

令和6年能登半島地震による内灘町室地区の液状化被害メカニズム解明に向けた調査報告(その1)

窪田上太郎¹・太田史朗¹・ハザリカヘマンタ²・松本樹典³・田中剛⁴・村井政徳⁵・藤白隆司⁶・道勇治⁷

Investigation Report Aiming to Elucidate the Mechanism of Liquefaction Damage in the Muro District of Uchinada Town Due to the 2024 Noto Peninsula Earthquake (Part 1)

Shotaro KUBOTA¹, Shiro OTA¹, Hemanta HAZARIKA², Tatsunori MATSUMOTO³, Tsuyoshi TANAKA⁴, Masanori MURAI⁵, Takashi FUJISHIRO⁶ and Yuji MICH⁷

Abstract

In the Muro district of Uchinada Town, which suffered significant liquefaction damage during the 2024 Noto Peninsula Earthquake, an on-site investigation was conducted to understand the damage situation as part of a basic study aimed at elucidating the mechanism of liquefaction damage. Furthermore, past topographical maps and geological survey results were collected to comprehend the history of reclamation by drainage and the composition of the ground in the Muro district. As a result, it was confirmed that the residential areas on the reclaimed land side of the Muro district, which experienced notable liquefaction damage, are composed of dune layers and landfill layers resulting from reclamation by drainage.

キーワード：地震, 液状化, 側方流動

Key words: Earthquake, Liquefaction, Lateral flow

1. はじめに

令和6年1月1日16時10分に発生した能登半島

を震源とする地震(M7.6)は、石川県、富山県、新潟県に甚大な被害をもたらした。特に、石川県

¹ 川崎地質株式会社

Kawasaki Geological Engineering Co., Ltd.

² 九州大学大学院工学研究院

Graduate School of Engineering, Kyushu University

³ 金沢大学名誉教授

Kanazawa University Professor Emeritus

⁴ 東京都市大学建築都市デザイン学部

Department of Urban & Civil Engineering, Tokyo City University

⁵ 清水建設株式会社

Shimizu Corporation

⁶ 地盤防災研究所

GeoDisaster Prevention Institute

⁷ 株式会社吉光組

Yoshimitsugumi Inc.

本稿に対する討議は2025年5月末日まで受け付ける。

河北郡内灘町室地区（以下、内灘町室地区）では、液状化や液状化に伴う地盤の側方流動によって、局所的に甚大な被害が発生した。今後の被災地の復旧・復興にあたっては、そうした液状化被害のメカニズムを明らかにすることが不可欠である。本稿では、内灘町室地区で発生した液状化被害のメカニズムの解明に向けた基礎検討として、現地調査で把握した被災状況および、旧地形図等から収集した現地の地盤・地質構成等の情報を収集・整理した結果を報告する。

2. 内灘町室地区における液状化被害状況調査

2.1 調査概要

図1は、現地調査を実施した内灘町室地区（室橋付近）の位置図である。現地調査は、発災後約1カ月が経過した2024年2月3日～2月4日にかけて実施し、現地の被災状況を把握した。

2.2 液状化被害発生状況

図2は、室地区における被災状況を示している。液状化被害は、主に、県道8号付近沿いで発生しているが、特に県道8号より河北潟干拓地側の宅地で被害が大きい。当該範囲では、液状化に伴い干拓地側への側方流動が発生し、付近一帯で噴砂が確認された。一方で、県道8号よりも内灘砂丘側では相対的に被害が小さく、干拓地側と比較して側方流動の変位量は小さくなっている。

窪田・他¹⁾は、室地区における液状化被害状況



図1 内灘町室地区 位置図

の把握を目的として、3D レーザー測量を実施し、航空写真等との比較から、地盤や家屋等の変位状況を把握した（図3参照）。その結果、液状化に伴う側方流動によって、県道8号より河北潟干拓地側の宅地では、最大12m程度民家が西部承水路方向へ側方流動し、約1mの沈下が発生した。

