50cm程度の開きを生じており、大量の噴砂がたまっ ていた。図36ではブロック塀が落ち込んで大きく傾い ている。図32の飯田町と同様、海岸に向かって側方 流動が発生した可能性がある。



図36 珠洲市野々江町二 (37.442331N, 137.281128E, 方位角58.9°)

珠洲市正院町(震度6強)



図37 珠洲市正院町正院1-61 (37.444686N, 137.288300E, 方位角4.4°)

正院町も内浦街道に沿いの砂州に立地している。1993 年能登半島沖地震で広い範囲で液状化被害が見られ たが、2007年能登半島地震でも液状化が起きている。 今回の地震では、正院では住宅の振動被害と液状化被 害が混在していた。写真の2棟の建物は内浦街道沿い に約400m離れて建っているが、共に基礎周りには噴砂 が残っており、両建物とも右の方に沈下していた。



図38 珠洲市正院町正院19-7 (37.444707N, 137.292428E, 方位角345.5°)

珠洲市正院町



図39 珠洲市正院町正院21-36 (37.444794N, 137.294372E, 方位角47.8°) **図40 珠洲市正院町正院** (37.444683,N, 137.293272E, 方位角133.9°)

正院町の東部では、振動による全半壊家屋が特に多く見られた。一方で、倒壊家屋の軒先に 液状化によると思われる噴砂が多く残っていた。写真40のマンホールは浮き上がっているが、 右端に写る家屋の基礎周りにも噴砂が残っていた。液状化したのは下水管路の埋戻し土だけ ではないと思われる。

珠洲市正院町(震度6強)西光寺



図41 珠洲市正院町正院22-41 (37.444111N, 137.293289E, 方位角179.8°) **図42 珠洲市正院町正院22-41** (37.443958N, 137.293228E, 方位角137.1°)

西光寺は内浦街道より80m余り海側の砂州に立地している。海岸からの距離は約150mで ある。境内の各所に噴砂が残っていた。図41の本堂は束基礎で、束石と束がずれたり、外 れたりしており、上屋は大きくゆがんでいた。図42の境内の墓地の墓石は液状化で傾斜し たものと振動で倒壊したものが混在していた。

穴水町大町(震度6強)



図43 穴水町大町ほ95 JAのと本店 (37.231831N, 136.902847E, 方位角109.3°)

図44 穴水町大町ほ95 JAのと本店 (37.231856N, 136.902908E, 方位角55.0°)

穴水町中心部は、七尾北湾の奥まった入り海に面した小規模な三角州性低地に立地している。 穴水町大町では震度6強が観測されており、木造家屋の全・半壊が目立っていた。図43のRC3階 建ての建物は、市街地を流れる山王川と小又川の合流点に近くに立地し、裏手は山王川に面し て建つ。敷地内で噴砂は確認できなかったが、地盤沈下により建物が25cm抜け上がっていた。 なお、穴水町では2007年能登半島沖地震では穴水港で液状化が発生しているが、町の中心部 においては液状化の報告はない。

穴水町大町(震度6強)



図45 穴水町大町ほ95 (37.232167,N, 136.903078E, 方位角130.2°) 図46 穴水町大町は穴水駅前 (37.227972,N, 136.905167E, 方位角272.3°)

前頁の図43の北隣の建物。左手に山王川が流れる。倉庫と地盤にの間には30cmの段差と開きを生じていた。

穴水駅バス乗り場には、地震後2ヶ月半を経ても かなりの量の噴砂が残っており、大規模な液状化 を生じたことがうかがわれる。駅舎に構造的被害 はないが、周囲の歩道のインターロッキングブロッ クが波打ったりずれを生じていた。穴水駅は背後 が丘陵で沢の出口に位置している。このため、地 下水が高いと推測される。

穴水町大町(震度6強)



図47 珠洲郡穴水町大町13 (37.228722N, 136.904906E, 方位角342.08°)

