

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年2月22日

関東学院大学 工学総合研究所

若松 加寿江

wakamatu@kanto-gakuin.ac.jp

はじめに

現地調査の地域と日程で以下の通りです。

- 新潟市中央区・西区・港南区：2024年1月19日、20日
- 石川県内灘町・羽咋市・かほく市：2024年1月30日
- 富山県氷見市・高岡市・射水市の一部：2024年1月31日

現地調査は、陶野郁雄先生（山形大元教授）と吉田 望先生（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）と共に行いました。

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。ただし、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。

報告の後半には、液状化確認地点付近の写真を掲載していますが、地震後日数が経過しているため、道路等の応急処置がかなり進んでいました。地震直後の状況は、写真頁にURLを記載したニュース動画を適宜参考にして下さい。

最後に、令和6年能登半島地震で犠牲となられた方々のご冥福をお祈り申し上げますとともに、被災された皆様に謹んでお見舞い申し上げます。被災地の一日も早い復興を心からお祈りいたします。

地震の発生日時
01月01日16時10分頃
震央地名
石川県能登地方
深さ
ごく浅い
マグニチュード
M7.6

- ✕ 震央
- 震度 7
- 震度 6 強
- 震度 6 弱
- 震度 5 強
- 震度 5 弱
- 震度 4

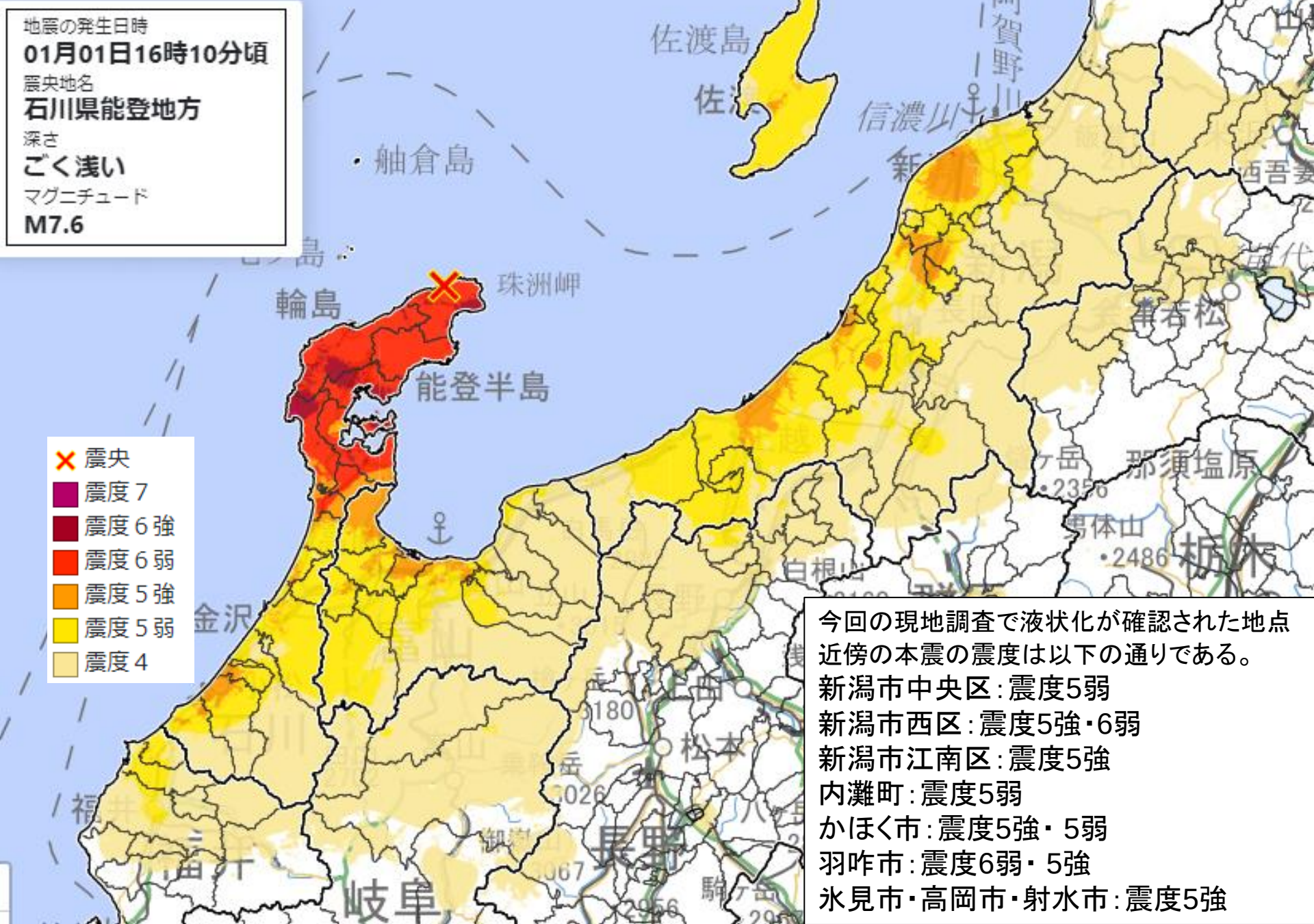


図1 令和6年能登半島地震の推計震度分布¹⁾

0 100 km

●今回の調査で液状化を確認した地点

液状化は、震度5弱以上の低地と埋立地で確認された。

図3



図4



微地形区分

- 山地
- 山麓地
- 丘陵
- 火山地
- 火山山麓地
- 火山性丘陵
- 岩石台地
- 砂礫質台地
- ローム台地
- 谷底低地
- 扇状地
- 自然堤防
- 後背湿地
- 旧河道・旧池沼
- 三角州・海岸低地
- 砂州・砂礫州
- 砂丘
- 砂州・砂丘間低地
- 干拓地
- 埋立地
- 磯・岩礁
- 河原
- 河道
- 湖沼

図2 微地形区分²⁾と液状化確認地点(全域)

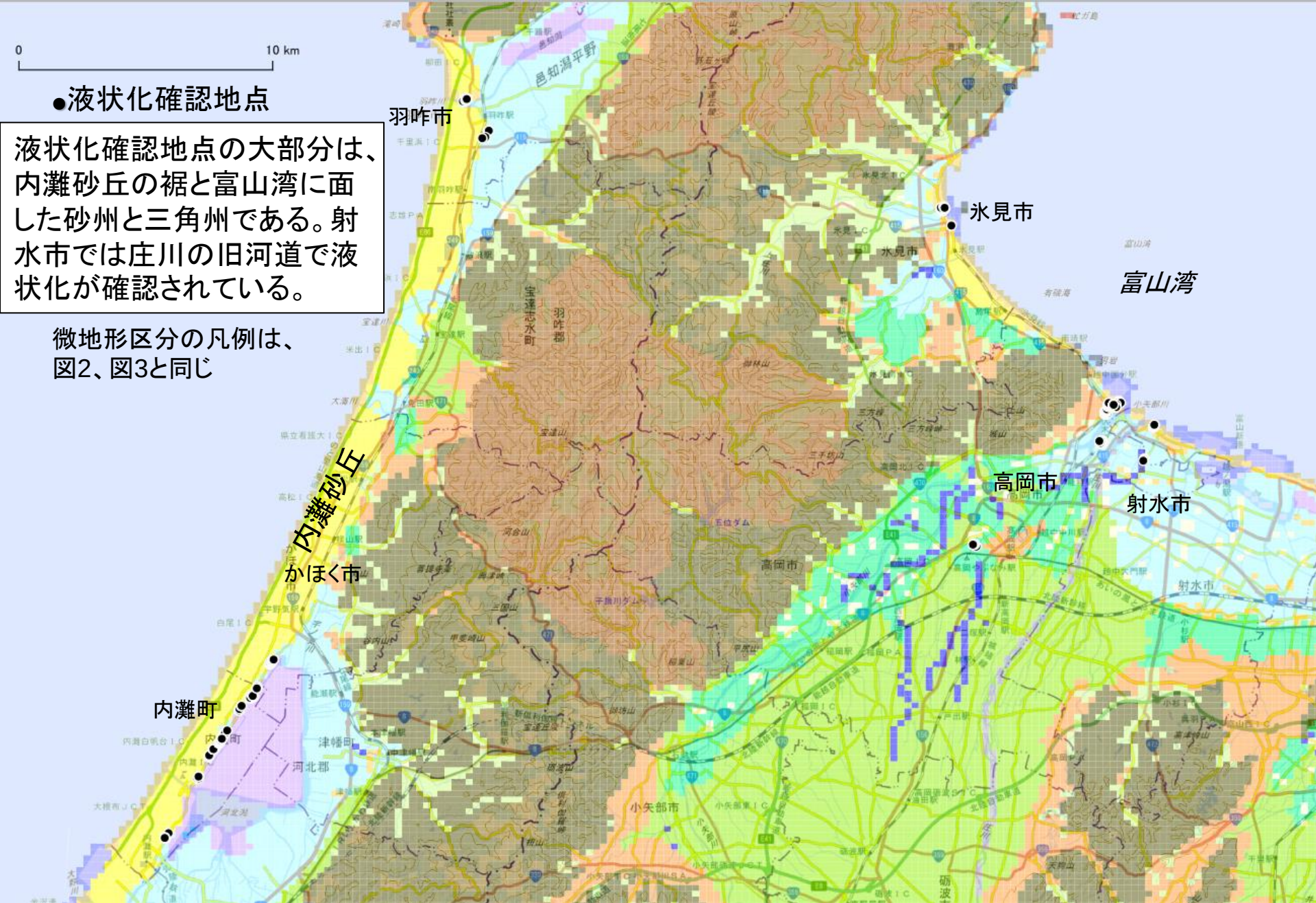


図4 微地形区分²⁾と液状化確認地点(石川県・富山県)