3. 内灘町室地区の地質構成

3.1 内灘砂丘の概要

本稿で検討対象とした内灘町室地区は、内灘砂丘の河北潟側の外縁付近に位置している。本項では、液状化被害メカニズムの解明に向けた基礎検討として、同地区の地形・地質の概要を整理した²⁾。

内灘砂丘は、石川県の海岸線沿いに形成された海岸砂丘の一つであり、延長約20km、幅1.5～2.0kmである。形成時期の違いによって、下部の古砂丘と上部の新砂丘に分類され、古砂丘と新砂丘の間には、黒色砂薄層～泥炭層が分布している。図4は、内灘砂丘の構成概念図³⁾に加筆を示している。本稿で検討対象とした内灘町室地区は、内灘砂丘の内陸側（河北潟側）の外縁に位置しているため、主に新砂丘の砂層が堆積していると考えられる。

3.2 河北潟の埋立てと干拓事業

河北潟では、江戸時代末期から大正にかけて、水田の造成を目的とした埋立てが計画されたものの実現に至らず、その後、昭和に入り干拓と名を変えて事業化を要望しつづけた結果、ようやく、昭和38年に「国営河北潟干拓土地改良事業」として事業化に至った。一方、河北潟に面する町村のうち、特に、内灘町における圃場整備の要望は特に強く、昭和初期にも国の緊急事業として砂丘緑地の埋立て工事が行われたようである⁴⁾。