図46の穴水駅から50mの距離にある建物。右手の道路 は県道262号。基礎周りに噴砂は確認できなかったが、 建物が地盤にめり込むように沈下していた。ビルと地盤 の段差(ビルの相対沈下量)は25cmだった。図48は、図 47の建物の基礎周りの状況。この建物の西向かいの建 物も基礎周りの地盤が20-30cm沈下しており、建物基礎 が抜け上がった状態になっていた。



図48 洲郡穴水町大町13 (37.228786,N, 136.904861E, 方位角7.0°)

穴水町川島



図49 珠洲郡穴水町川島キ (37.229264N, 136.910172E, 方位角172.4°)

図49の平屋建ての小規模スーパーマーケットの建屋 の周囲には大量の噴砂が残されており地盤沈下して いた。店舗の建物の被害は不明である。敷地の40m 西方を山王川が流れている。

図50は、図49の南隣のRC3階建てのアパートで、建物周囲が地盤沈下していた。



図50 珠洲郡穴水町川島キ127 (37.228678,N, 136.910125E, 方位角45.2°)

穴水町川島



図51 穴水町川島キ111 (37.228836N, 136.910811E, 方位角119.1°)

図51と図52は、前頁の建物の近隣の建物。図51 のRC2階建ての建物の周囲には噴砂があり、建 物が右に傾いていた。図52はRC4階建てのマン ションで建物周囲に地盤沈下を生じていた。



図52 珠洲郡穴水町川島キ62-1 (37.228936N, 136.911225E, 方位角106.0°)

輪島市山岸町/輪島市横地町



図53 輪島市山岸町口 (37.380783N, 136.908706E, 方位角14.7°)

輪島市中心部は、能登半島北部の河原田川河口に開けた 町である。地形的には、海岸部の埋立地とその背後の砂州、 河原田川下流の三角州性低地、中流の後背湿地およびさ らに上流の谷底低地で構成されている。液状化は、いずれ の微地形区分でも発生していた。図53と図54は後背湿地と の境界に近い谷底低地における液状化事例である。周辺 では陥没・噴砂、電柱の沈下・傾斜が見られた。図53の建 物の被害は不明であるが、基礎周囲が地盤沈下していた。



図54 輪島市横地町 (37.380436,N, 136.908478E, 方位角244.3°)

輪島市河井町(震度6強)



図55 輪島市河井町栄町南 (37.389769N, 136.902406E, 方位角342.4°)

この頁の2枚の写真は、後背湿地における被害 例である。図55の県立輪島高校西側の海に向 かう大通り歩道では、下水管路沿いに連続的に 液状化しており、マンホールの浮き上がりが見ら れた。遠方に図56の傾いた建物が見える。 図56 輪島市河井町23-22-26 (37.390986N, 136.902603E, 方位角317.0°)

輪島高校西交差点に建つRC7階建ての建物は、 写真のように大傾斜していた。建物1階がシートで 覆われていたため十分確認できなかったが、シー トの隙間から覗いた範囲では1階床が地中にめり 込んでいた。被害原因は不明である。この建物の 北方約300mに建つ7階建てのRC建物が完全に 転倒して注目された。

輪島市河井町(震度6強)



図57 輪島市河井町4-114 (37.395644N, 136.903914E, 方位角349.0°)

海岸に近い砂州と埋立地に立地する河井町では震度 6強が観測されており、全壊家屋が多かった。一方、歩 道では、地下埋設物の浮き上がりに伴う歩道ブロック の激しい変状が広範囲に見られた。大量の噴砂も残っ ていた。



図58 輪島市河井町3-31 (37.394519N, 136.903503E, 方位角194.3°)

輪島市河井町(震度6強)輪島港



図59 輪島市河井町(河原田川河口右岸) (37.398581N, 136.902039E, 方位角32.3°)

図59は、河原田川河口右岸に位置しており、輪 島港の埋立地の中では造成が古く1980年頃と推 定される。この場所には津波が押し寄せた痕跡 があるが(気象庁による津波高さは観測不備のた め欠測扱い)、液状化によると見られる噴砂も多く 残っていた。南方には火災で焼失した朝市がある。