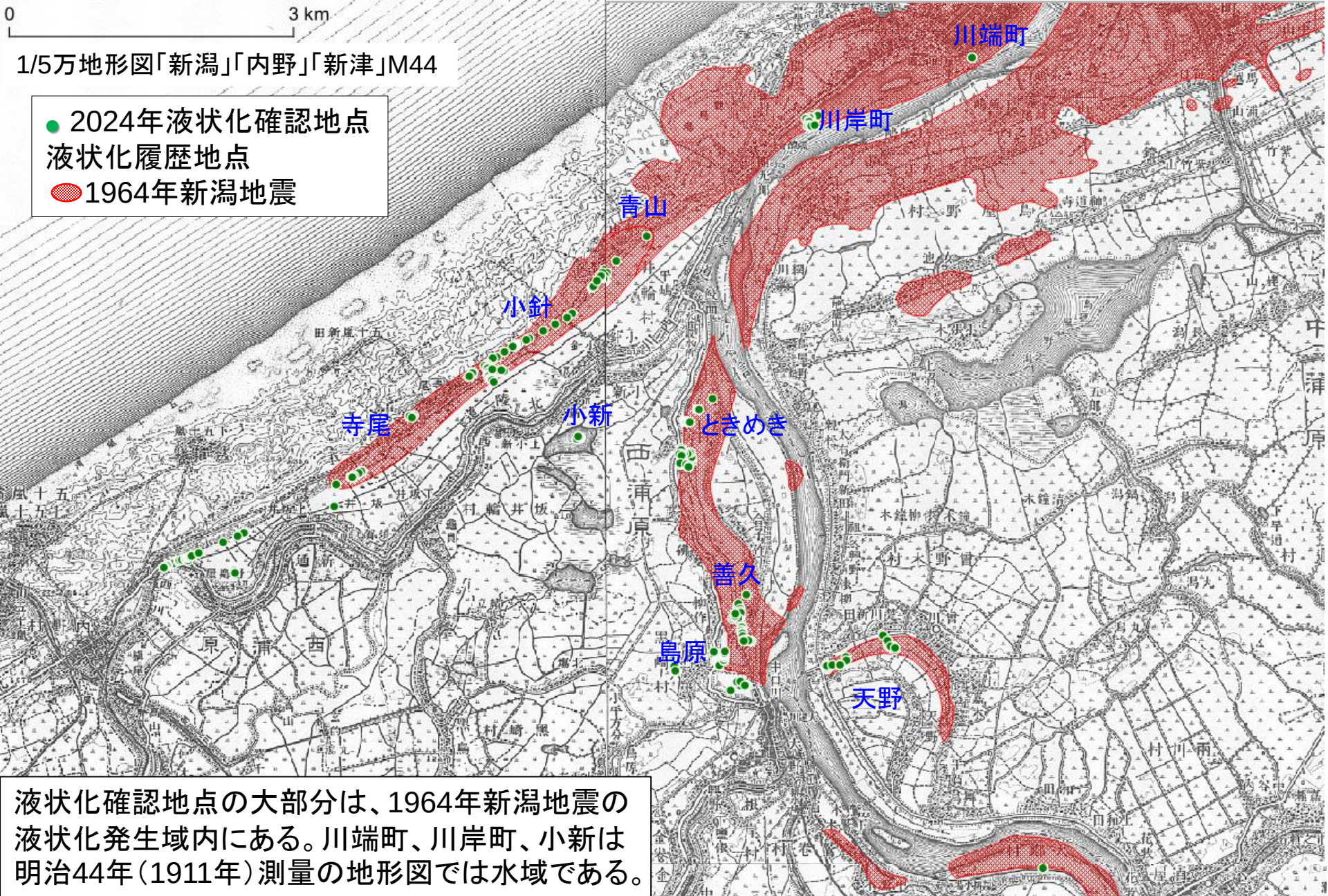


図5 液状化履歴³⁾・旧地形と液状化確認地点(新潟市)

0 4 km

1/5万地形図「津幡」「金沢」M42

- 2024年液状化確認地点
- 液状化履歴地点
- 1891年濃尾地震



内灘町では、1891年濃尾地震で噴砂の記録がある。液状化確認地点は内灘砂丘の裾で、河北潟（現在は大部分が干拓）と湖岸低地に面している。

図6 液状化履歴³⁾・旧地形と液状化確認地点(石川県かほく市・内灘町)

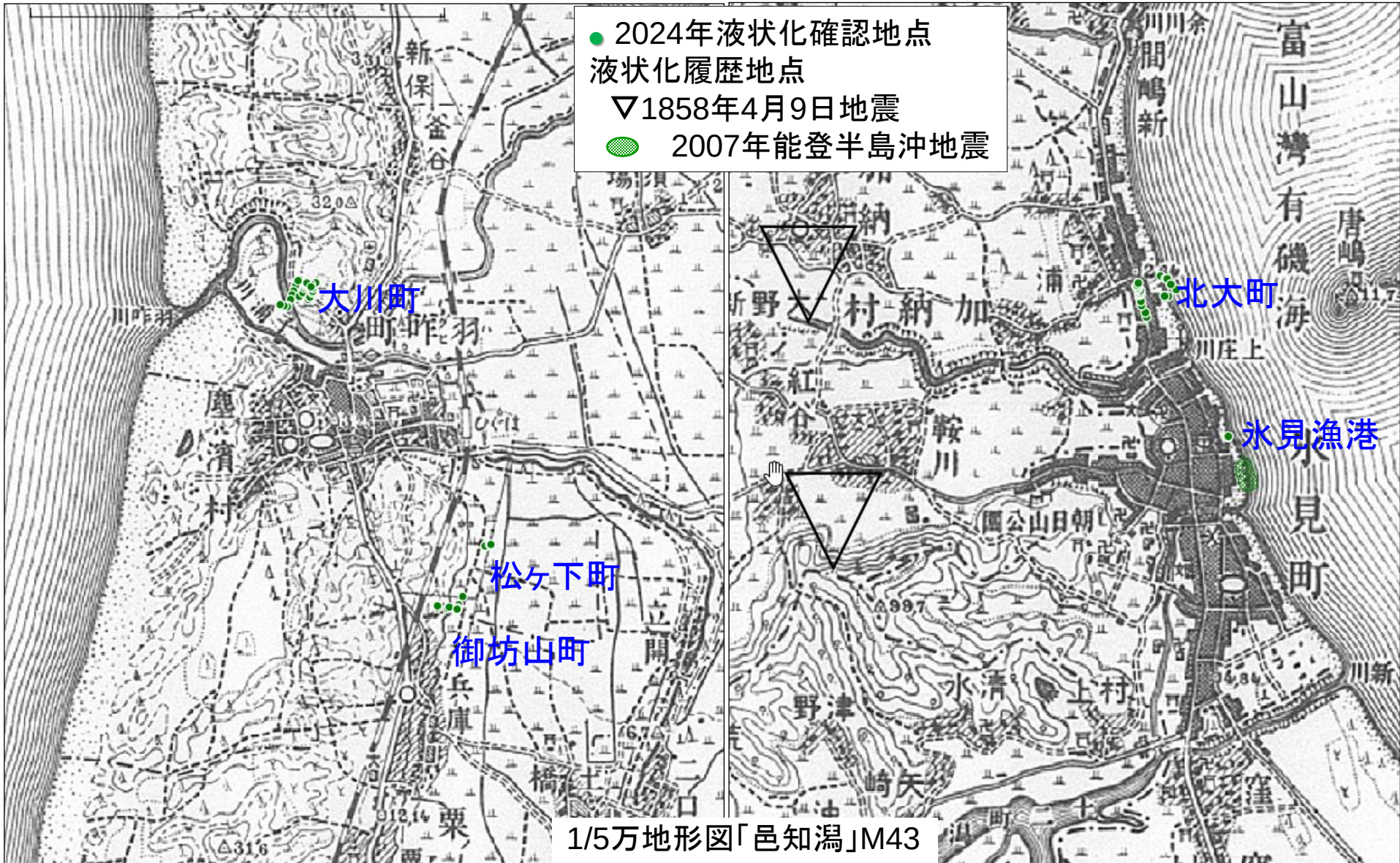


図7 液状化履歴³⁾・旧地形と液状化確認地点(羽咋市・氷見市)