本項では、それぞれの埋立ての経緯や範囲等を整理した。

(1) 昭和初期の埋立て

1932～1933年にかけて実施された昭和初期の埋立ては、経済恐慌の影響による公共事業として、内灘町宮坂、西荒屋、室地区内で実施された。埋

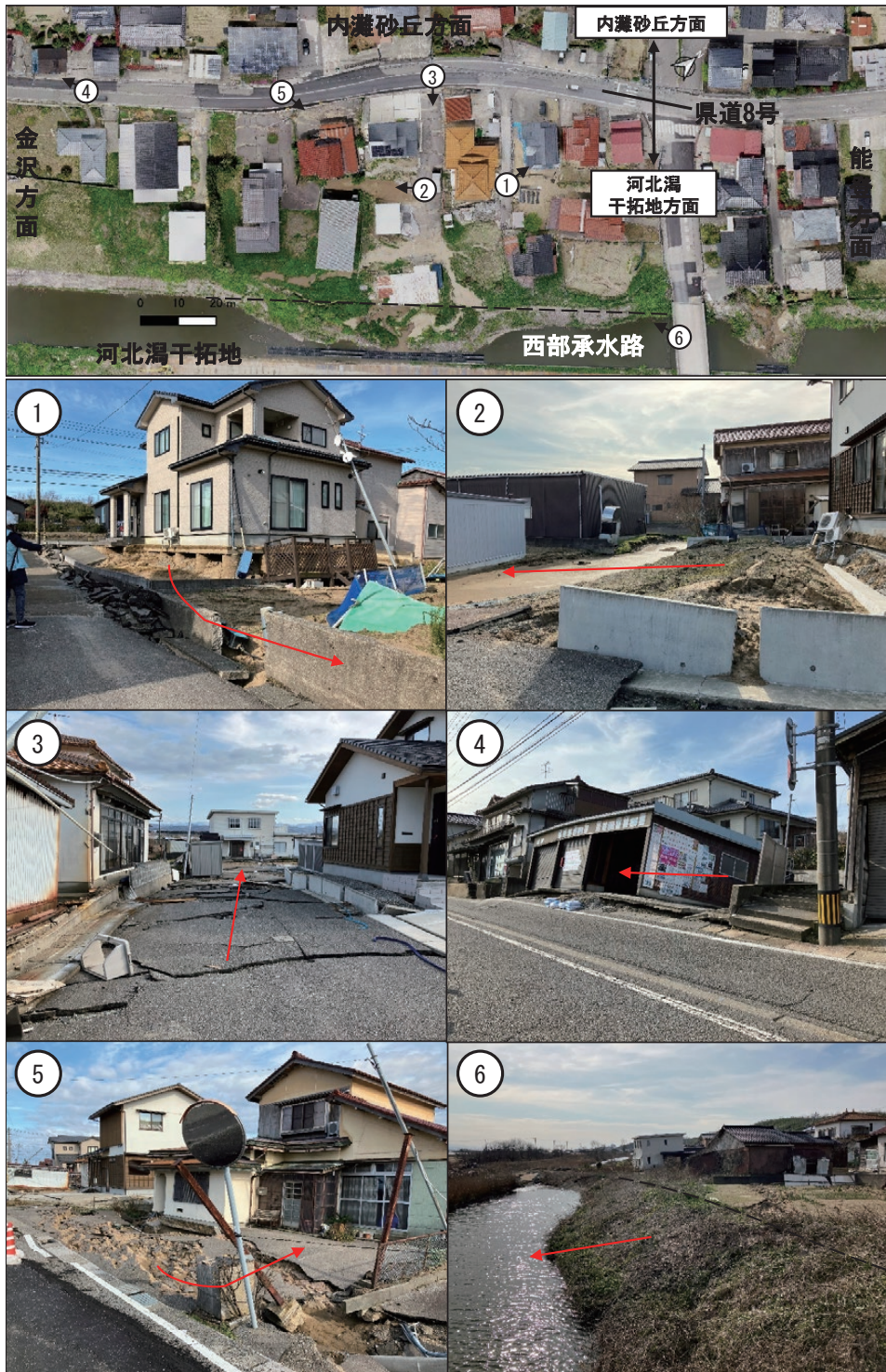


図2 内灘町室地区の被災状況

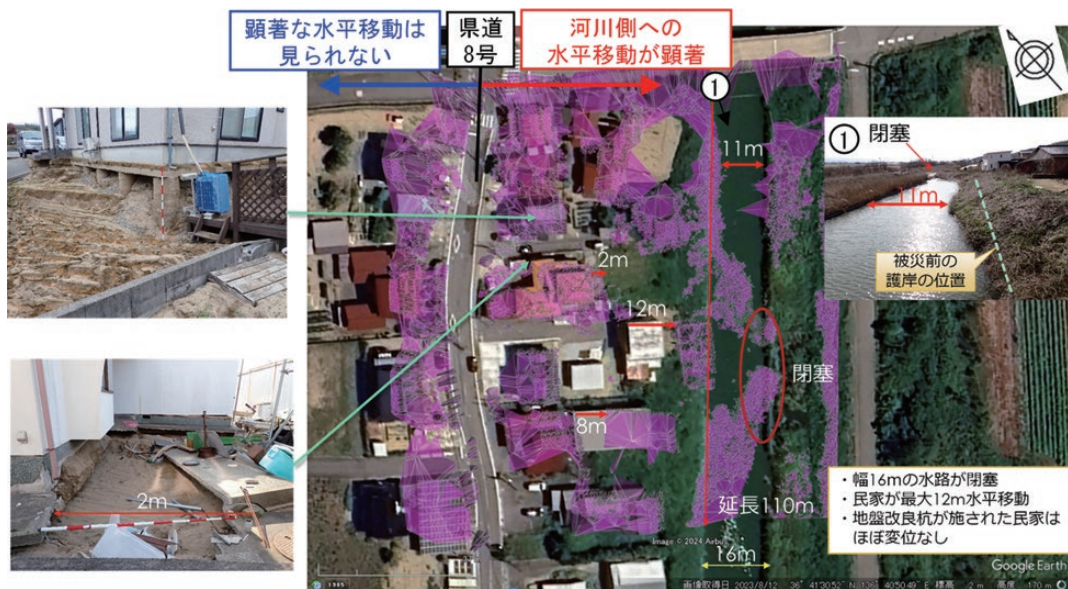


図3 内灘町室地区で実施した3Dレーザ測量と航空写真の比較¹⁾に加筆

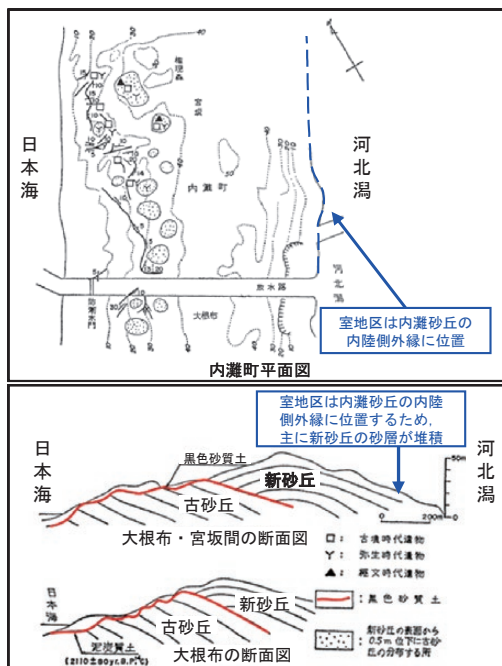


図4 内灘砂丘の構成概念図³⁾に加筆

立て工事は、潟縁へ砂丘の砂をトラックで潟ぶちまで運搬して、堤防を築造した上で、その背後地に潟底に堆積した泥土を運搬及び敷き均して水田