図60 輪島市河井町(河原田川河口右岸) (37.398506N, 136.901961E, 方位角299.1°)

河原田川に架かる橋の取り付け部に段差を生 じていた。原因は不明である。
輪島市マリンタウン



図61 輪島市マリンタウン1-6 ホテル (37.396239N, 136.904617E, 方位角101.6°)



図62 輪島市マリンタウン1-6 ホテル (37.396278,N, 136.904983E, 方位角128.9°)

輪島港のマリンタウンにある7階建てホテルが傾いていた。7階ベランダから下げ振りが取り付けられており、GLでの変位量は0.3mだった。建物の階高を3mとして7階ベランダまでの高さを19.5mと 仮定すると、建物は0.88度海側に傾斜したことになる。基礎周囲には大量の噴砂が堆積していた。 マリンタウンは全体が埋立地で、このホテルのある一角は2000年代後半に造成されている。

輪島市河井町(震度6強)



図63 輪島市河井町 (37.397453N, 136.907150E, 方位角236.6°)

埋立地の先端に近い輪島キリコ会館北西の広場。インターロッキングブロックの舗装面が大き く陥没していた。道路にも幅の広い亀裂が走っ ていた。 図64 輪島市輪島港マリンタウン-7.5m岸壁 (37.397739N, 136.907303E, 方位角81.1°)

図63の先端部のケーソン護岸が海側に2.4度傾 斜しており、ケーソンと背後地盤の間に1.5mの 段差を生じていた。

輪島市門前町広瀬/門前町走出(震度7)



図65 輪島市門前町広瀬 (37.289739N, 136.776428E, 方位角301.7°)

能登半島北岸の輪島港から西岸の門前町に至る国 道249号は、八ヶ川沿いの軟弱な後背湿地を通過し ている。ここでは図65のようにマンホールの突出や電 柱の沈下・傾斜が見られた。歩道の管路が埋設され ていると思われる部分が沈下して波打っていた。図66 に示す国道249号沿いのRC2階建ての建物の周囲に は噴砂が見られ、地盤沈下していた。



図66 輪島市門前町走出2-121 (37.290178N, 136.771836E, 方位角 132.4°)

輪島市門前町走出(震度7)



図67 輪島市門前町走出2-121 (37.290114N, 136.771836E, 方位角133.5°) 前頁の図66の建物の玄関付近。パーキングエ リアのコンクリートの車止めブロックが沈下し、 舗装部が右に移動していた。



図68 輪島市門前町走出2-121

(37.290048N, 136.772144E, 方位角326.2°)

図68の建物の裏手には、敷地より2mほど低い 畑があり、擁壁が畑側に傾斜・移動している。図 67の写真と移動方向が逆で、地盤のみの水平 変位か、建物も変位しているのか不明である。

穴水町中心部と門前町走出付近

地理院地図(カラー)と1910(明治43)年測量1/5万「穴水」(モノクロ)の重ね合わせ



図69 穴水町中心部の現・旧地形の比較

穴水町中心部を流れる小又川は、河川改修に より流路の一部が変わっており、図49の場所 (〇印)は旧河道の可能性がある。

図70 門前町走出の現・旧地形の比較

門前町を流れる八ヶ川は、明治期とは流路がや や変わっており、図65、図66~68の場所(〇印) は旧河道の可能性がある。



図71輪島市門前町道下7-38 (37.289189N, 136.742767E, 方位角151.0°)

門前町道下地区は、1、2階が完全に押しつぶさ れて屋根だけ残る全壊家屋が多かった。このような全壊家屋の軒先にも、液状化の発生を示唆 する噴砂が残る家が少なくなかった。 図72 輪島市門前町道下24-28 (37.290417N, 136.743714E, 方位角25.7°)

この家屋は、振動被害は受けていないが、基礎 周りに噴砂の跡が残っていた。外観からは家屋 の傾斜は認められなかったが、家全体が幾分 沈下した可能性もある。道下地区では、全壊家 屋が多い中、図72のように外観は無被害で基 礎周りからの噴砂が残る家屋も散見された。