- 2024年液状化確認地点
- ▽ 液状化履歴地点
- ▽ 1858年4月9日地震
- △ 1933年9月21日地震
- 2007年能登半島沖

液状化確認地点の近傍で
液状化の履歴が多数ある。
明治43年(1910年)に海域
だった場所(埋立地)での液
状化は少ない。

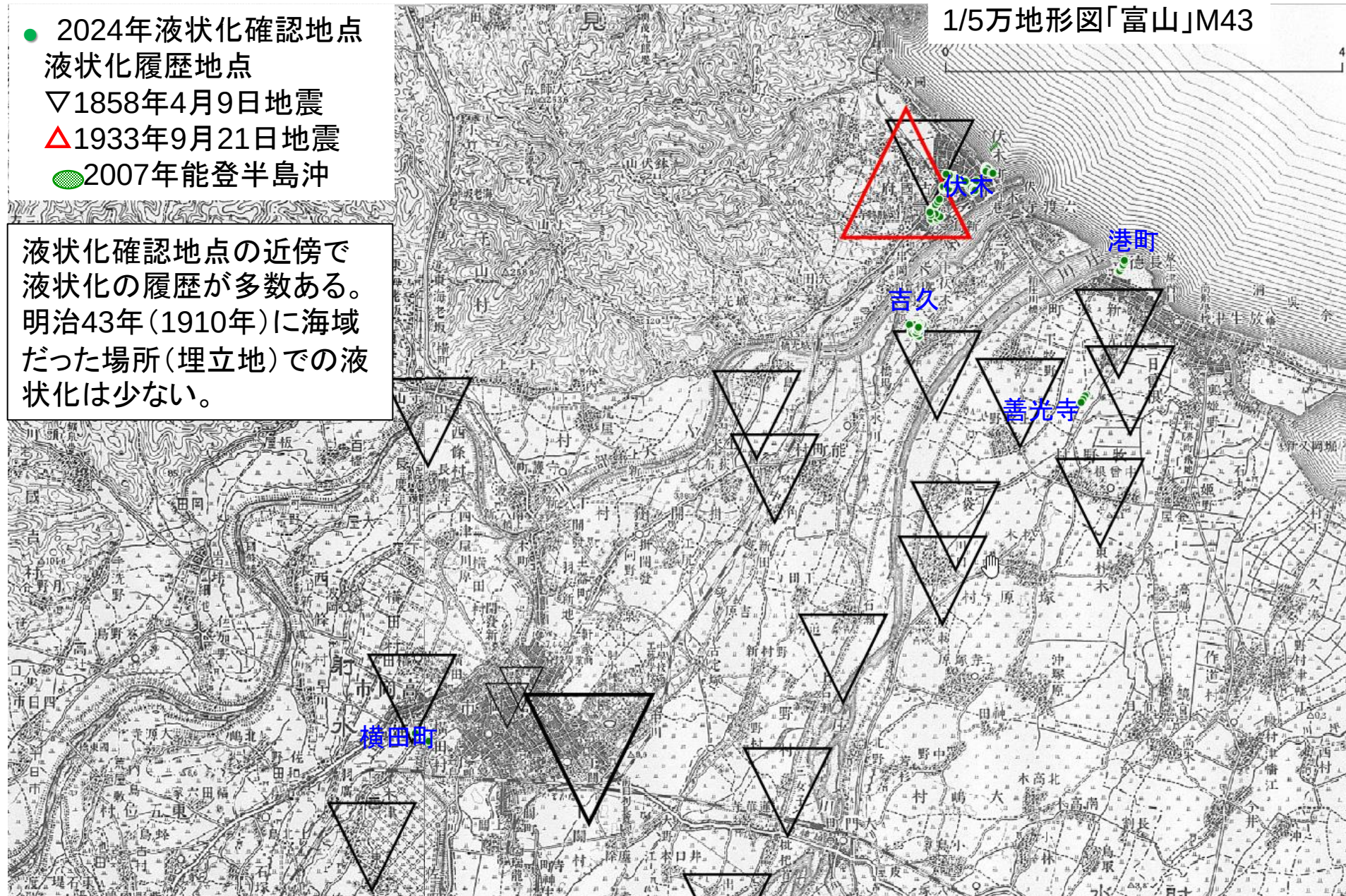


図8 液状化履歴³⁾・旧地形と液状化確認地点(富山県高岡市・射水市)

新潟市中央区の液状化被害



図9 新潟市中央区川端町1-1-1白山小学校
(37.914300, 139.043306E, 方位角201.7993°)

校庭に噴砂が確認された。1964年新潟地震では、地盤が信濃川に向かって流動し、地割れ、噴砂が著しかった。RC3階建ての校舎は著しく傾斜した⁴⁾。



図10 新潟市中央区川岸町3-28-5
(37.908103, 139.023758E, 方位角231.595°)
噴砂と家屋の傾斜、電柱の沈下が確認された。1964年新潟地震では信濃川に平行な地割れが確認されている⁵⁾。

新潟市中央区の液状化被害



図11 新潟市中央区川岸町3-25
北陸ガスグラウンド

(37.908497N, 139.023803E, 方位角179.4645°)

大量の噴砂が残っていた。1964年新潟地震でもグラウンドに信濃川と平行な多数の地割れと噴砂確認されている⁵⁾。



図12 新潟市中央区川岸町3-29

(37.908375N, 139.023453E, 方位角219.913635°)

図11のグラウンドの北西に隣接する宅地。大きな噴砂孔が残っていた。1964年新潟地震時も宅地で、信濃川と平行な地割れと噴砂が確認されている⁵⁾。

新潟市中央区の液状化被害



図13 新潟市中央区川岸町3-28-16
(37.907750N, 139.023881E, 方位角204.1912°)

住人によれば、庭や北側の畑(図14)には大量の噴砂があり、住宅の床は傾斜したが、この植木鉢は一つも落下しなかった。家の前の電柱は1m以上沈下した(調査時には復旧済み)。1964年新潟地震では、信濃川と平行な多数の地割れと噴砂を生じた⁵⁾。



図14 新潟市中央区川岸町3-28
(37.907733N, 139.023636E, 方位角273.7329°)

左端には直径80cm程度の噴砂孔が残っており、畑は大量の噴砂で覆われていた。

新潟市西区の液状化被害



図15 新潟市西区青山1-12 県道16号
(37.892906N, 138.999069E, 方位角213.9016°)

右手が砂丘。1964年新潟地震の際に青山地区の砂山で遊んでいた6歳の男児が砂丘が崩れて道路になだれ出し砂中埋まって死亡している⁶⁾。液状化に伴う側方流動の関与は不明である。



図16 新潟市西区寺尾朝日通17 県道16号
(37.884361N, 138.985489E, 方位角238.38°)

住民が撮影した動画によれば、寺尾歩道橋付近では、地震の大きな揺れとともに左奥の駐車場と県道の舗装面が波打ち亀裂が入った。その後小刻みに揺れ、2分後には砂丘側(右手)の歩道から泥水があふれ出てきて、10分後には道路にも流入した。駐車場や住宅街でも大量の地下水があふれ出た。調査時には手前の空き地にも大量の噴砂が残っていた。

参考動画: <https://youtu.be/6zVCEGOzNak>

新潟市西区の液状化被害



図17 新潟市西区寺尾朝日通8県道16号
(37.886142N, 138.988586E, 方位角268.797°)

右手の砂丘側から土砂が押し出され、建物のアプローチがせり上がっている。左端は県道16号。砂丘の裾の液状化に伴う側方流動が原因と考えられる。



図18 1964年新潟地震当日の県道16号)⁷⁾

図17の辺りで西方を撮影した県道16号の状況（当時は道路幅員が現在より狭かった）。右手が砂丘。路面が盛り上がり、電柱は大傾斜している。地盤が砂丘から低地に向かって側方流動したためと思われる（1964年6月16日竹内寛氏撮影）。

新潟市西区の液状化被害



図19 新潟市西区寺尾朝日通25-10
新潟西郵便局駐車場

(37.883206N, 138.983261E, 方位角359.8297)

液状化により大きく沈下して車5台が泥水に浸かったとのことであるが、調査時には応急処置済みだった。背後が砂丘、手前が県道16号。



図20 1964年新潟地震時の砂丘の階段状滑り⁷⁾

写真は県道16号の新潟西郵便局付近から、北東方向に向かって撮影している。(1964年6月17日竹内寛氏撮影)

参考動画: <https://youtu.be/OOCVx0-aPjc>

新潟市西区の液状化被害



図21 新潟市西区小針南17

(37.883797N, 138.987061E, 方位角 279.6773°)