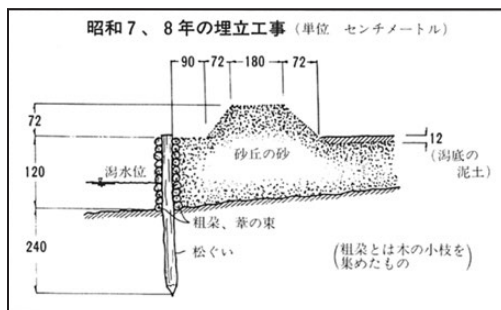


図5 昭和初期の埋立て工事の概要図⁴⁾

としたが、護岸とした粗朶や葦のくさがりが早く、流出した箇所も多かったようである⁴⁾。図5は、昭和初期の埋立て工事の概要図を示している⁴⁾。

旧地形図の比較図⁵⁾を用いて、埋立て前(1910年頃)と埋立て後(1969年頃)における河北潟に面する汀線の位置を対比し、昭和初期の埋立て範囲を抽出し図6に示した。なお、埋立て後の地形図には後述する国営河北潟干拓事業(1964年着手)で施工中の埋立て範囲が含まれていることから、地形図に図示されている既設建物の分布範囲に着目し昭和初期の埋立て範囲を推定した。併せて、室地区近傍の西荒屋地区における昭和初期及び昭