図73 輪島市門前町道下諸岡公民館 (37.287961N, 136.745589E, 方位角311.9°) **図74** 輪島市門前町道下諸岡公民館 (37.288286N, 136.745378E, 方位角44.8°)

門前町道下地区では2007年の能登半島地震で液状化被害が多く確認された。今回、住民に聞いたと ころ、最も大規模な噴砂が見られたのが、この写真にある諸岡公民館の敷地とのことであった。写真 のような大規模な噴砂が敷地の数カ所に残っていた。この場所は標高が16m程度で、八ヶ川の後背 湿地より8m余り高く、標高20m余りの丘陵地の裾に位置している。1967年撮影の空中写真を見ると、 敷地が人工的に平坦化された形跡が読み取れるが、造成の詳細は不明である。この場所より南方の 丘陵は地すべり地帯になっており多数の湧水池が分布している。このことから、この場所も地下水位 が高く液状化を誘発したと推測されるが、液状化した砂の起源は不明である。



図75 輪島市門前町道下7-68 (37.288678N, 136.741028E, 方位角162.2°)

ハヶ川沿いの道下地区の西端には、液状化被害が集中している地区があった。図75の住宅は、図76に示すように、基礎が地中にめり込んでおり、全体が右の方に約1.2度傾斜していた。この場所では2007年能登半島地震でも液状化が確認されている。



図76 輪島市門前町道下7-68 (37.288619N, 136.741058E, 方位角152.7°)





図77 輪島市門前町道下7-67 (37.288453,N, 136.741211E, 方位角94.9°)

前頁図75の住宅の裏手にある住宅である。敷地 には大量の噴砂が残っており、建物も地中に沈 み込んでいた。 **図78 輪島市門前町道下** (37.288253N, 136.740525E, 方位角208.8°)

液状化被害が集中した地区に隣接して流れ る水路の護岸が大きく崩壊していた。この水 路は、次頁に記した八ヶ川の旧河道の名残と 考えられる。

門前町道下付近 地理院地図(カラー)と1910(明治43)年測量1/5万「剣地」(モノクロ)の重ね合わせ



図79 門前町道下付近の現・旧地形の比較

図75~78の場所(〇印)は八ヶ川の旧河道にあたっている。旧版地形図の図歴をたどると、 1953年まで八ヶ川は本図の1910年測量の地形図のように流れており、1966年には放水路が開 削されたが旧流路は元の川幅のまま残っている。旧流路は現在も写真78のような川幅が狭い 水路として残っている。

かほく市内高松(震度5弱)における再液状化

1891年(明治24)濃尾地震の際に高松村内高松字砂田の県道近傍で「赤錆色を呈セル泥砂水を噴出 せる2箇所あり」の記録がある(図80)。そこで、この周辺で再液状化の痕跡を探した。その結果、図81 の箇所で噴砂が見つかった。





図81 2024年地震による液状化確認地点 (黄色⁸⁾・空色アイコン)

かほく市内高松で確認された噴砂



図82 かほく市内高松午39 (36.767206N, 136.729889E, 方位角119.9°)



図83 かほく市内高松午39 (36.767075N, 136.730225E, 方位角7.3°)







図85 液状化地点(青丸)と1909(M42年)測量1/5万「津幡」、微地形区分²⁾の重ね合わせ

かほく市内高松付近の最も古い1909年測量の地形図を見ると、濃尾地震で噴砂が確認 された地点は水田である(現在でも大部分が水田と畑)。この場所は図84に示したように、 西は砂丘、東は台地に挟まれた谷底低地である。加えて2本の川に挟まれていることから 洪水常襲地と思われる。液状化した土は、盛土ではなく洪水堆積物や砂丘からの飛砂が 液状化したと考える方が自然である。地形的特徴から旧河道とは考えがたい。



