

令和 6 年能登半島地震津波堆積物の現地調査と珪藻分析 －石川県能登町白丸地区・珠洲市飯田町採取試料から－

野口 真利江・相原 淳一・吾妻 俊典

はじめに

2024 年 3 月 16 ~ 18 日に、日本災害・防災考古学会の次期総会・研究会実行委員会では、令和 6 年能登半島地震の発生後の被災状況と復旧状況の確認のために、相原・吾妻が先遣隊として現地調査を行った（相原・吾妻 2024）。この調査で得られた能登町白丸地区・珠洲市飯田町地区試料の珪藻分析を野口が行った。

なお、この調査は他のいかなる機関・団体・組織などからも資金援助を受けたものではない純粋なボランティア調査であることを記しておく。

本稿は、はじめにを相原、第 1 章現地調査を相原・吾妻、第 2 章珪藻分析を野口、第 3 章総括を野口・相原・吾妻、おわりにを相原が分担執筆する。

1. 現地調査

(1) 調査目的

最大の調査目的は、震度 7 が観測されたのは 2018 年北海道胆振東部地震以来、大津波警報が発令されたのは 2011 年東日本大震災以来となる令和 6 年能登半島地震の被災実態を確かめ、日本災害・防災考古学会第 3 回研究会の特集ができるか、否かを判断するためである。

次の調査目的は、現世津波堆積物の様相を確認することである。考古学においては、2011 年東日本大震災の津波堆積物を 2013 ~ 15 年にかけて調査した宮城県岩沼市高大瀬遺跡ほかの報告（岩沼市教育委員会 2016a・b, 2017）があるに過ぎない。また、相原ほかが 2019 年に調査した山形県酒田市飛島西海岸製塩遺跡（相原ほか 2020）において行った津波堆積物の珪藻分析においても、比較対象とする現世津波堆積物の類例は乏しく、より確実な判断を下すために



GoogleEarth (2020.12 画像) から

図 1 主な調査地

は現世津波堆積物の珪藻群集の事例を増やす必要があった。特に考古学的な視点からは、人工的な構造物、あるいはその流出痕跡などに堆積した津波堆積物の珪藻分析データの充実が必要となるが、こうした遺構ないしは遺構痕跡の珪藻分析事例はほぼ皆無である。

(2) 調査概要

この調査を1月時点で企画立案したものの、交通アクセスの復旧や宿の手配がままならず、3月までずれ込まざるを得なかった。3月から始まる旅行支援の能登割も期待したが、結局は主たる調査地の奥能登には適用されないことがわかり、3月16日に調査に踏み切った。

A.3月16日 未明3時30分宮城県塩竈市出発。天候晴。能登町のと旅館宿泊。

通行止めが続いていると里山海道越の原ICと穴水IC間が3月15日から、片側一車線(40 km/h規制)が開通し、さらに北進して能越自動車道のと里山空港IC下車、県道を東に進み、途中、図2①道の駅桜峠で昼食。14時40分、宿泊予定の②のと旅館到着。建物は亀裂が目立つ。トイレ・水道使用不可。早速、国史跡の真脇遺跡縄文館を目指すが、③宇出津第3隧道は通行できず、迂回。④真脇遺跡縄文館は、思いのほか、被害は少なく、震災対応の関係者に提供されていた。⑤真脇遺跡直下の高倉漁港(西側)では、コンクリ片や木片が打ち上げられており、津波の痕跡とみられたが、砂質の津波堆積物は見られなかった。さらに東側の能登小木漁港では、護岸(埋め立て地か)が大きく損傷しているものの、明瞭な津波痕跡は見られなかった。港がどちらを向いて開口しているかで、様子はだいぶ異なっている。17時20分、帰宿。

B.3月17日 天候くもり時々雪、雨。能登町のと旅館宿泊。

朝5時、『北國新聞』一面トップは「新北陸発進 新幹線金沢—敦賀開業 三県、1時間圏」。のと旅館から町役場周辺を踏査。図3①町役場駐車場とその周辺には、災害支援の自治体の車両が所狭しと並んでいた。宮城県亘理町のトラックも駐車しており、ほぼ全国から集結している模様。宇出津を一周り、応急危険度判定はすでに終わっており、赤(危険)の張り紙が貼られた建物(②)がスポット的である。建物が倒壊した小さな路地は通行止めのままとなっている。

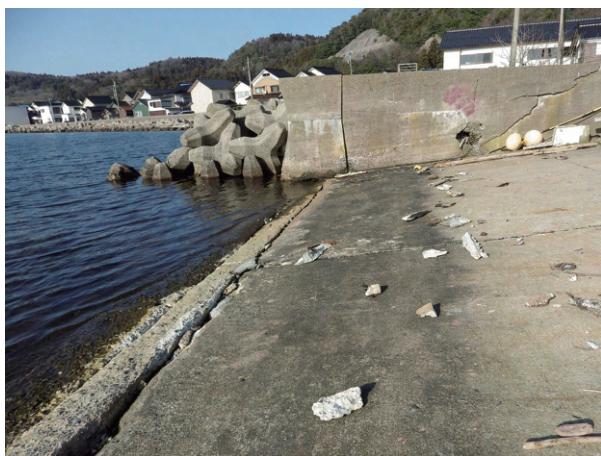
午前8時30分、本日の調査地の③能登町松波に到着する。震度6強を記録した松波では家屋の倒壊などの様子が明らかに宇出津とは異なっていた。地元消防団が閉じ込められた6名の住民の救出に奮闘している。④能登町白丸地区では震度6弱の地震にみまわれた直後、津波痕跡高で4.7 m(気象庁2024)の後に、火災が発生し、約10戸を焼失している。気象庁が1月26日に発表した津波痕跡高の現地調査では、最も高い4.7 m(沿岸における平常潮位(津波がない状態の海面)からの高さ)であった。我々の調査においても、倒壊しなかった建物の1階部分を津波が突き抜け、道路には津波堆積物の砂が広がっていた。樹木の地上高2.0 m付近にはビニールなどの浮遊物がひっかかったままになっていた。県道35号線能登内浦線の道路側溝の津波堆積物の珪藻分析のための試料採取を行った。詳細は(3)Aで後述する。車で避難中の車載カメラが津波の挙動をとらえており、わずか20秒で津波は押し寄せている(毎日新聞2024)。