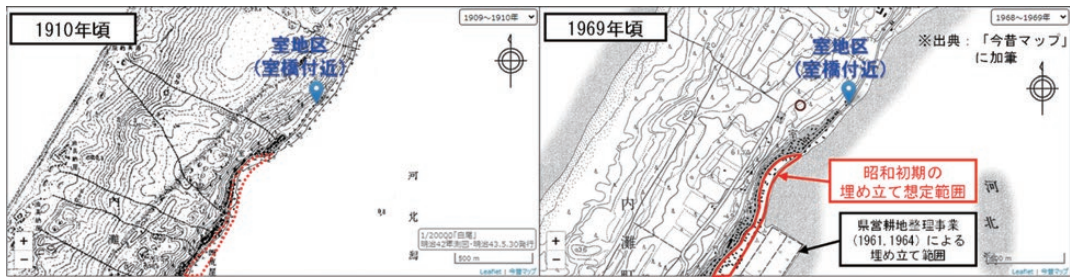


図6 昭和初期の埋立て範囲の想定図⁵⁾に加筆

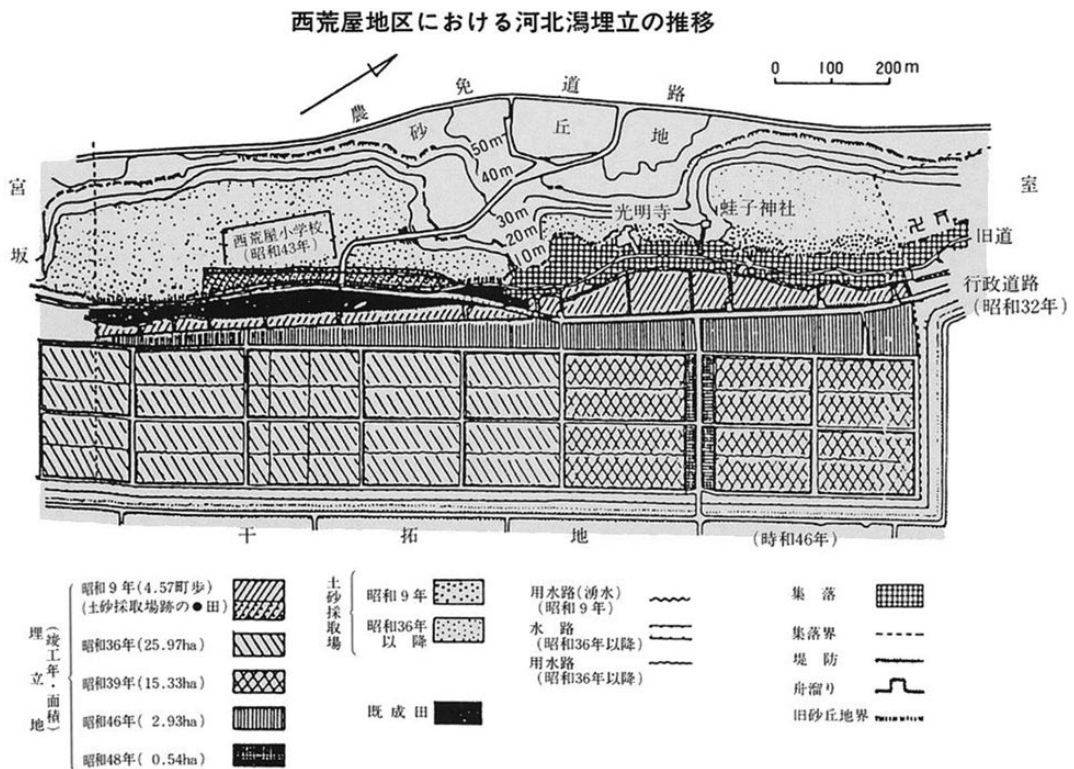


図7 昭和初期と昭和後期(県営耕地整備事業)の埋立て範囲(西荒屋地区の例)⁴⁾

和後期の埋立て範囲を図7⁴⁾に示す。図6によると、顕著な側方流動が確認された室地区の室橋付近は汀線位置に明確な差異が認められないため、昭和初期の埋立ての対象から外れた地区であった可能性がある。ただし、本検討で推定した昭和初期の埋立て範囲は、あくまで過去の地形図や文献に基づく推定範囲である。そのため、室橋付近も昭和初期の埋立て対象範囲であったが、その後時

間経過とともに埋立地が流出し、埋立て前と同様の汀線位置となった可能性も考えられる。

(2) 国営河北潟干拓事業⁴⁾

国営事業として1964年に河北潟の干拓に着手し1974年に全工事が完了した。本事業では、河北潟全面積2,248 haのうち1,369 haが陸化され、残り889 haが調整池として残されたが、この調整池には、干拓前と同様に周辺流域から表流水や地下