図86 かほく市大崎二11 (36.705903,N, 136.689072E, 方位角279.7°) 図87 かほく市大崎チ114 (36.705242N, 136.690217E, 方位角335.9°)

県道8号より砂丘側を走る道路から見た砂丘。 緩傾斜の畑に引っ張り亀裂が走っていた。 図86の位置より120m下方の県道8号沿いの被害(1月30日撮影)。地盤が県道にぶつかり圧縮されて盛り上がっていた。



図88 かほく市大崎二21 (36.704964, 136.688294E, 方位角62.2°) 図89 かほく市大崎チ28 (36.704261N, 136.689286E, 方位角267.5°)

県道8号より砂丘側の道路に面した農地。砂丘 に平行な地割れが多数できていた。右手が県道 8号の方向。右奥に榊原神社が見える。 図88の農地の下方の県道8号沿いの被害(1月 30日撮影)。右が砂丘方向。地震前は緩やかな スロープだったアプローチのコンクリートが持ち 上がり、一部が道路にせり出していた。



図90 かほく市大崎湖畔 (36.703631, 136.688294E, 方位角305.0°)

図90は、前頁の県道8号より約70m干拓地側を走る 道路から砂丘方向を撮影。噴砂が多く残り、歩道の 手前で地盤がめくれ上がっており、側方流動の影響 が見られた。

図91は、図90から約300m南方の道路(右が干拓地)。路肩には噴砂が多く残っており、地下水の道路への流出も見られた。



図91 かほく市大崎湖畔 (36.701164, 136.689681 E, 方位角14.3°)





図93 内灘町室における液状化確認地点 (空色アイコン:今回液状化確認、緑アイコン:1月30日確認) この地区では、県道8号より干拓地側での液状化被害が顕著だった。

内灘町室



図94 内灘町室ハ14-9 (36.692142N, 136.680603E, 方位角201.3°) 図95 内灘町室ハ2-1 (36.692131N, 136.680589E, 方位359.2°)

左端の白い住宅は、側方流動により左奥の承水 路側に傾いている(前頁の図93の1月30日撮影 の写真の家)。白い建物より内陸側の地盤や住 宅も承水路の方向に引っ張られた形跡がある。 前頁の図93に位置する住宅。柱状改良が施さ れているとのことであり、改良杭は抜け上がった 状態(撮影時にはブルーシートで覆われていた) であるが、建物は健全。

内灘町室



図96 内灘町室イ88 (36.689217N, 136.675536E, 方位角315.2°) **図97 内灘町室イ84(1月30日撮影)** (36.688800N, 136.675889E, 方位角240.7°)

県道8号より1本砂丘側の道路に面する宅地。 家の奥が砂丘。地震前は宅地は道路より1m近 く高く、7段の階段が設置されていた。宅盤が滑 り崩壊していた。 左の写真より55m下方の県道8号沿いの宅地 のガレージに続くコンクリートスラブ。Googleス トリートビューによれば地震前は歩道と同じ高さ で平らだったが、左手の砂丘方向から押し寄せ た土砂により1m以上盛り上がった。

内灘町室



図98 内灘町室イ60 (36.689247N, E, 方位角323.6°) **図99 内灘町室イ89-7(1月30日撮影)** (36.688847N, 136.676086E, 方位角353.5°)

県道8号より1本砂丘側の道路に面する宅地。 前頁図96の北隣の宅地。家の奥が砂丘。地震 前は宅地は道路より1m近く高く、7段の階段が 設置されていた。中央左に写る細いパイプは階 段の手すり。宅盤が滑り崩壊していた。

左の写真より55m下方の県道8号沿いの宅地。 塀が大きく前傾していた。写真撮影時には一帯 の宅地と歩道の境目が濡れていた。3月14日に 調査した際にも、北隣の敷地には湧水が確認さ れた。



内灘町西荒屋



図101 内灘町西荒屋口106 蛭児神社入口 (36.683711N, 136.671906E, 方位角340.8°)

図102 内灘町西荒屋ハ2 106 蛭児神社参道 (36.683800N, 136.671769E, 方位角314.8°)