①道の駅桜峠（能登町當目） 前の県道 275 号線法面が崩落した。仮復旧し、路面には亀裂などが多いものの通行可。道の駅は食事提供。仮設トイレ多数。



③宇出津第3隧道 トンネル出口の斜面崩落により通行止め。トンネル右側の山上に、宇出津港を一望できる熊野山塩谷寺がある。



⑤真脇遺跡直下の高倉漁港（西側：能登町姫） 護岸に亀裂があり、コンクリート片や木片が散乱しており、津波の痕跡がうかがわれる。



②能登町役場前ののと旅館（能登町宇出津） トイレ・水道未復旧。素泊まり。近くのファミリーマート 能都宇出津店が営業を再開しており、食料購入。



④真脇遺跡縄文館（能登町真脇） 標高約 10m の高台に立地する。国指定文化財は無事。休館中で、施設の一部を復旧関係者に提供。5月1日には再開館。



⑥能登小木漁港（能登町小木） 護岸は大きく損傷しているが、明瞭な津波の痕跡は見当たらない。建物裏手は海食崖になっている。

図2 能登町の調査（3月16日）



①能登町役場駐車場（能登町宇出津）災害支援のために派遣された自治体の公用車多数。給水車や上下水道局、仮設トイレ、 トラックほか。



②宇出津病院前交差点（能登町宇出津）建物の応急危険度判定により、赤（危険）、黄（要注意）、青（調査済）の張紙が貼られている。



③恋路観光バス付近（能登町松波）震度6強を観測した。建物の壊れ方が一段と著しい。地元消防団が倒壊家屋から住民を救出した。



④能登町白丸地区 震度6弱を観測した。車載カメラによるとわずか20秒後に津波襲来。道路の砂は津波堆積物。地上高2.0m付近にビニールなどの浮遊物がある。



⑤丈六山妙巌寺門前（珠洲市宝立町鵜飼）液状化によりマンホールは突き出し、道路奥の寺の山門は崩落している。路面には津波堆積物の砂が広がっている。



⑥丈六山妙巌寺本堂（珠洲市宝立町鵜飼）1883（明治16）年に再建した真宗の古刹。ほとんどの建物が倒壊していた。

図3 能登町・珠洲市の調査（3月17日）

⑤珠洲市宝立町鵜飼の丈六山妙巖寺付近は、マンホールが突き出し、液状化の痕跡が見て取れ、路面には津波堆積物の砂が広がっている。妙巖寺は真宗の古刹で、1877（明治10）年に鐘堂・土蔵を除き焼失し、1883（明治16）年に再建している。山門・本堂⑥ほか、ほとんどの建物が崩落していた。2020（令和2）年から続く能登群発地震でも大きな被害を受けていた（産経新聞2023）。同寺では、珠洲市指定有形文化財「大谷本願寺親鸞聖人絵伝」・「絹本着色方便法身尊像」・「絹本着色十六羅漢図」を所蔵している。妙巖寺山門を東に進むと、鵜飼川の河口近くの堤防にぶつかる。鵜飼川の右岸に鵜飼漁港、左岸に宝立町鵜飼の町並が広がる。宝立町鵜飼の津波痕跡高は3.0m（国交省国総研2024），鵜飼漁港で津波痕跡高は2.7m（気象庁2024）である。津波は鵜飼川堤防を乗り越え、建物の1階部分を突き抜けている（図4①）。津波堆積物は礫混じりで、建築部材やプラスチック片も多量に漂着している（②）。

飯田湾には若山川が注ぎ、平野を形成しており、珠洲市役所が所在する。河口の南側には、飯田港と人工的な埋立地があり、調査はこの埋立地で行った。珠洲市飯田町「シーサイド」は1979（昭和54）年設立の奥能登最大のショッピングセンターである。写真③は海側から撮影している。店舗に津波が1階部分を突き抜け、車が突っ込んだままとなっている。引き波によって店舗から流出したとみられるビニールやプラスチック片が散乱する箇所も見られる。なお、5月に運営会社は再建を断念し、自己破産申請の準備に入ったことを伝えている（北國新聞2024c）。写真④は南隣する敷地の「マツモトキヨシ珠洲シーサイド店」駐車場を北から撮影している。左側（海側）に生じた地割れに津波堆積物が残されており、試料採取を行った。詳細は(3)Bで後述する。

すでに16時30分を過ぎており、能登半島先端の珠洲市狼煙町の禄剛崎を目指す。禄剛崎から西側は景観が変わり、海岸段丘と隆起した波蝕台、海岸段丘が連続する。製塩遺跡も多く分布し、以前に調査した山形県飛島西海岸（相原ほか2020）や新潟県佐渡西海岸（相原2022）と類似している。写真⑤は珠洲市狼煙（折戸）漁港。令和6年能登半島地震の震源域に位置している。震源の深さは約16km。国土地理院の調査では、約2m隆起した。折戸川右岸（珠洲市折戸町）の山田橋のたもと⑥では民家が倒壊し、津波により1階部分に車や大量の建築部材、プラスチック片が流れ込んでいる。珠洲市大谷町から仁江町にかけては製塩を営む小さな浜が散見され、さらに南下を試みたが、土砂崩れによる通行止めで断念した。

18時30分、「8番ラーメン」能登柳田店が営業を再開しており、夕食。帰り道はボランティアと思しき車でやや渋滞気味。19時30分、帰宿。

C.3月18日 天候くもり時々晴

午前6時、昨日購入したパンなどで軽い朝食。本日の調査予定は、昨日の外浦の続きを南下し、輪島朝市へ、さらに總持寺をまわり、志賀原発へ能登半島一周を目標とする。

図5①輪島市名舟地区（輪島市名舟）は、土砂崩れにより、人家・道路が埋没し、一時孤立集落となつた。②名舟漁港は大きく隆起し、船が着岸できる状態ではなかった。輪島市西部では最大約4m隆起している。このまま南下し、輪島市内に入るつもりだったが、国指定名勝白米千枚田の手前で、土砂