県道16号より130m内陸側の東西方向の道路沿いの被害。後方の砂丘方向から地盤が押し出されて、コンクリート板がせり上がったように見える。



図22 新潟市西区小針南24

(37.883014N, 138.985856E, 方位角 27.95508°)

県道16号より140m内陸側の南北方向の道路沿いの被害。左が砂丘方向。地盤が砂丘方向から押し出されている。

小針地区では1964年新潟地震の際に25歳の女性が地下水噴出孔に転落して死亡している⁶⁾。また、砂丘が低くなって押し出され、下手の民家の前の道が湾曲したとの記録⁴⁾もある。両地点の詳細な位置は不明である。

新潟市西区の液状化被害



図23 新潟市西区寺尾21

(37.879292N, 138.976472E, 方位角01.0278°)



図24 新潟市西区寺尾22

(37.879353N, 138.976106E, 方位角333.2124°)

県道16号より100m北の砂丘斜面の階段。突き当たりが砂丘で越後線が走っている。右手の擁壁が破断しており、斜面全体が手前に滑り、引っ張られたような形跡がある。

新潟市西区の液状化被害



図25 新潟市西区寺尾東3-15
(37.873822N, 138.970017E, 方位角340.019°)

奥が砂丘、手前は県道16号。砂丘斜面を走る道路は波打ち、空色の家の前の駐車場のコンクリート板は数10cmせり上がっていた。県道に入る道路は補修済み。



図26 新潟市西区大野332-11 (37.864736N, 138.946669E, 方位角 26.26398°)

左手が砂丘で右手に西川が流れている。中央の木造アパートは傾斜しており、基礎が破壊していた。左の家の前の歩道は、隆起してめくれ上がっていた。地震直後の状況は、以下の参考動画に記録されている。

参考動画: <https://youtu.be/DKWAaEyNurY?t=164>

新潟市西区の液状化被害



図27 新潟市西区小新西1-5-1
新潟県立新潟工業高等学校

(37.877231N, 138.996536E, 方位角242.6503°)



図28 新潟市西区小新西1-5-1
新潟県立新潟工業高等学校

(37.877169N, 138.996231E, 方位角154.3732°)

図5に示したように敷地のある小新は旧池沼である。国土地理院の空中写真と旧版地図の図歴を見ると1960年代まで沼地が残っている。新潟工業高等学校⁸⁾によれば、「1970年12月に小新地区の学校敷地で地鎮祭を挙行」とあることから、敷地は1960年代後半に埋め立てられたと推定される。埋立地内での高校敷地以外での被害状況は不明である。

新潟市西区の液状化被害



図29 新潟市西区ときめき西1-19-6
(37.874964N, 139.008439E, 方位角301.5535°)



図30 新潟市西区ときめき西2-3-20
(37.876128N, 139.009461E, 方位角287.8857°)

ときめき地区西は、図5に示したように信濃川の旧河道であり、1964年新潟地震では全域で液状化しているが、当時は大部分が水田であった。国土地理院の空中写真で確認すると、1990年代に大規模造成により宅地となったようである。1、2丁目の道路のほぼ全面に噴砂の痕が残っていたが砂は撤去済み。地盤高が僅かに高い3丁目は、1、2丁目に比べて液状化の影響が軽微に見えた。

新潟市西区の液状化被害



図31 新潟市西区善久1033-5
(37.861172N, 139.015458E, 方向角9.024289°)



図32 新潟市西区善久459-29
(37.855981N, 139.012908E, 方向角359.2871°)

参考動画: <https://youtu.be/DKWAaEyNurY?si>

善久地区は、図5に示したように信濃川の旧河道で、ときめき地区の上流に位置する。1964年新潟地震では全域で液状化しているが、当時は大部分が水田であった。国土地理院の空中写真で確認すると、1970年代より宅地化が進み、現在では新潟市のベッドタウンとなっている。

新潟市西区の液状化被害



図33 新潟市西区善久978

(37.859886N, 139.015306E, 方位角237.988°)

右端に写る家屋は、噴砂量の影響を考慮しても相当量沈下している。



図34 新潟市西区善久525-34

(37.856083N, 139.013519E, 方位角 245.7987°)

家屋が沈下したためにビルトインガレージのスイングアップ式ドアが閉まらなくなっている。

新潟市西区の液状化被害



図35 新潟市西区善久877白山社
(37.857922N, 139.016783E, 方位角 279.4263°)



図36 新潟市西区善久846白山社
(37.857906N, 139.016206E, 方位角 251.5596°)

白山社は明治44年測量の地形図にも記載されている古い神社である。本殿は大きく沈下しており、境内には広範囲に噴砂の跡が見られた。液状化で大きく傾斜した鳥居は、平成9年3月に建立されたものである。

新潟市西区の液状化被害



図37 新潟市西区鳥原640-10

(37.853664N, 139.016219E, 方位角 253.659 9°)



図38 新潟市西区鳥原639-8

(37.853633N, 139.015581E, 方位角 333.7639°)

図5に示したように鳥原も信濃川の左岸の旧河道であり、1964年新潟地震で液状化している。この地区では側溝が全て噴砂で埋まり、調査時には大勢のボランティアが側溝にたまった砂を除去していた。畑には、大量の噴砂と大きな地割れが残っていた。

新潟市江南区の液状化被害



図39 新潟市江南区天野1-1-21

(37.856047N, 139.028228E, 方位角 149.5945°)



図40 新潟市江南区天野2-7-2
曽根木地区公民館

(37.857181N, 139.033753E, 方位角101.5254°)

天野地区は信濃川右岸の旧河道で、1964年新潟地震でも液状化が報告されている。住宅街の道路の噴砂は撤去済みだったが外構に変状が多く見られた。図40の曽根木地区公民館の敷地の噴砂は撤去されていたが舗装面に凹凸ができていた。写真右の塀沿いには多数の噴砂孔が残っていた。

新潟市西区・南区の液状化被害



図41 新潟市西区鳥原943

(37.856064N, 139.007417E, 方位角 207.8349°)

鳥原地区のはずれにある運送会社。倉庫の長いフェンスが上下に大きく波打っていた。道路は応急補修済みだった。

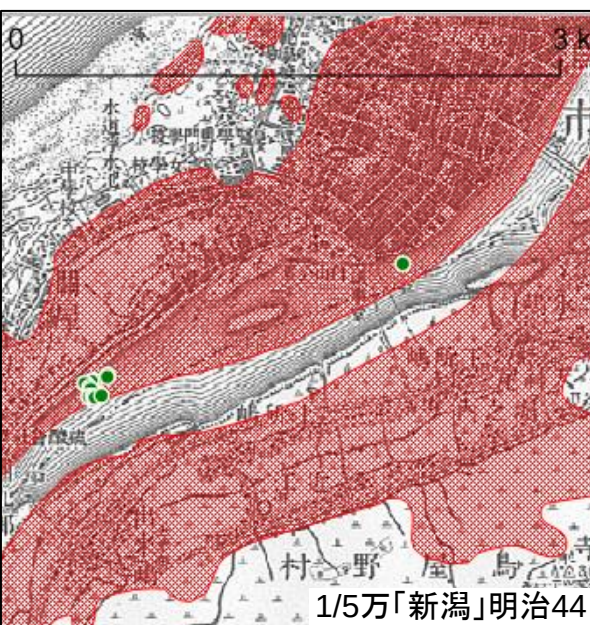


図42 新潟市南区瀬ヶ通

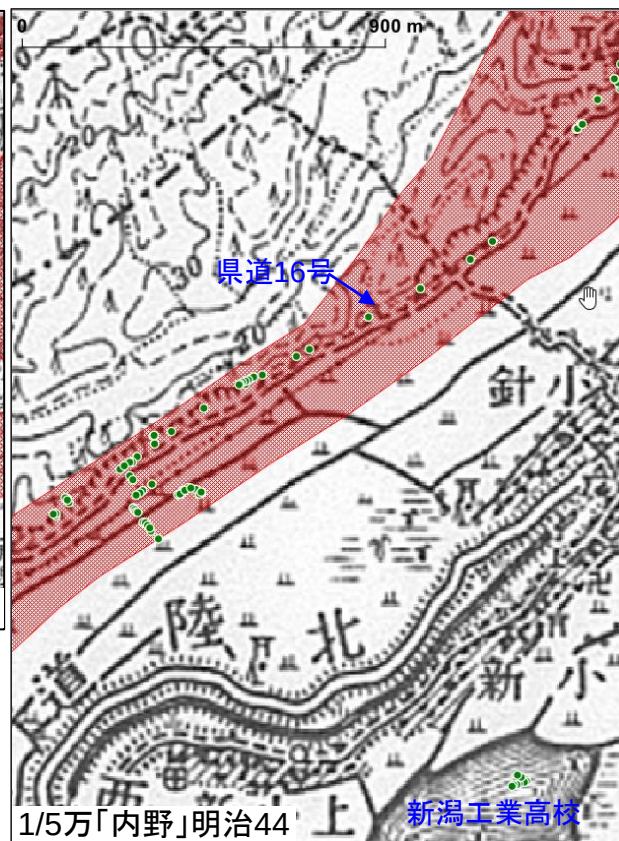
(37.835803N, 139.051619E, 方位角 37.54593°)