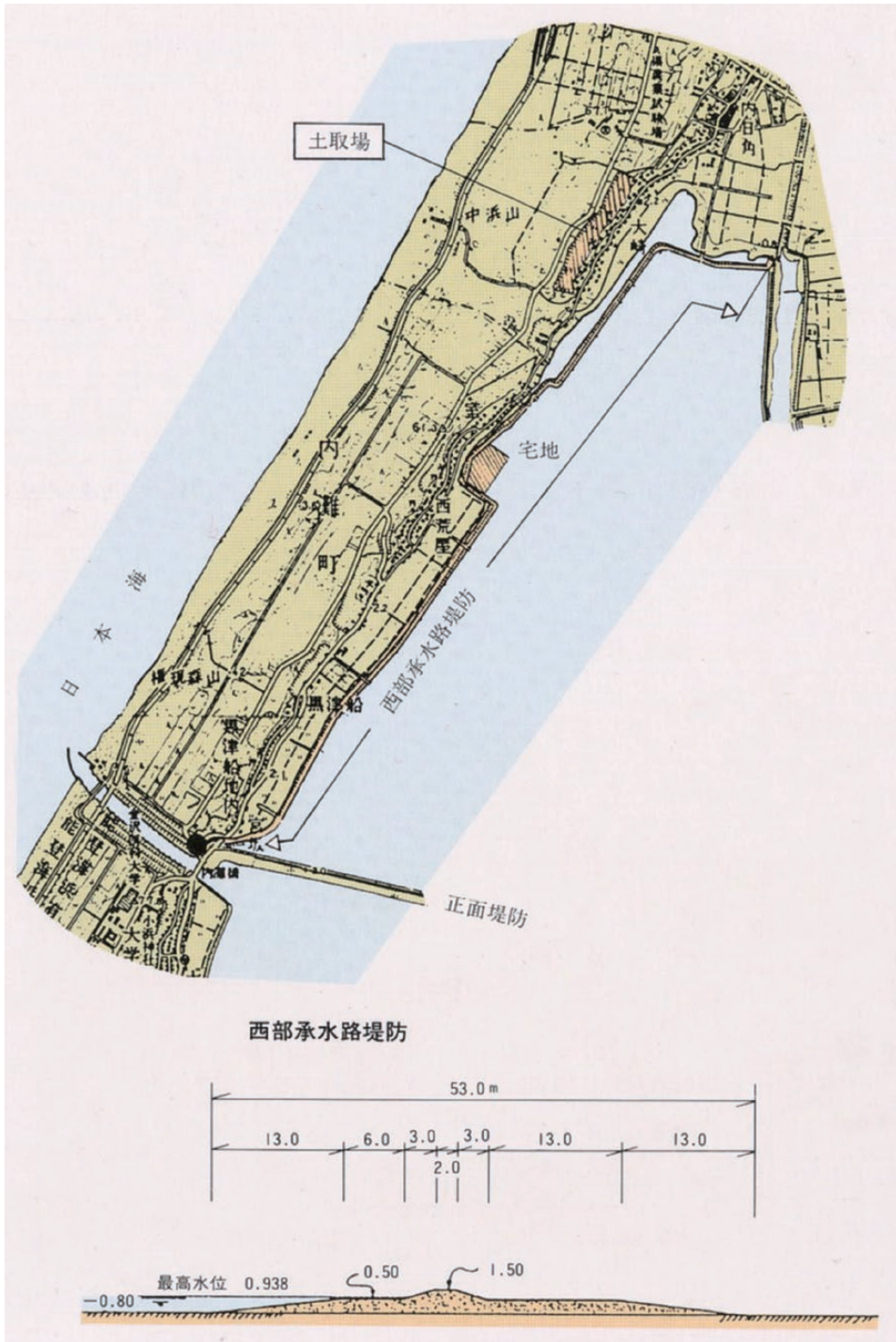


図8 西部承水路堤防の設置範囲⁴⁾



図9 国営干拓事業前後の地形図の比較⁵⁾に加筆



写真1 西部承水路と兩岸の堤防（室橋から南西方向を望む）



図10 室地区（室橋付近）で想定される埋立て範囲⁵⁾に加筆

水が流れこむため、干拓地を囲うように承水路と称される排水路が設置された。内灘町の集落に隣接する西部承水路⁴⁾は、図8に示すように承水路の水位上昇により干拓地に水が流れ込まないように、堤防と一体で施工されており、砂丘側の堤防背後地では、昭和初期の埋立てと同様に背後の低地も埋立てがなされたものと想定される。また、これら干拓事業に付随して、耕地整理事業による潟縁

周辺部の埋立てによる水田の造成や湖岸堤の整備が、関連事業として行われている^{4,6)}。

図9に示す国営干拓事業前後の地形図の比較結果から、室地区（室橋付近、写真1）では、国営干拓事業による西部承水路（堤防）の施工に伴い、旧汀線付近の埋立てが実施されたものと考えられる。また、図10は、室地区周辺の拡大図を示している。液状化による顕著な被害が確認された県道