①鵜飼川に面する町並（珠洲市宝立町鵜飼） 妙厳寺山門を東に進んだ鵜飼川堤防角地。建物屋根が敷地から南に倒落し、瓦礫で道路がわからなくなっている。



②鵜飼川に面する町並（珠洲市宝立町鵜飼） 鵜飼川の左岸堤防（写真左手側）を越えた津波は1階部分を突き抜けている。流出瓦礫頗著。津波堆積物は礫混じり。



③「シーサイド」（珠洲市飯田町） 奥能登最大のショッピングセンター「シーサイド」は、飯田港に隣接する埋立地に位置する。津波が1階部分を突き抜けている。



④「マツモトキヨシ珠洲シーサイド店」（珠洲市飯田町） 駐車場には大きな亀裂や地割れが生じていた。地割れに溜まった津波堆積物の珪藻分析を行った。



⑤狼煙（折戸）漁港（珠洲市折戸町） 日本海の外洋に面する外浦地方。能登半島地震の震源域に位置する。深さは約16 km。国土地理院の調査では約2 m隆起した。



⑥折戸川右岸（珠洲市折戸町） 山田橋のたもとの民家である。津波により1階部分に車や大量の建築部材、プラスチック片が流れ込んでいる。

図4 珠洲市の調査（3月17日）

崩れによる通行止めとなっていた。白米千枚田は2001年に国指定、2011年に国連の世界農業遺産に指定された。過去の大規模地滑り地形に、17世紀に棚田が開かれた。今回、地割れなど大きく被災し、多くは自らも被災者で避難所から通いながら復旧作業にあたった「白米千枚田愛耕会」とオーナー会員が5月11日に1004枚中120枚の水田に田植えを行うまでに復旧した（北國新聞2024b）。

結局、このルートではあきらめ、来た道を戻り、大きく迂回して、輪島市内に入った。市内の震度は6強で、建物の倒壊や崩落が随所にみられる。ひときわ目立つのが、輪島塗の老舗「五島屋」ビの倒壊現場③である。1972年竣工の7階建てビルが根こそぎ倒壊している。1981年の新耐震基準以前の建物である。ビルの中と押しつぶされた家屋からの懸命の救出作業が行われたが、助け出すことはできなかった。押しつぶされた店舗兼自宅で妻娘を失いながらも、店主は家族の思い出の地神奈川県川崎に6月10日に「わじまんま」を再オープンした（日本テレビ2024）。④市姫社（輪島市河井町）は縁起によると、市の中心に古代から祀られて来た社である。朝市通りから海に向って建てられており、御祭神は挽臼、鳥居なども含め、ほぼ全壊している。

⑤同じく河井町地区の海側（河井浜）に面する民家の1階部分はつぶれてしまっているが、津波堆積物は確認されず、津波は来ていない。⑥河原田川のいろは橋の下流側右岸堤防から左岸の鳳至町下町を望む。護岸には津波の遡上痕跡を示す泥が付着している。河原には流木等が残る。

図6 ①輪島市輪島朝市（輪島市河井町）18時ころに出火。地震による断水で消火栓が使えず、河原田川から取水することもできなかった。約300戸焼失。②輪島朝市では焼け跡のところどころに花が手向けられている。捜索により複数の人骨が見つかり、19人の死亡が確認された（4月17日現在）。7月10日には輪島朝市が市内の商業施設を借り、35店舗が復活した（北國新聞2024d）。

11時45分、輪島市總持寺祖院到着。輪島市門前町走出は震度7。總持寺通りの蕎麦屋「能登手仕事屋」が営業を再開しており、昼食。2007年の能登半島地震で被災し、建て直し、今回は自宅は全壊したものの、店舗は一部損壊に留まったという（テレビ金沢2024）。

總持寺（輪島市門前）の起源は天平年間、行基菩薩に遡ると伝え、總持寺祖院は1321（元亨元）年に瑩山紹瑾禪師によって開創した。1898（明治31）年に大半の堂舎を焼失した。2007（平成19）年の能登半島地震では、登録文化財17棟をはじめ大部分の建物が被害を受けた。檀家のお布施と全国の支援を受け、14年かけて修復された。2021（令和3）年4月6日に復興を祝う落成慶讃法要が営まれ、同日には市主催の能登半島地震・完全復興式典も行われた（文化日報2021）。

今回の地震では、③再建された總持寺祖院三松閣の門前の石灯籠は倒壊したままであった。④山門は総檜作りで1926（昭和元）年に再建された。前回の2007年地震被災の保存修理はKPR工法により、曳家で山門を後方に一旦移動し、その後、沈下した基礎部分の地中に鋼管杭を打ち込み、地盤の強度を高めていた（熊野建設株式会社HP）。⑤總持寺祖院大祖堂（同）奥の堂舎が大祖堂、大正年間再建、1941（昭和16）年改修し、2014（平成26）年修復工事完了。手前のブルーシートは全壊した回廊を覆う。⑥前田利家の正室お松の方を祀る芳春院は全壊していた。