神社入口の階段と石塀は側方流動により前方に押し出されていた。階段は踏面も傾斜しており昇ることはできない。左奥が砂丘。

鳥居(左の写真の奥に見える鳥居)の手前で約50cmの段差ができており、金属製の手すりが 変形していた。地盤が手前に引っ張られて落ち 込んだと思われる。一番奥が本殿、その背後に 砂丘が見える。

内灘町西荒屋



図103 内灘町西荒屋ハ1 蛭児神社本殿 (36.684039N, 136.671614E, 方位角251.8°) **図104 内灘町西荒屋児童公園** (36.684119N, 136.671647E, 方位角32.1°)

本殿の外観には大きな損傷は見られなかった。

前頁の図101の神社入り口から50~60mほど 砂丘側に行った西荒屋児童公園(手前は神社 境内)には、段差を伴う亀裂ができていた。流動 の起点と思われる。

内灘町西荒屋



図105 内灘町西荒屋ハ6-7西荒屋小学校 (36.678333N, 136.667603E, 方位角269.4°)

図106 内灘町西荒屋ぬ708 (36.679069N, 136.666978E, 方位角200.7°)

小学校玄関前の地盤が沈下し、段差ができていた。校舎後方が砂丘。写真右手(北側)のグラウンドには砂丘に平行な地割れが多数が見られた。

左図から90m余り砂丘側の農地。右奥に砂丘 斜面が見える。Googleストリートビューによれば オレンジ色の塀は地震前は水平だったが、側方 流動で折れ曲がり破断していた。農地には階段 状の引っ張り亀裂が多数できていた。



内灘町宮坂



図108 内灘町宮坂1字1-7 (36.675494,N, 136.665633E, 方位角25.5)

砂丘から県道8号に向かう道路。ブロック塀の基礎部分で103cmの開きが見られた。左手の砂丘から右手の県道方向に向かう側方流動により、塀が破断したと考えられる。この場所から10m余り下方の県道では、地震直後に大量の湧水があったことが以下の動画に記録されている。 https://youtu.be/IXJLX0JdjbU?t



図109 内灘町宮坂1字1-7 (36.675525N, 136.665619E, 方位角310.9°)

図108の位置から砂丘方向を望む。奥に砂丘が 見える。砂丘に平行な亀裂が数条走っていた。 側方流動の起点と思われる。

内灘町宮坂





図110 内灘町宮坂二 (36.667481N, 136.659072E, 方位角246.2°) **図111 内灘町宮坂二68** (36.667803N, 136.658861E, 方位角286.0°)

県道より約60m砂丘側を走る道路に面した住宅。 右手が砂丘側。敷地地盤が道路側に押し出さ れていた。 左図の宅地から約40m砂丘側の農地。奥が砂 丘。遠景の農地には、階段状の引っ張り亀裂が 見られた。流動の起点と思われる。

内灘町宮坂



図112 内灘町宮坂の断面図(地理院地図により作成)



図113 内灘町鶴ヶ丘における液状化確認地点 (空色アイコン:今回調査、緑アイコン:1月30日調査)

2024年1月には県道8号(内灘町大根布-西荒屋区間では県道162号と重複)沿道を中心に調査したが、今回は県道8号より砂丘側と干拓地側の液状化発生の確認を行った。

内灘町鶴ヶ丘



図114 内灘町鶴ヶ丘2-109 (36.642628N, 136.641997E, 方位角115.5°) 図115 内灘町鶴ヶ丘2-159-2 (36.642436N, 136.642289E, 方位角273.7°)

県道8号から約80m砂丘方向に向かう道路の状況。砂丘を背にして干拓地方向を望む。ここより 砂丘側には道路の被害は見当たらなかった。

県道8号から約40m砂丘方向に行った所にある 基礎が沈下した住宅。道路の奥が砂丘。

内灘町鶴ヶ丘





図116 内灘町鶴ヶ丘2-82 (36.642278N, 136.642228E, 方位角257.6°)