信濃川の河川敷の田圃には、噴砂が点々と残っていた。

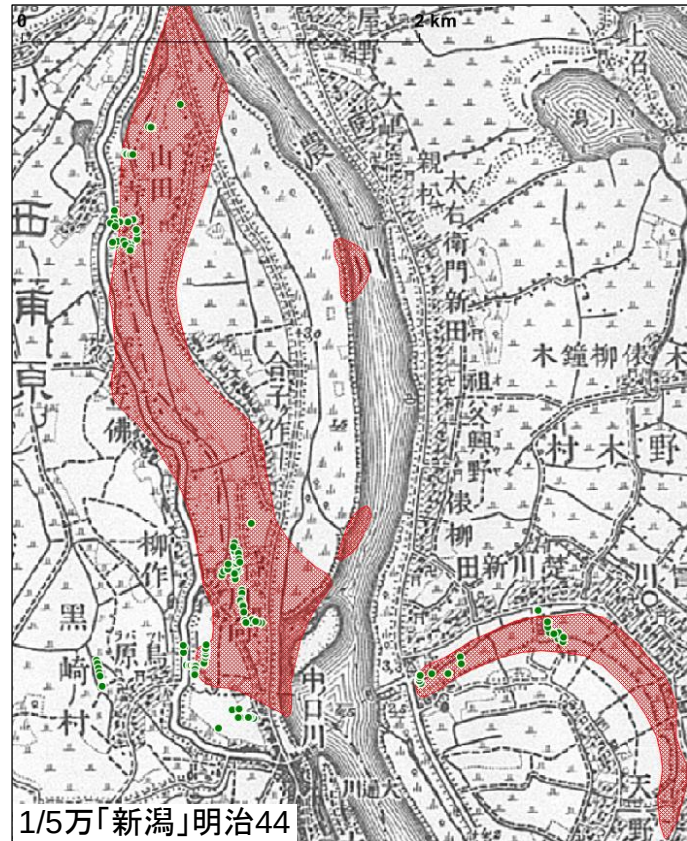
新潟市の液状化被害のまとめ



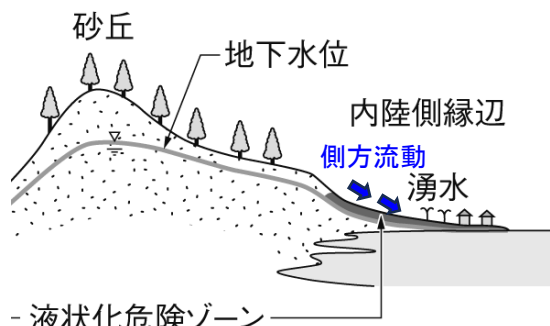
(a) 中央区川岸町・川端町
液状化が確認されたのは明治44年に信濃川の河道だった地区である。



(b) 西区青山・小針・寺尾
顕著な被害は砂丘の裾を走る県道16号沿いの砂丘側で発生している。被害原因は砂丘の内陸側の裾(縁辺)の緩斜面で発生した液状化に伴う側方流動と考えられる(図(d))。一部は低地側(旧水田)にも影響が及んでおり、影響範囲は県道からの距離が最大200m程度だった。



(c) 西区ときめき・善久・鳥原、江南区天野
液状化は、信濃川の旧河道で確認された。旧河道は1964年新潟地震当時は水田だった地域である。唯一、鳥原地区の三角州性低地の水田(現在は盛土)でも今回液状化が確認された(図41)。



(d) 砂丘縁辺部の液状化模式図

図43 新潟市の旧地形・液状化履歴と液状化確認地点の関係(凡例は図5と同じ)

石川県内灘町の液状化被害



図44 内灘町鶴ヶ丘2-83

(36.642039N, 136.642517 E, 方位角 353.3682°)

以下の頁に示す内灘町の顕著な液状化被害は、砂丘と低地の境界を走る県道162号線沿いの砂丘側で発生している。図44の左手が砂丘である。砂丘の裾の緩斜面で発生した側方流動が県道の路盤にブロックされて止まり、流下した砂で盛り上がったと考えられる。



図45 内灘町鶴ヶ丘2-84

(36.642097N, 136.642136 E, 方位角 56.32355°)

図45の右手が砂丘である。宅地が県道方向に引っ張られ、かつ持ち上がっている。

内灘町の被害に関する参考動画:

<https://youtu.be/IXJLX0JdjbU?t>

https://youtu.be/_mxPDbYINOI?t

<https://youtu.be/bkUGfdnR-Bk?t>

石川県内灘町の液状化被害



図46 内灘町宮坂イ13-1

(36.663211N, 136.656814 E, 方位角236.7992°)

写真の家の背後が砂丘、手前が県道である。
図44と同様な変状を生じている。



図47 内灘町宮坂イ18

(36.663819N, 136.657044 E, 方位角213.2293°)

家の右手が砂丘、左手が県道である。家屋の
県道に面した部分が持ち上がっている。

石川県内灘町の液状化被害



図48 内灘町宮坂2字21-3

(36.671053N, 136.661667E, 方位角 268.5927°)

背後が砂丘の県道に面したガレージ。砂丘斜面の側方流動によってガレージの床版が押し上げられ、かつ屋根の重みでガレージが沈下したため、天井高が極端に低くなっている。



図49 内灘町宮坂2字22

(36.670806N, 136.661589E, 方位角 336.2293°)

左奥が砂丘で県道に面したガレージ。砂丘斜面の側方流動によってガレージの床版が押し上げられている。図48に比べて屋根が重くないためか沈下はしていない。

石川県内灘町の液状化被害



図50 内灘町宮坂1字1-19

(36.673578N, 136.663833E, 方位角274.4785°)



図51 内灘町宮坂1字1-19

(36.673600N, 136.663528E, 方位角 256.8376°)

背後が砂丘で手前が県道に面している。RC4階建ての建物の1階が図51のように大きく沈下しており、遠方から見ると半地下のように見える。敷地の県道に接した部分は舗装がめくれ上がっており側方流動の形跡も僅かに見られるが、建物被害への関与は不明である。地理院地図を見ると背後の砂丘は切り取り急斜面の記号が付されており、敷地は切土地盤の可能性がある。切土は盛土より一般に液状化が起きにくいと考えられているが、切土により地下水位が浅くなり、地表近くが液状化し易くなったとも考えられる。1964年新潟地震では砂丘を一部切土造成した地域で液状化が発生している。

石川県内灘町の液状化被害



図52 内灘町宮坂1字13

(36.673786N, 136.664122E, 方位角325.0868°)

背後が砂丘で玄関前が隆起。地震前の2023年のストリートビューを見るとは階段は7段あったが、噴砂で埋もれ5段になっている。



図53 写真52の右手後方

(36.673786N, 136.664094E, 方位角29.25592°)

薄緑の家は図52と同じ。左手が砂丘。県道に近い地盤が隆起したことにより道路際のRC造のガレージとその後方の瓦屋根のガレージのけぞるように傾き、路面も斜めになっている。

石川県内灘町の液状化被害



図54 内灘町西荒屋イ5-4

(36.675614N, 136.666092E, 方位角293.1002°)

階段の右半分が相対的に沈下して踏面が斜めになっている。右の擁壁は地震前は水平。ロードコーンの左手背後で歩道が波打ち大量の湧水の瞬間が以下の動画で紹介されている。



図55 内灘町西荒屋へ1-2

(36.675836N, 136.666169E, 方位角58.96735°)。

コンクリートの床版が道路側にめくれ上がり、床版を囲む擁壁の高さが半分になっている。遠方の傾いた茶色の小屋は、図56のガレージ

参考動画: <https://youtu.be/IXJLX0JdjbU?t>

石川県内灘町の液状化被害



図56 内灘町西荒屋イ5-1

(36.675956N, 136.666319E, 方位角345.3423°)