總持寺祖院からさらに南下し、同じく震度7を記録した志賀町に向かうが、夕刻が迫り、断念した。吹雪の会津越えとなったものの、夜11時、宮城県塩竈市に無事帰着した。



①輪島市名舟地区（輪島市名舟） 日本海の外洋に面する外浦は段丘地形が発達している。土砂崩れにより、人家や道路が埋没し、一時孤立集落となった。



②輪島市名舟漁港（輪島市名舟） 漁港全体が大きく隆起し、船の着岸ができなくなっている。輪島市西部では最大約4m 隆起した。



③「五島屋」ビル（輪島市河井町） 震度6強、7階建てビルが倒壊した。ビルの中と押しつぶされた家屋からの懸命の救出作業が行われたが、助け出すことはできなかった。



④市姫社（輪島市河井町） 縁起によると、古代から市の中心に祀られて来た社である。朝市通りから海に向って建てられている。御祭神は挽臼。ほぼ全壊。



⑤輪島市河井町地区 河井浜に面する民家。1階部分はつぶれてしまっている。津波は来ていない。



⑥河原田川（輪島市） 右岸堤防から左岸の鳳至町下町を望む。護岸には津波の遡上痕跡を示す泥が付着している。河原には流木等が残る。

図5 輪島市の調査（3月18日）



①輪島市輪島朝市（輪島市河井町）18時ころに出火。地震による断水で消火栓が使えず、河原田川から取水することもできなかった。約300戸焼失。



②輪島市輪島朝市（同） ところどころに花が手向けられている。複数の人骨が見つかり、19人の死亡が確認された（4月17日現在）。



③總持寺祖院 三松門（輪島市門前） 總持寺の起源は天平年間、行基菩薩に遡ると伝える。1898（明治31）年に大半の堂舎を焼失、再建。門前の石灯籠倒壊。



④總持寺祖院 山門（同） 總欒造りで、1926（昭和元）年に再建し、楼上に觀音菩薩、五百羅漢の古仏を祀る。扁額「諸嶽山」は前田利為筆。



⑤總持寺祖院 大祖堂（同） ブルーシートは回廊。奥の堂舎が大祖堂。大正年間再建。1941（昭和16）年改修。2014（平成26）年修復工事完了。



⑥總持寺祖院 芳春院（同） 前田利家の正室お松の方を祀る。全壊。

図6 輪島市の調査（3月18日）

(3) 主な調査

通常、自然科学发展が対象とする津波堆積物調査は、なるべく人の影響の及んでいない地点を対象に行われる。津波研究の上で、人為的な事象は多くの場合、コンタミネーションに過ぎない。これに対し、考古学が対象とするのは、人が過去に作った構造物や遺構を津波が壊した痕跡を主たる対象とし、津波という自然現象そのものではなく、津波による被災の実態を解明することが主な目標となる（相原 2023・2024ab）。

令和6年能登半島地震の発災が1月1日であり、今回の珪藻分析のための調査は3月17日である。発災からはすでに76日が経過している。タイムスケールに大きな違いがあるものの、今回の確実な現世津波被災地の調査は、歴史津波や先史津波による過去の被災地を調査する方法と基本的に同一であり、今後の津波被災遺跡の実態解明に大きく寄与することが期待される。

A. 能登町白丸地区の調査

- ①調査 2024年3月17日
- ②調査員 相原淳一・吾妻俊典
- ③調査地 能登町字白丸 (37度19分42.53秒 137度15分47.57秒 37.328479,137.263213)
標高: 2.2m (データソース: DEM5A) (以上、地理院地図 図7①・②)
- ④調査地点（図8①・②）は県道35号線と垂直型防潮堤の間に位置する。海側から、防潮堤→歩道→蓋のないU字溝→植栽（環境施設帯）・駐車スペース→蓋のあるU字溝→車道の順となっている。調査地点の海側には、岬状に岩礁が広がっている。調査地は西に向かって緩い傾斜がある。試料採取は、蓋のないU字溝で行った。前年9月の写真②では草が生えていたことが確認される。

津波は防潮堤を越流し、引き波によって家屋から流出したとみられる浮遊物（④⑤⑥）が散乱しており、押し波と引き波が交錯しているものと考えられる。津波堆積物の表層には風紋（③）が見られ、すでに上部は風成層に変成しているものと考えられる。

浮遊物のうち年代が特定できるものは、いずれも昭和ないしは平成に属し、必ずしもイベント発生



①能登町白丸地区の調査地点（1）（地理院地図）



②能登町白丸地区の調査地点（2）（地理院地図）

図7 能登町白丸地区の調査位置



①白丸地区の調査地点

2017年5月23日取得画像 GoogleEarth
調査地点の海側には岩礁が岬状に広がっている。



②白丸地区の調査地点 2023年9月画像 GoogleEarth
防潮堤の内側の歩道U字溝(蓋なし)で調査を行った。U字溝には草が生えていたことが画像から確認される。



③2024年3月17日の調査 防潮堤の内側には津波堆積物の砂が広がっていた。表層には風紋が見られ、すでに風成堆積物に変成していた。



④LPレコードジャケット 引き波によって家屋から流出したものであろう。小椋佳『彷徨（さすらい）』(1972)。



⑤フロッピーディスクほか ラベルにはペン書きで「11年度」とあり、平成11（1999）年度あるいは2011年度であろう。



⑥書籍ほか 引き波によって家屋からばら撒かれたように流出した書籍類。小西四郎 1977『錦絵幕末明治の歴史1 黒船来航』。

図8 能登町白丸地区の調査（1）



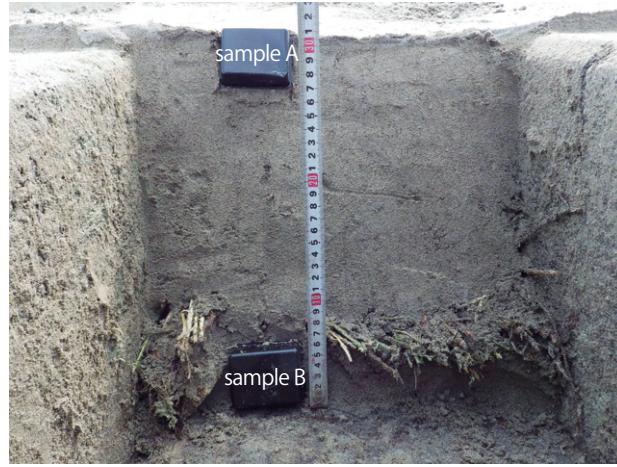
①U字溝断面 内幅 30 cm × 深さ 30 cm。片（海）側に幅約 3 cm の狭い溝が切ってある。この狭い溝には、腐植物の根が残され、陸側になぎ倒されている。



②U字溝層位 4 層の腐植物層が 3 層に貫入している。腐植物層の上下で、3a 層と 3b 層に細別される。1 層は U 字溝上部全体を覆う津波堆積物が变成した風成層。