県道8号より約40m西側(砂丘側)を走る道路。 右手が砂丘側。塀と門柱が前傾し、大きく沈下 している。 図117 内灘町鶴ヶ丘2-5-72 (36.641444,N, 136.643556E, 方位角234.6°)

県道8号より約110m東側にある干拓地の外周 道路に面して建つ住宅。地盤が干拓地側にせり 出しており、噴砂が見られる。物置と住宅が大き く傾いていた。

内灘町鶴ヶ丘



内灘町湖西(河北潟沿岸)



図119 内灘町湖西 (36.658003N, 136.671006E, 方位角143.1°)

河北潟に面している地域であり、砂丘からは 1.3km余り離れている。ここでは広域に噴砂、開 ロ幅が広い地割れ、電柱の傾斜が見られた。写 真の右手が河北潟、左手が河北潟干拓地。 **図120 内灘町湖西** (36.658050N, 136.670503E, 方位角275.3度[°])

写真の左手が河北潟、右手が河北潟干拓地。 斜面が干拓地側に流動したと見られ、開口幅が 1m近い地割れが多く見られ、地割れの中には 噴砂が堆積していた。三角コーンが置いてある 道路は、応急復旧しているものの凹凸が激しい。

内灘町湖西







図121 内灘町湖西の断面図(地理院地図により作成)


今回の地震で噴砂や側方流動が発生した地 域が、内灘砂丘の裾か、河北潟の旧湖面かを 確認するために、最も古い地形図である1909 (明治42)年測量の1/5万地形図と液状化確認 地点を重ね合わせた(図122)。液状化地点の 一部は旧湖面や湖岸の湿地に位置しているも のの、大部分は砂丘縁辺ないし湖岸低地に分 布している。

次頁の図123(a)~(d)に現在の地理院地図 と重ね合わせた拡大図と、旧湖面または湖岸 の湿地における被害事例の写真を示す。背後 の砂丘からの側方流動の影響を受けていると 思われる被害と、側方流動の影響は認められ ず噴砂のみの場合の二通りがある。両者の違 いについては背後の砂丘斜面の地形や地盤 条件などとの関係を検討する必要がある。

図122 砂丘縁辺部の液状化発生と旧地形の関係



図123 砂丘縁辺部の液状化発生と現・旧地形の関係 (カラー:地理院地図、モノクロ:旧版地図)



図123(c)と(d)の地域では、旧湖面での液状化被害は確認できなかった。



(d)内灘町鶴ヶ丘

図123 砂丘縁辺部の液状化発生と現・旧地形の関係(続き) (カラー:地理院地図、モノクロ:旧版地図)



砂丘の縁辺部には、一般 に砂丘地下水の湧出が多く 見られる。液状化の発生は 地下水位の高低と密接に関 係していることから、3月14 日夕方に湧水池点の確認 を行った。調査の前々日は を行った。調査の前々日は といるし、調査の前々日は に晴天であった。降 雨による水たまりは2日間で 解消されていると仮定し、湧 水や湧水の道路への流出と 思われる地点を確認した。

湧水池点の分布を図124 に湧水の状況を図125①~ ⑥と図126①から④に示す。

永坂らの調査⁹⁾によれば、 次頁の図125③のかほく市 大崎の小清水は、標高6m 付近の竹林から常時湧き出 しており、年間を通じて毎分 約200~500リットル余りの 湧水量があるとのことであ る。

①かほく市大崎リ3 36 705967N 136 690658E 方位角211.2[®]





図125 かほく市における湧水の例 (3月14日撮影)





⑥かほく市大崎イ
36.697147N, 136.684067E,
方位角314.7°

図126 内灘町における湧水の例(3月14日撮影)



①内灘町室イ89-7 36.688989N, 136.676147E, 方位角27-1°

2内灘町西荒屋口108 36.682656,,N, 136.672194E, 方位角233.3°



④內灘町西荒屋イ 38-679028N、136-668639E、方位角274-0*

まとめ

令和6年能登半島地震の液状化被害について、石川県七尾市・珠洲市・穴水町・輪島市・かほく市および内灘町を調査した。限られた調査期間と調査地域ではあるが、土地条件と液状化履歴の観点からまとめると以下のようになる。