図55の遠方に写るガレージの内部。左奥が砂丘。

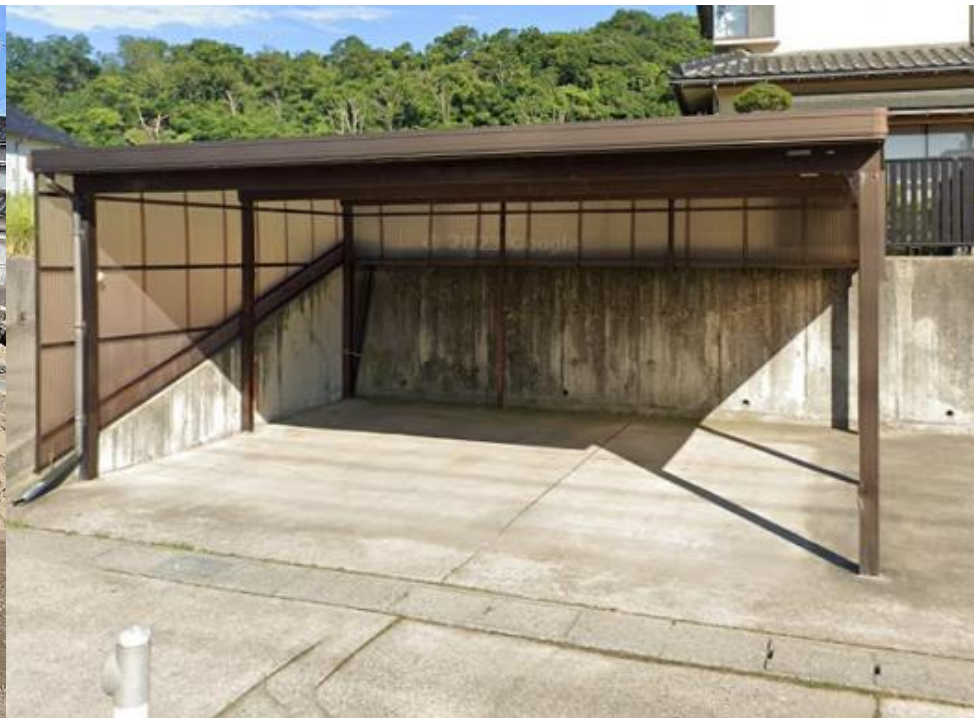


図57 図56のガレージの地震前の状況

(2023/8ストリートビュー)

石川県内灘町の液状化被害



図58 内灘町西荒屋へ1-50

(36.676528N, 136.666900E, 方位角346.1123°)

左手奥が砂丘、右手前が県道。地盤が倉庫もろとも大きく持ち上がり、県道との境界に埋設されていた側溝が飛び出している。地震前の状況を図59に示す。



図59 図58の地震前の状況

(2023/8ストリートビュー)

石川県内灘町の液状化被害



図60 内灘町西荒屋イ
西荒屋小学校バス停

(36.677200N, 136.667344E, 方位角310.213°)

奥が砂丘で県道に出る狭い道路。地震前は僅か1.8% (地理院地図で計測) の下り坂だったが側方流動で押し出され、手前の県道の路盤にぶつかって盛り上がり急斜面になっている。



図61 図60の右手の建物の内部。

(36.677247N, 136.667372E, 方位角292.9931°)

床版が持ち上がったことにより天井高が極端に低くなった建物内部。地震前のストリートビューで見ると、元々は3枚の引き戸があった (折れ曲がって写真の奥に置かれている)。

石川県内灘町の液状化被害



図62 内灘町西荒屋ハ6-54 西荒屋小学校
(36.678283N, 136.667953E, 方位角235.4328°)

右手奥が砂丘、左端が県道。この場所には、以下の動画で紹介されている高さが低くなった道路標識が設置されていたが、調査時には撤去されていた。

参考動画: <https://youtu.be/IXJLX0JdjbU?t>



図63 内灘町西荒屋ハ6-41
(36.678928, 136.668547E, 方位角314.9479°)

奥が砂丘、手前が県道。砂丘の裾の側方流動により押し寄せてきた土砂が県道の路盤にブロックされて止まり地盤が隆起したと考えられる。宅地の擁壁が45度に傾き、階段はほぼ垂直になっている。

石川県内灘町の液状化被害



図64 内灘町室イ84

(36.688800N, 136.675889E, 方位角240.7033°)

右手が砂丘、左端が県道。地震前は宅地と道路は同レベルだったが、砂丘からの側方流動により宅地側が押し上げられている。

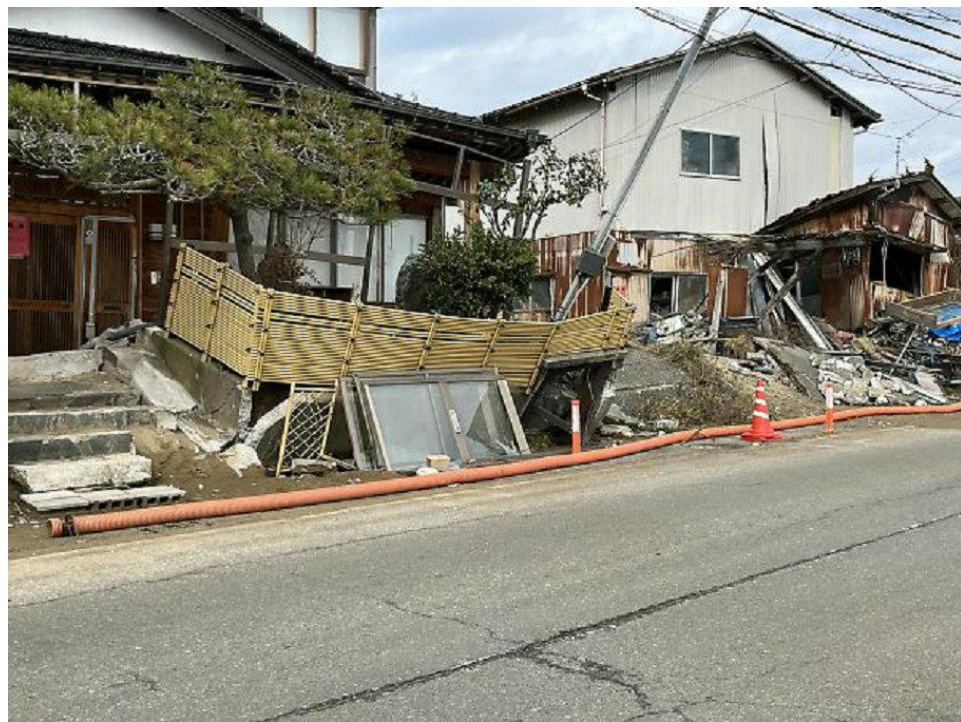


図65 内灘町室イ89-7

(36.688847N, 136.676072E, 方位角3.68808°)

左奥が砂丘。写真を見ると塀が沈下して傾いたように見えるが、宅地側が押しあげられている。左手の階段は、被災後2段追加されている。

石川県内灘町の液状化被害



図66 内灘町室口81-1

(36.691714N, 136.679886E, 方位角91.88662°)

この場所は、県道より河北潟拓地側（左手前に僅かに写るのが県道）。鶴ヶ丘、宮坂、西荒屋では砂丘の裾の側方流動が県道の路盤でブロックされ、県道より干拓地側では被害が比較的軽微であったが、室地区では干拓地側でも甚大な側方流動の被害が見られる（図67～図69参照）。



図67 内灘町室県道162号室北バス停付近

(36.691700, 136.679886E, 方位角43.51117°)

後方に図66の倒れた電柱が見える。左方が砂丘、右方が河北潟干拓地。

石川県内灘町の液状化被害



図68 内灘町室ハ15-6

(36.692467N, 136.680664E, 方位角109.2257°)



図69 内灘町室

(36.692186N, 136.681214E, 方位角219.1146°)

写真右は図69の承水路に向かう道路。左手前の県道との角地に建つ建物は大きな被害を受けている。

河北潟干拓地(左手)に面した幅約17m(地理院地図で計測)の承水路が側方流動により閉塞している。近傍でもう1箇所、河岸の側方流動が発生している。

石川県内灘町の液状化被害



図70 内灘町室ハ42-4

(36.695044N, 136.682800E, 方位角335.6708°)

左手の砂丘から流動が押し寄せ、県道の路盤に阻まれて止まったように見える。



図71 内灘町室ヘ1-27

(36.695542N, 136.682861E, 方位角216.8999°)

図70の奥の建物(右方向が砂丘)

石川県かほく市の液状化被害



図72 かほく市大崎ト98

(36.703564N, 136.688414E, 方位角24.50412°)

この辺りから北に向かって300m以上にわたり
県道より西側(砂丘側)に側方流動による被害
が集中していた。



図73 かほく市大崎チ26

(36.704211N, 136.688675E, 方位角334.6396°)

奥が砂丘で榊原神社の隣の空き地に階段状の
地割れができていた。神社の擁壁は上下にう
ねり3箇所大きく破断していた。

石川県かほく市の液状化被害



図74 かほく市大崎チ26榑原神社
(36.704272N, 136.688661E, 方位角338.8641°)

左手が砂丘。神社の社も擁壁破断箇所で損傷していた。



図75 かほく市大崎チ28
(36.704261N, 136.689286E, 方位角267.4698°)

奥が砂丘、手前が県道。砂丘からの側方流動により県道に接する宅地が大きく押し上げられていた。

石川県かほく市の液状化被害



図76 かほく市大崎チ81-1

(36.704989N, 136.689986E, 方位角339.6485°)

左方向が砂丘。階段の踏面が側方流動で押し出されて急傾斜している。



図77 かほく市大崎チ114

(36.705242N, 136.690217E, 方位角335.8691°)