③剥ぎ取り標本 スプレー式接着剤を使用した土層剥ぎ取り法（戸倉 1996）によって実施した。5 ~ 10 cm 付近の黄褐色層が腐植物層である。



④珪藻分析用試料採取 U 字溝最上部 (sampleA) と腐植物層下の最下部 (sampleB) から、土層構造を崩さずに、ブロックサンプリングを行った。



⑤sample A 全体を覆う表層の 1 層は白色度が高い極細粒砂の下に、細～中粒砂の 2a 層が堆積している。2a 層には 2 mm ほどのごく細かいラミナがあり、2b 層に漸移する。



⑥sample B 貫入する腐植物層の下にある 3b 層には、黒褐色で泥質を帯びる層と細～中粒砂の層がラミナ状に堆積している。

図9 能登町白丸地区的調査（2）

年代を示してはいない。消費地における伝世品は考古学において最も慎重に扱わなければならない問題であり、今後、津波堆積物の年代特定の際の参考事例となろう。

1) 蓋のないU字溝の内幅30cm×深さ30cm 片(海)側に幅約3cmの狭い溝が切ってある。この狭い溝には、腐植物の根が残され、陸側になぎ倒されている。

2) U字溝層位は大別4層に分けられる。1層はU字溝上部全体を覆う津波堆積物が变成した極細粒砂の風成層である。2層は黄灰色細～中粒砂層である。上部の2a層は砂の粒度による2mmほどのラミナを伴い、下部の2b層はラミナは明瞭ではなく、漸移的に変化する。4層の腐植物層が3層に貫入し、腐植物層の上下で、3a層と3b層に細別される。3層は灰褐色細～中粒砂層である。黒褐色で泥質を帯びる層がラミナ状に介在する。上部3a層の方が泥質を帯びる層がやや厚い傾向がある。3a層と2b層は不整合面をなし、3a層を2b層が侵食して堆積している。

3) 剥ぎ取り標本は、スプレー式接着剤を用いた土層剥ぎ取り法(戸倉1996)によって作製した。5～10cm付近の黄褐色層が腐植物層である。腐植物層中には、1～2cm程のビニール小片がわずかに挟在することが確認された。

4) 土層剥ぎ取りの後に、改めて断面を削り直し、珪藻分析用試料採取 U字溝最上部(sampleA)と腐植物層下の最下部(sampleB)から、土層構造を崩さずに、ブロックサンプリングを行った。

- ・sampleA 表層の1層と、細～中粒砂の2a層である。
- ・sampleB 貫入する腐植物層の下の3b層である。黒褐色で泥質を帯びる層と細～中粒砂の層がラミナ状に堆積している。

B. 珠洲市飯田地区の調査

①調査 2024年3月17日

②調査員 相原淳一・吾妻俊典

③調査地 珠洲市飯田町 (37度26分2.17秒 137度15分47.23秒 37.433937,137.263119)

標高:1.5m (データソース:DEM5A) (以上、地理院地図 図10①②)



①能登町白丸地区の調査地点(1)(地理院地図)



②能登町白丸地区の調査地点(2)(地理院地図)

図10 珠洲市飯田町地区の調査位置



①飯田町地区的調査地点

2017年5月23日取得画像 GoogleEarth
駐車場と植栽の間に位置する。



③地割れに生じた流路（落堀） 表層にはプランターやスーパーの買い物カゴ、植物遺体、コンクリ片、アスファルト片などが多数散乱している。



⑤流路断面 黄褐色を帶び、礫混じりの1層と砂層の2層に大別される。1層・2層ともに大量の破碎貝片、稚貝等を含む。



②飯田町地区的調査地点

2014年10月画像 GoogleEarth
港の岸壁から調査地点まで植栽以外、遮蔽施設はない。



④地割れに生じた流路（落堀） 地割れに生じた戻り流れによる流路は縁石を壊し、隣の港の駐車場側（海側）へと続く。



⑥流路断面 深さ1m付近で水が湧きはじめ、天候も雨模様となり、調査は断念した。写真は一部、埋め戻しをはじめたところ。

図11 珠洲市飯田地区の調査（1）

④調査地点（図 11 ①・②）は珠洲市飯田港に隣接する飯田町に位置する。「マツモトキヨシ珠洲サイド店」の敷地駐車場のため、立ち入りと津波堆積物調査の許可をマツモトキヨシ甲信越販売本部管理課から得た。前節で述べたとおり、隣のショッピングセンター「シーサイド」では津波は完全に 1 階部分を突き抜けていた（図 4 ③）。

調査地点には、港の岸壁から調査地点まで植栽以外、遮蔽施設はなく、直接海から津波が押し寄せており、津波痕跡高で 4.3 m、防波堤が損壊し、漁船の転覆や波止場への乗り上げも相次いだ。

調査は駐車場の地割れに生じた流路（落堀）（図 11 ③④）において行った。表層にはプランターやスーパーの買い物カゴ、植物遺体、コンクリ片、アスファルト片などが多数散乱していた。戻り流れによる流路自体は駐車場縁石を壊し、隣の港の駐車場へと続いている。