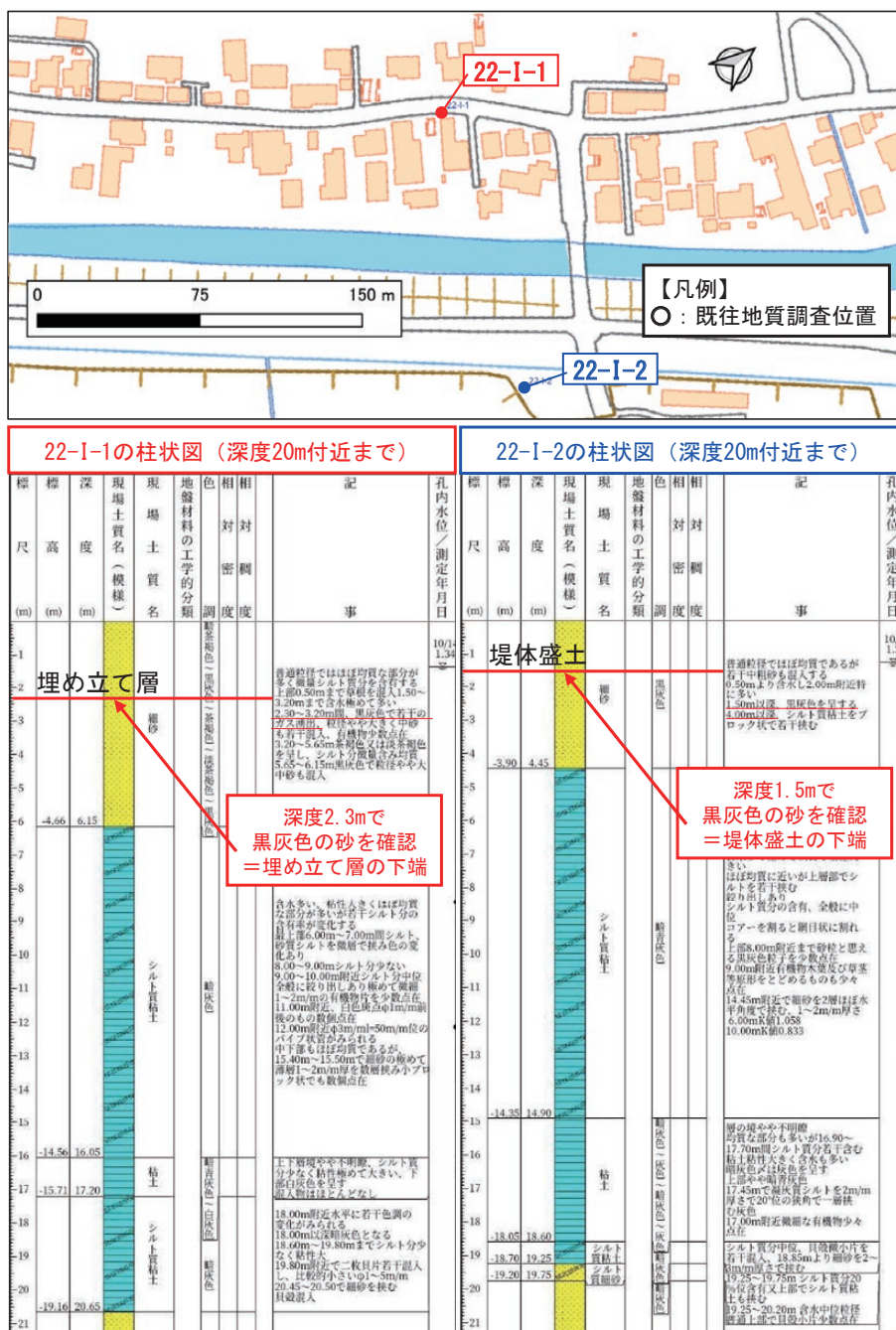


図11 内灘町室地区周辺の既往地質調査結果

8号より干拓地側の宅地は、国営干拓事業前は田圃として利用されており、干拓事業に伴い宅地化されたと考えられる。

3.3 既往地質調査資料から示唆される埋立層
室地区（室橋付近）では、これまで液状化の発生要因に関係する調査・試験等は実施されてい

いものの、昭和50年に地質調査が実施されている。「国土地盤情報センター 災害復旧支援地盤情報緊急公開サイト」⁸⁾より入手した地質調査位置およびその柱状図(深度20 m付近まで)を図11に示す。同図から、表層に層厚約5 mの砂層が分布し、その下部に層厚約15 mの粘性土層、層厚約10 mの砂層が堆積する互層となっている。地下水位は、砂丘側の22-I-1で深度1.34 m、干拓地側の22-I-2で深度1.24 mと浅い位置で確認されている。また、表層部の砂層では、砂丘側の22-I-1では深度2.3 mで、干拓地側の22-I-2では深度1.5 mで黒灰色の砂層が確認されている。これは、埋立て前の旧表土あるいは地表に繁茂した植生が腐植あるいは炭化し、砂とともに堆積したものと考えられ、旧地形図の当該箇所(湿地を示す記号)が示されていることから、植生が腐植した可能性を示唆している。以上のことより、黒灰色の砂層の出現深度が埋立層(干拓地側の22-I-2は堤体盛土)の下端深度と考えられる。

4. 結論

本稿では、令和6年能登半島地震において顕著な液状化被害を受けた内灘町室地区において現地調査を実施し、被災状況の概況を把握した。また、過去の地形図や工事資料ならびに地質調査結果を収集し、同地区の埋立ての履歴について検討した。なお、同地区においては、今後、数値解析等による被災メカニズムの検討を行う目的で地質調査を実施している。当該内容は、別報告⁷⁾を参照されたい。

謝辞

本研究は九州大学マス・フォア・インダストリ