- 土地条件から見ると、液状化の発生は、内灘砂丘地域を除く海岸部では埋立地と砂州、内陸部では三角州性低地と後背湿地に多く、微地形区分から見るとバラエティに富んでいた。内灘町とかほく市に関しては、前報¹⁰⁾でも報告したように、平均標高約20mの内灘砂丘の裾(縁辺)に被害が集中していた。
- 今回調査した地域には、信濃川下流のような大規模な旧河道は存在しないが、輪島市門前町や穴水町で小規模な旧河道に立地していると考えられる宅地で顕著な液状化被害があった。
- 内灘町とかほく市の内灘砂丘において、液状化に伴う側方流動が発生した5地区の断面図を地理院地図を利用して作成したところ、側方流動は標高が概ね3~6mの砂丘の裾で発生し、推定流動域の勾配は最小1.8%(鶴ヶ丘)、最大4.0%(宮坂)、残る3地区は2%台であった。
- 明治期の旧版地図と現在の地理院地図を重ね合わせて、液状化地点の分布との関係を調べた。液状化地点の一部は旧湖面や湖岸の湿地に位置しているものの、大部分は砂丘縁辺ないし湖岸低地に分布していた。被害形態については、後背の砂丘緩斜面の側方流動の影響を受けているものと、受けていないものがあった。両者の違いについては背後の砂丘斜面の地形や地盤条件などとの関係を検討する必要がある。
- 内灘砂丘で側方流動による被害が顕著だった地域では、砂丘末端湧水と思われる地下水の湧出や湧水の道路への流出が多く見つかった。
- 液状化履歴から見た今回の被害の特徴は、過去に液状化被害が発生した地区で再び被害が発生していることである。過去に液状化が報告されている地域を重点的に調査した影響もあるが、2007年能登半島地震、1993年能登半島沖地震の際の液状化発生地点とその近傍で今回も液状化が確認された。 古くは、1933年能登半島地震や1891年濃尾地震での液状化発生地点において、再液状化が確認された。 れた場所もある。

参考文献

- 1) 気象庁: 令和6年能登半島地震の震度分布(2024/4/10参照) https://www.data.jma.go.jp/svd/eqdb/data/shindo/index.html#20240101161022
- 2) 若松加寿江・松岡昌志:地形・地盤分類250mメッシュマップ(2020更新版)<u>https://www.j-shis.bosai.go.jp/labs/wm2020/</u>
- 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,71pp.&DV,2011.
- 4) 中央気象台地震掛:能登強震調査報告, 験震時報 第7巻, pp.393-408, 1933.
- 5) 土木学会·地盤工学会:2007年能登半島沖地震被害報告書、2007(2024.4.10参照), https://www.jsce.or.jp/report/42/files/noto-2.pdf
- 6) 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(2024.4.16参照) https://www.jma.go.jp/jma/press/2401/26a/20240126 tsunamichousakekka.pdf
- 7) 岐阜大学教育学部:濃尾地震(明治24年)のアンケート調査報告(石川県), 岐阜大学教 育学部 郷土資料(10), 142pp, 1979.
- 8) 石川敬祐·安田進:2024年能登半島地震地震被害調査一速報-,2024.2.1(2024.4.16 参照) <u>https://committees.jsce.or.jp/eec205/system/files/Ishikawa_TDU_2024NotoEq_0.pdf</u>
- 9) 永坂正夫・高野典礼・福原晴夫・高橋久: 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 21, pp. 15-22, 2016.
- 10) 若松 加寿江: 令和6年能登半島地震による液状化発生地域の土地条件と液状化履歴, 2024.2.22, <u>https://www.jaee.gr.jp/jp/wp-content/uploads/2024/01/20240101noto_wakamatsu.pdf</u>