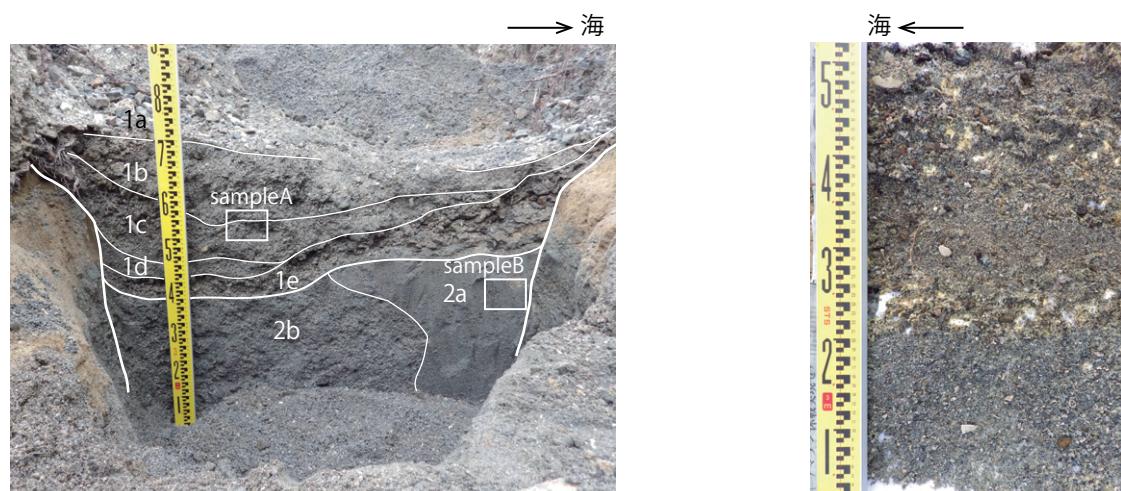
1) 層位は大別 2 層に分けられ、1 層は黄褐色を帯び、礫混じり、2 層は砂層である。1 層と 2 層は不整合の関係にあるが、1 层・2 層ともに大量の破碎貝破片、稚貝等を含んでいる。

細別層位は 1 層は 1a～1e 層、2 層は 2a～2b 層に分けられる。1 層は最下の 1e 層においても、アスファルト片、植物片を多く含む砂礫層である。2a 層はしまりがない黒色砂礫層に、地山（盛土）起源とみられる黄褐色土ブロックが挟在する。2b 層はややしまりがある黒色砂礫層である（図 12 ①）。以下、徐々にしまりがなくなり、水が湧き始め、調査は打ち切った。

2) 剥ぎ取りはスプレー式接着剤を用いて作製した。雨が降り始め、うまく剥ぎ取ることはできなかった。穴が開いている箇所は礫、白く見えているのは貝等の破片である（図 12 ②）。

3) 土層剥ぎ取りの後に、改めて断面を削り直し、珪藻分析用試料の採取を行った。1 層 (sampleA) と 2 層 (sampleB) から、土層構造を崩さずに、ブロックサンプリングを行った。

- ・ sampleA 1 b 層～1 c 層にかけて採取した。
- ・ sampleB 黄褐色の地山（客土）ブロックを含む 2a 層から採取した。



①流路層位 2 層に大別される。ともに大量の破碎貝や稚貝を含む。1e 層にはアスファルト片・植物片を多く含む。上部 sampleA は 1b・1c 層、下部 sampleB は 2a 層。

②剥ぎ取り標本 雨が降り始め、うまく剥ぎ取ることはできなかった。穴が開いている箇所は礫、白く見えているのは貝等の破片である。

図 12 珠洲市飯田地区の調査（2）

2. 硅藻化石と津波堆積物

珪藻とは、ガラス質の殻（被殻）を持つ藻類の仲間で、 $10 \mu\text{m} \sim 1\text{mm}$ 程度の微小な单細胞生物である。水と光があれば、ほぼどんな環境でも生息でき、種ごとにpH、塩分、止水域・流水域などの条件に応答する形で棲み分けをしている。また、生物ピラミットの第一次生産者にあたるため、世界中に普遍的に生息している。

例えば、堆積物を調べた時に、海域に生息する珪藻群集が検出された場合、群集を構成する個々の珪藻の生息情報から、外洋なのか内湾であったのかを復元することが可能である。また、温暖種や寒冷種として代表されるような種が卓越する場合は、海流や海水温についても検討することが可能になる。淡水域に生息する珪藻群集が検出された場合は、河川か湖沼かの違いの他に、pHや有機汚濁に対する耐性に関する情報が得られる場合もある。珪藻群集の解析は、単純に流水域か止水域かの違いのみに留まらず、“どのような”水域であったのかも議論できるのが珪藻群集の大きな特徴の一つである。

このように珪藻が形成する群集を調べることで、そこがどのような水域環境（海域、汽水域、淡水域：川・湖・湿地・土壤）であったかを知ることができる。こうした珪藻群集の特徴を利用して、現生珪藻の生態から特定の環境を指標する珪藻群集の研究が、主に1990年代に進み（小杉（1988）や安藤（1990）など）、千葉・澤井（2014）によって再検討された。珪藻群集の研究は、古環境の復元に留まらず、イベント堆積物の判別や特徴を検討する上でも有益な情報を提供してくれることが近年の研究から明らかとなってきている（例えば、澤井（2014）や相原ほか（2019）など）。そこで本章では、「A. 能登町白丸地区の調査」および「B. 珠洲市飯田町地区の調査」で採取された津波堆積物中に含まれる珪藻化石群集について概報として報告する。

（1）試料と方法

試料は、1章で紹介した津波堆積物8点である（表1）。各試料について以下の処理を行い、珪藻分析用プレパラートを作製した。

表1 堆積物の特徴

分析No.	調査区	ブロックサンプル名	層位	堆積層の特徴
1	能登町白丸	sampleA	1-2a	津波砂層
2			2a	津波砂層
3		sampleB	6	津波砂層
4			8	津波砂層
5	珠洲市飯田町	sampleA	1b	貝殻片混じり津波砂層
6			1c	貝殻片混じり津波砂層
7		sampleB	6	貝殻片混じり津波砂層
8			地山	津波砂層に含まれていた地山(客土)ブロック

- (1) 処理重量約 0.45g を取り出し、秤量した後ビーカーに移して 30% 過酸化水素水を加え、加熱・反応させ、有機物の分解と粒子の分散を行った。
 - (2) 反応終了後、水を加え 1 時間程してから上澄み液を除去し、細粒のコロイドを捨てる。この作業を 5 回ほど繰り返した。
 - (3) 懸濁残渣を遠沈管に回収し、マイクロビペットで適量取り、カバーガラスに滴下し乾燥させた。乾燥後は、マウントメディアで封入し、プレパラートを作製した。
- 作製したプレパラートを顕微鏡下 400 ~ 1000 倍で観察し、完形と非完形（原則として半分程度残っている殻）に分けて計数し、完形殻の出現率として示した。また、保存状態の良好な珪藻化石を選び、写真を図版 1, 2 に載せた。