研究所 共同利用・共同研究拠点の支援を受けた(2024年度短期共同研究「令和6年能登半島地震における液状化の発生メカニズムの解明」(2024a 036))。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 窪田上太郎・太田史朗・越智義和・道勇治・藤白隆司・Hazarika Hemanta・村井政徳・田中剛：令和6年能登半島地震による内灘町室地区における液状化被害(その3)，第59回地盤工学研究発表会。
- 2) 村井政徳・Hazarika Hemanta・松本樹典・藤白隆司：令和6年能登半島地震による内灘町室地区における液状化被害(その1)，第59回地盤工学研究発表会。
- 3) 藤則雄：北陸の海岸砂丘，第四紀研究，Vol.14, No.4, pp.195-220, 1975。
- 4) 北陸農政局：国営河北潟干拓建設事業「完工記念誌」，108p., 1985。
- 5) 谷謙二：「今昔マップ旧版地形図タイル画像配信・閲覧サービス」の開発，GIS-理論と応用，Vol.25, No.1, pp.1-10, 2017。
- 6) 五味武臣：高度経済成長期以降における内灘砂丘の変貌，金沢大学教育学部紀要人文科学社会科学編，Vol.30, pp.116-117, 1981。
- 7) 窪田上太郎・太田史朗・越智義和・今井利宗・ハザリカヘマンタ・松本樹典・田中剛・村井政徳：令和6年能登半島地震による内灘町室地区の液状化被害メカニズム解明に向けた調査報告(その2)，日本自然災害学会，Vol.43, No.3(本号)，2024。
- 8) 一般社団法人国土地盤情報センター，地盤情報緊急公開サイト，<https://publicweb.ngic.or.jp/emergency-1/>，2024年6月28日。

(投稿受理：2024年6月30日

訂正稿受理：2024年9月13日)

要 旨

令和6年能登半島地震において顕著な液状化被害を受けた内灘町室地区を対象に、液状化被害メカニズムの解明に向けた基礎検討として、現地調査を実施し、被災状況を把握した。また、過去の地形図や地質調査結果を収集し、室地区の埋立ての経緯や地盤の構成を把握した。その結果、液状化被害が顕著であった範囲は、砂丘層の上位に埋立層が分布することが確認された。