奥が砂丘、手前が県道。宅地の前面が突き上げられていた。

石川県羽咋市の液状化被害



図78 羽咋市大川町北新125

(36.903481N, 136.775239E, 方位角282.4729°)



図79 羽咋市大川町北新123

(36.903347, 136.775147E, 方位角337.9316°)

北新地区では至る所に噴砂の跡が見られた。道路の砂は撤去されていたが、空き地や畑に噴砂が残っていた。が、家屋の傾斜も見られた。この地区は図7(a)に示したように、明治期には羽咋川の流路である。1952年米軍撮影の空中写真では、現在の新河道が開削されているが、旧流路の大部分は水面として残っている。1968年撮影の空中写真では造成がほぼ完了しており、その後1970年代から宅地になったと思われる。

石川県羽咋市の液状化被害



図80 羽咋市松ヶ下町14-2

(36.892078N, 136.784897E, 方位角264.4223°)

松ヶ下町は、図7(a)に示したように砂丘の裾に隣接する水田を盛土造成して発展した地区である。写真のこども園の庭には噴砂が見られ、地盤フェンスの外側の水路に向かって流動していた。



図81 羽咋市御坊山町

(36.889389N, 136.783417E, 方位角178.2993°)

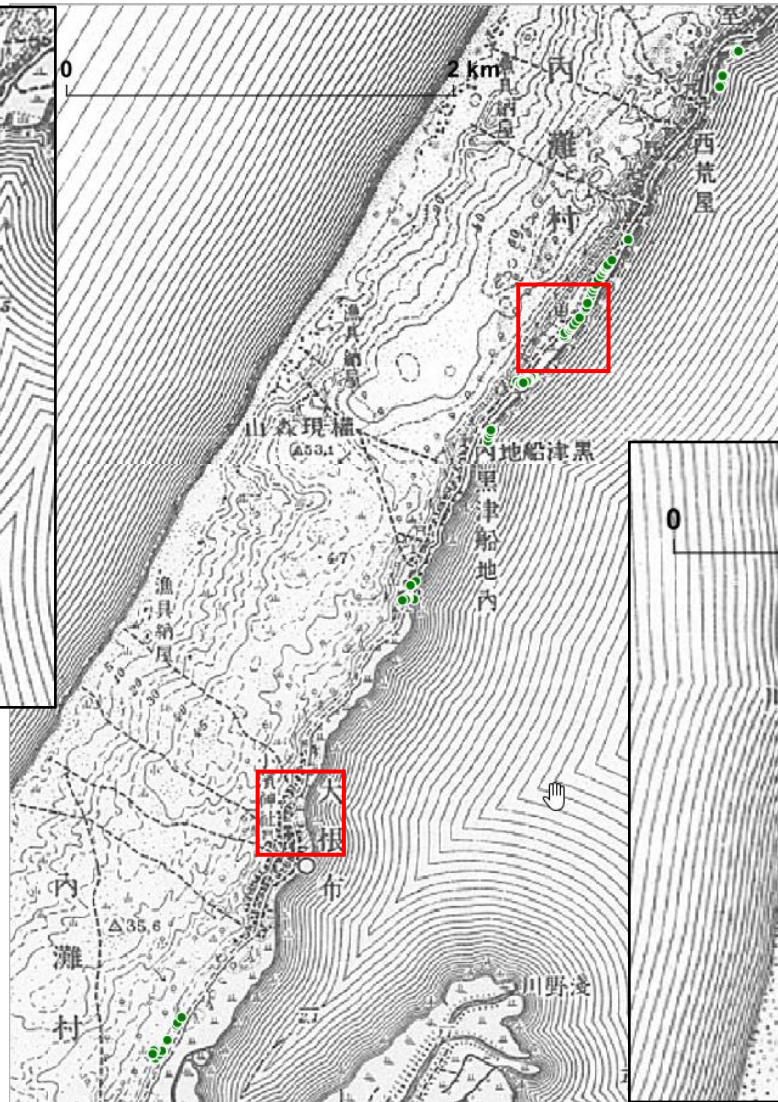
御坊山町は、長者川を挟んで松ヶ下町の西側に位置しており、図7(a)に示したように以前は砂丘の裾の畑や水田である。写真右手が砂丘で、長者川に向かう地盤の側方流動によると思われる被害が発生していた。畑や空き地に噴砂が残っていた。

石川県の液状化被害のまとめ



(a) かほく市大崎・内灘町室

大部分が新潟市西区の被害同様、砂丘の裾の側方流動による被害と考えられる。内陸の旧河北潟や低地で被害が確認されたのは、図(a)(c)の赤丸の地点だけである(図68、図69、図78～図81)。図(c)の青丸(図78、図79)は砂丘の裾に接する旧河道の造成地における被害である。図(b)の内灘村では、1891(明治24)で噴砂の記録⁹⁾がある。



(b) 内灘町西荒屋・宮坂・鶴ヶ丘



(c) 羽咋市

図82 石川県の旧地形・液状化履歴と液状化確認地点の関係(凡例は図6と同じ)

富山県高岡市の液状化被害



図83 高岡市横田町2-10-46

(36.745903N, 136.998978E, 方位角269.42°)

横田町2丁目は、千保川に近い水田を2000年代に盛土造成して開発された住宅地である。町内至るところに道路を応急補修した痕跡があり、噴砂が僅かに残っている。



図84 高岡市横田町2-11

(36.745986N, 136.999711E, 方位角221.8701°)

横田町2丁目内では、図84の4件のみ、応急危険度判定で「危険」の赤いステッカーが貼られていた。水田に面した擁壁や擁壁に近い地盤に変状があったと推測される。

参考報道記事：<https://newsdig.tbs.co.jp/articles/tut/936323?display=1>

富山県高岡市の液状化被害



図85 高岡市吉久1-2-273

(36.782322N, 137.055192E, 方位角130.4806°)

道路右側に埋設されている暗渠が浮き上がって宅地との間に大きな段差を生じたと推定される。暗渠建設の際に打設したと思われる鋼矢板の頭が抜け上がっている。



図86 高岡市吉久1-2-273

(36.781967N, 137.055419E, 方位角130.1658°)

住民によれば、応急危険度判定で緑ステッカーでも、この地区のほぼ全て家は床が傾斜しており、健康被害を発症しているとのことである。

射水川と庄川に挟まれた狭長な三角州に位置する吉久1丁目には顕著な液状化被害が見られた。明治43年(1910年)測量の1/5万地形図では1丁目は水田となっている。住民によれば、明治時代から先祖がこの地に住みついているとのことであり、少なくとも明治以降は河道や池沼だった形跡はない。1995年兵庫県南部地震での尼崎市築地地区の液状化被害事例と土地条件が酷似している。

富山県高岡市の液状化被害



図87 高岡市吉久1-2-10

(36.781881N, 137.055297E, 方位角264.4721°)

最近新築したこの家は、外観からは無被害のように見えるが、家の中の床は傾いており、地震1ヶ月を経過しても沈下が進行し、アプローチと道路の間のクラックの開きと段差が広がっているとのことである。



図88 高岡市吉久1-2-27

(36.745986N, 136.999711E, 方位角81.49139°)

明治期に建てられた頑強な造りの住宅だが、床が傾斜し、建具に大きな狂いを生じている。写真は柱と鴨居の沈下によって書院障子が前傾し、床の間の押し掛けが斜めになっている。

富山県高岡市の液状化被害



図89 高岡市伏木古国府1-20 伏木駅前トイレ
(36.791814N, 137.057419E, 方位角40.48746°)

参考動画: <https://youtu.be/w110G5Jtbyk?t=614>



図90 高岡市伏木古国府1-22駅前通
(36.792419N, 137.057694E, 方位角42.07025°)

上記の報道動画によると、高岡市伏木地区では、JR伏木駅前(伏木古国府)から伏木本町、伏木錦町、伏木中央町、伏木湊町にかけて広範囲に液状化被害が発生したとのことである。地震の翌日に撮影された駅前通は車道も噴砂で覆われている。筆者らが現地調査を行った地震1ヶ月後には噴砂は片付けられ、道路の段差や陥没も埋められていた。図89は駅前公衆トイレは大きく傾いたままだった。

富山県高岡市の液状化被害



図91 高岡市伏木古国府7-10
(36.792869N, 137.057328E, 方位角5.18438°)

建物には、軒並み応急危険度判定の赤いステッカー紙が貼られていたが、内部の状況は不明である。



図92 高岡市伏木錦町5-17
(36.795294N, 137.059556E, 方位角22.67373°)

富山県高岡市の液状化被害



図93 高岡市伏木錦町6

(36.795872N, 137.059342E, 方位角193.7718°)

電柱が大きく傾いているが建物も傾いているようである。



図94 高岡市伏木錦町6-1

(36.795328N, 137.061081E, 方位角298.2733°)