(2) 硅藻化石の環境指標種群

硅藻化石の環境指標種群は、主に小杉（1988）および安藤（1990）が設定し、千葉・澤井（2014）により再検討された群集に基づいた。なお、環境指標種群以外の硅藻種については、海水種は海水不定・不明種（m）として、海～汽水種は海～汽水不定・不明種（m-b）として、汽水種は汽水不定・不明種（b）として、淡水種は広布種（W）として、その他の種はまとめて不明種（f）として扱った。また、破片のため属レベルの同定にとどめた分類群は、その種群を不明（?）として扱った。

以下に、小杉（1988）が設定した海水～汽水域における環境指標種群と、安藤（1990）が設定した淡水域における環境指標種群の概要を示す。

[外洋指標種群 (A)]：塩分濃度が 35‰以上の外洋水中を浮遊生活する種群である。

[内湾指標種群 (B)]：塩分濃度が 26 ~ 35‰の内湾水中を浮遊生活する種群である。

[海水藻場指標種群 (C1)]：塩分濃度が 12‰以上の水域の海藻や海草（アマモなど）に付着生活する種群である。

[海水砂質干潟指標種群 (D1)]：塩分濃度が 26‰以上の水域の砂底（砂の表面や砂粒間）に付着生活する種群である。この生育場所には、ウミニナ類、キサゴ類、アサリ、ハマグリ類などの貝類が生活する。

[海水泥質干潟指標種群 (E1)]：塩分濃度が 26‰の水域の泥底に付着生活する種群である。この生育場所には、イボウミニナ主体の貝類相やカニなどの甲殻類相が見られる。

[汽水砂質干潟指標種群 (D2)]：塩分濃度が 5 ~ 26‰の水域の砂底（砂の表面や砂粒間）に付着生活する種群である。

[汽水泥質干潟指標種群 (E2)]：塩分濃度が 2 ~ 12‰の水域の泥底に付着生活する種群である。淡水の影響により、汽水化した塩性湿地に生活するものである。

[淡水底生指標種群 (F)]：塩分が 2‰以下の淡水域（河岸や湖岸）の底質や水草に付着する。

[上流性河川指標種群 (J)]：河川上流部の渓谷部に集中して出現する種群である。これらは、殻面全体で岩にぴったりと張り付いて生育しているため、流れによってはぎ取られてしまうことがない。

[中～下流性河川指標種群 (K)]：河川の中～下流部、すなわち河川沿いで河成段丘、扇状地および自然堤防、後背湿地といった地形が見られる部分に集中して出現する種群である。これらの種には、柄またはさやで基物に付着し、体を水中に伸ばして生活する種が多い。

[最下流性河川指標種群 (L)]：最下流部の三角州の部分に集中して出現する種群である。これらの種には、水中を浮遊しながら生育している種が多い。これは、河川が三角州地帯に入ると流速が遅くなり、浮遊生の種でも生育できるようになるためである。

[湖沼浮遊生指標種群 (M)]：水深が約 1.5m 以上で、岸では水生植物が見られるが、水底には植物が生育していない湖沼に出現する種群である。

[湖沼沼沢湿地指標種群 (N)]：湖沼において浮遊性種および付着生種として優占する種群である。

[沼沢湿地付着生指標種群 (O)]：水深 1m 内外で、湿地及び植物が一面に繁殖している沼沢湿地において、付着状態で生育する種群である。

[高層湿原指標種群 (P)]：尾瀬ヶ原湿原や霧ヶ峰湿原などのように、ミズゴケを主とした植物群落および泥炭層の発達が見られる場所に出現する種群である。

[陸域指標種群 (Q)]：ジメジメとした湿り気のある陸域を生息域とする種群である（陸生珪藻と呼ばれている）。

[陸生珪藻 A 群 (Qa)]：耐乾性の強い特定のグループである。

[陸生珪藻 B 群 (Qb)]：A 群に随伴し、湿った環境や水中にも生育する種群である。

(3) 結果

A. 能登町白丸地区の珪藻化石

全ての試料から淡水種と海水種が検出された。広布種 (w) をはじめとする淡水種 (f) が数種類検出され、海水種は、海水不定・不明種 (m) の他に、海水砂質干潟指標種群 (D1) などを検出した。

B. 珠洲市飯田町地区の珪藻化石

能登町白丸地区と同様に、淡水種と海水種が検出された。淡水種は、広布種 (w) をはじめとする淡水種 (f) の他に、淡水底生指標種群 (F) も検出され、海水種では、外洋指標種群 (A) や内湾指標種群 (B)，海水藻場指標種群 (C1) や海水干潟指標種群 (D1,E1) なども検出した。

3. 総括

珪藻分析の結果からは、いずれの試料からの淡水種と海水種が検出された。これまでの津波堆積物の報告では、淡水種が特徴的で、海水種はわずかに含まれる程度であるといったものが目立つ傾向にあった。しかし、今回の 2 つの地区の試料では、能登町白丸地区は、淡水種がやや特徴的であったが、珠洲市飯田町地区は、海水種の方が特徴的であった。この 2 つの地区の結果の違いは何を意味するのだろうか。

少なくとも 2 つの堆積物は、同じ「令和 6 年能登半島地震」で堆積した津波堆積物であり、ほぼ同

時期にサンプリングされた、同じ条件下で堆積・採取された津波堆積物である。堆積場の状況については、第1章で述べた通り、どちらも海岸に近い陸上部で、目の前の海域には、白丸地区では岩礁が、飯田町地区では造成された漁港が広がっている。特に飯田町地区では、防波堤が津波によって破壊され、目視においても貝殻片が多く津波堆積物に含まれていた。それでは、珪藻分析の結果の違いは、周辺の地形を反映しているものなのだろうか、このような議論は、まだまだ始まったばかりで、今後より確からしい議論を行なっていくうえでも、多くの知見や検証が必要となっていくことは間違いないだろう。