傾いたRC2階建ての建物。傾斜の進行を抑止するために2台のパワーショベルが建物の壁面を押さえていた。建物に大きな構造被害は見受けられず、地面にめり込むように傾いていること、手前の道路に噴砂が残っていることから液状化による被害と考えられる。

富山県氷見市の液状化被害



図95 氷見市北大町10

(36.864894N, 136.984742E, 方位角116.9813°)

北大町は古くからの港町で、図95は県道373号沿いの商店街。通りの左側(海側)の建物被害が目立った。歩道の敷石がはがされていることから、地盤変状があったと推測される。



図96 氷見市北大町11

「(36.864789N, 136.984756E, 方位角75.05116°)

応急危険度判定のステッカーには「建物に1/20以下の傾斜あり。基礎の一部に被害がある」と書かれている。町内では、このような記載のある建物が多数あった。

富山県氷見市の液状化被害



図97 氷見市北大町25氷見番屋街駐車場
(36.865278N, 136.985947E, 方位角116.9813 116.9813°)

番屋街は営業しており、駐車場の噴砂は撤去されていたが、噴砂の痕跡が広範囲に見られた。



図98 氷見市比美町氷見漁港
(36.858606N, 136.989394E, 方位角324.0463°)

写真右方の護岸に平行して地割れや噴砂の跡が続いていた。明治期の旧版地図と重ね合わせると、地割れは旧海岸線に沿って発生したようである。右手の埋立地側が幾分沈下している。

富山県射水市の液状化被害



図99 射水市善光寺22-1

(36.776139N, 137.074600E, 方位角287.7987°)

善光寺は年代的には古い庄川の旧河道に位置している。局所的に噴砂が残っていた。建物への影響は不明である。



図100 射水市善光寺22-3

(36.775556N, 137.074158E, 方位角326.5539°)

写真手前の細い水路沿いの地区に噴砂や変状が発生していた。この水路は旧河道の外周に沿って流れており、旧河道の名残である。

富山県射水市の液状化被害



図101 射水市港町218

(36.865278N, 136.985947E, 方位角281.5369°)

庄川河口右岸の堤防被害(写真後方が庄川、手前は新湊漁港)。この地域は津波被害も受けており、堤防はブルーシートで覆われている。国土交通省によれば、被害は天端クラック2箇所とのことである。



図102 射水市港町2-8

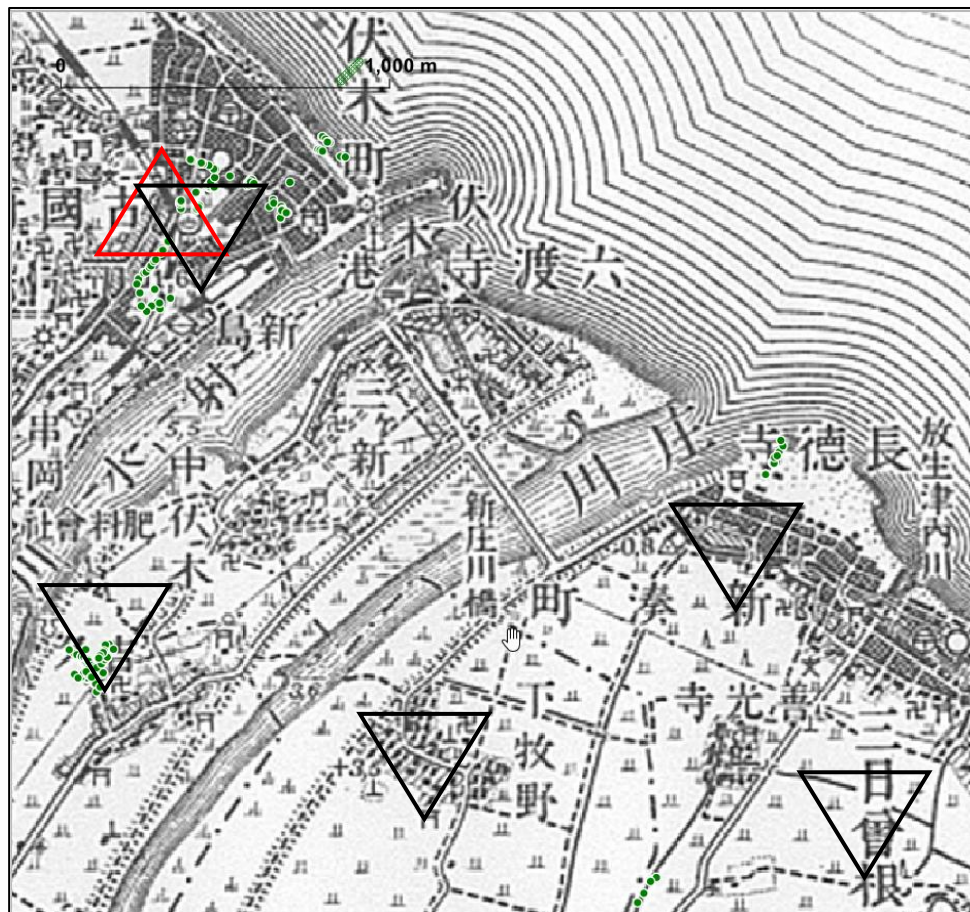
(36.787636N, 137.078811E, 方位角07.9652°)

新湊漁港の港町には古い家並みが続いている。噴砂が多く残っており傾いた建物も散見されたが、液状化か津波か被害原因は不明である。

富山県の液状化被害のまとめ



(a) 氷見市



(b) 高岡市・射水市

図103 富山県の旧地形・液状化履歴と液状化確認地点の関係(凡例は図8と同じ)

氷見市北大町と高岡市伏木町は砂州に立地した旧市街地である(海岸部は埋立地)。砂州は低地の中では液状化の可能性が余り高くないと考えられているが、今回の地震で顕著な被害を被った。しかし、図(b)の伏木では1858年と1933年の2回液状化の履歴がある(図中のプロットは地名に基づいており正確な液状化発生地点を示してはいない)。1858年の地震では、「町中地割れ、水吹き出し浸水」とあり、今回の液状化被害を連想させる。(b)の吉久1丁目は砂州ではなく庄川と射水川の三角州であるが、1858年で「田地割れ、砂噴出(1100歩)」の記録¹⁰⁾がある。吉久の旧市街は2丁目にあることから、1958年で被災した田地は今回の被災地である1丁目である可能性もある。

全体のまとめ

令和6年能登半島地震の液状化被害について、新潟市中央区・西区・江南区、石川県内灘町・かほく市・羽咋市、富山県高岡市・氷見市・射水市を調査した。ただし、上記の地域内で調査できたのは、幹線道路沿いのごく一部である。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ようになる。

- 土地条件から見ると、液状化の発生は、海岸砂丘の裾（縁辺）と旧河道が大部分を占めていた。砂丘の裾では、液状化に伴って側方流動が発生したことにより被害を増大させていた。側方流動は幹線道路と直行する斜面で起こり、道路の路盤にブロックされて地盤が突き上げられたことによる構造物被害が多く見られた。ただし、同じ砂丘の裾でも被害が集中する所と軽微な所があり、その原因の究明は今後の課題である。また、側方流動が砂丘斜面のどの辺りを起点として発生しているかについても今後究明する必要がある。
- 旧河道における液状化被害は、信濃川の旧河道で特に顕著であった。1964年新潟地震では水田の噴砂や畦畔の地盤変状が多かったが、今回はこれらの水田を盛土造成した住宅地に発生し、多数の家屋に被害を及ぼした。ただし、ひと連なりの旧河道の盛土造成地でも、液状化被害の程度に差があり、宅地の耐震対策の観点から原因究明が必要である。
- 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。新潟市、高岡市などがその代表例であるが、過去に液状化の履歴がないと思われていた内灘町も、限られた情報ではあるが明治24年（1891年）の濃尾地震で噴砂の記録があったことにも注目したい。

参考文献

- 1) 気象庁: 令和6年能登半島地震の推計震度分布
https://www.jma.go.jp/bosai/map.html#8/35.639/139.628/&contents=estimate_d_intensity_map&id=202401011610 (2024/2/3参照)
- 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)
<https://www.j-shis.bosai.go.jp/labs/wm2020/>
- 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) 日本建築学会: 新潟地震災害調査報告, 550pp, 1964.
- 5) 新潟大学理学部地質鉱物学教室(西田彰一代表): 新潟大学新潟地震地盤災害図, 1964.
- 6) 新潟市: 新潟地震誌、498pp, 1966.
- 7) 日本地震工学会・関東学院大学若松研究室: 1964年新潟地震直後に撮影された写真に基づく液状化被害の状況, 2014.
<https://www.jaee.gr.jp/jp/2014/06/09/4771/> (2024/2/12参照)
- 8) 新潟県立新潟工業高校: 学校紹介, <http://www.niigatakh.nein.ed.jp/10school/history.html> (2024/2/14参照)
- 9) 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.
- 10) 藤井環境地質研究所: 古地震被害調査研究報告その二(平成8年度), 1997.