これら様々な課題を検証していくうえで、まずは、本研究で採取された試料ごとに、200個体以上の珪藻化石の計数を行い、地区ごとの産出傾向を正確に捉え、これまで報告してきた津波堆積物中に含まれる珪藻群集との共通点や、相違点などについて、より具体的に議論していくことが重要である。珪藻分析の詳細については、結果が出揃い次第、改めて報告し、公表する予定である。そしてこれからは、本研究の珪藻分析の結果だけに留まらず、できるだけ多くのデータを集めることができがほしい。この多くのデータの中には、他の事例を集めるだけでなく、一つの地区・試料からも、より多くの情報を引き出せるかどうかも含まれる。古環境復元に比べ、イベント堆積物の研究は報告が少なく、例えば環境指標種群のようにイベント指標種群を設定ないし定義できるほどの情報は集まっていない。しかし、数少ない報告の中でも、澤井（2014, 2017）や、高清水ほか（2012）、藤原ほか（2011）のように、系統的に研究してきた論文も存在する。彼らのようにイベント堆積物の重要性に気が付き、1つでも多くの研究がなされることが、これからのおわりにとて非常に大きな意味を持つだろう。

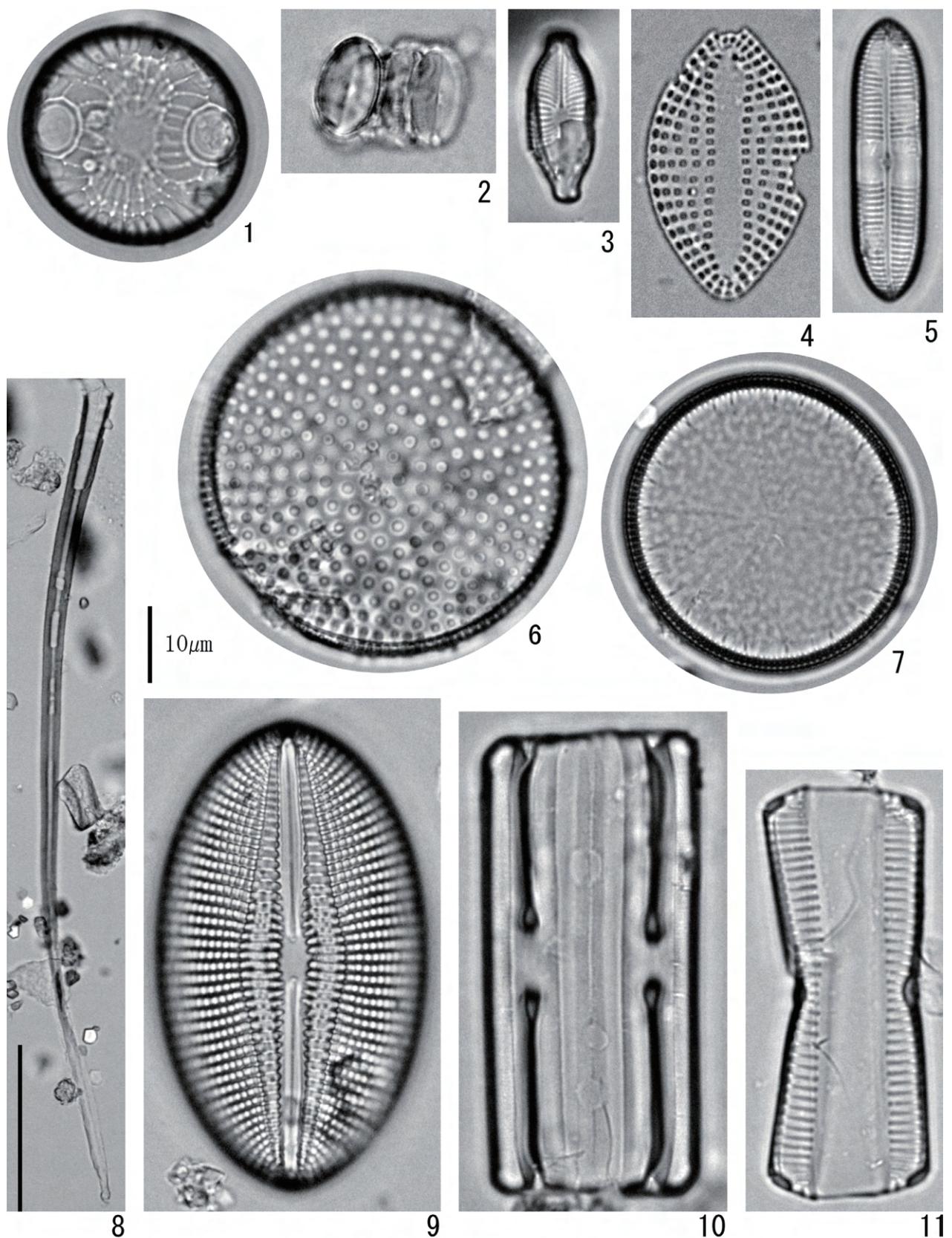
おわりに

今回の2024年3月17日に実施した能登町白丸地区・珠洲市飯田町地区の津波堆積物に関する現地調査では、2004年スマトラ島沖地震インド洋大津波や2011年東日本大震災直後に観察されたいくつかの事象を再確認することができた。

①津波堆積物の層厚がごくわずかであっても、白丸地区・飯田町地区ともに1階部分を津波は突き抜けており、津波堆積物の層厚と実際の津波浸水高には大きな乖離があること、②白丸地区では、吹きっ曝しとなっており、津波堆積物の表層には風紋が生じ、上部は風成層に変化していたこと、③飯田町地区では、防波堤が津波によって破壊され、直接海水が入り込んでおり、目視においても多くの貝殻片を確認することができたこと、④窪地（白丸地区：U字溝、飯田町地区：地割れ）には厚い津波堆積物が残され、それぞれ上下2層に分けられること、⑤津波堆積物中に含まれる被災物の年代は、昭和～平成に属し、イベント発生年代とは必ずしも合致しないこと。

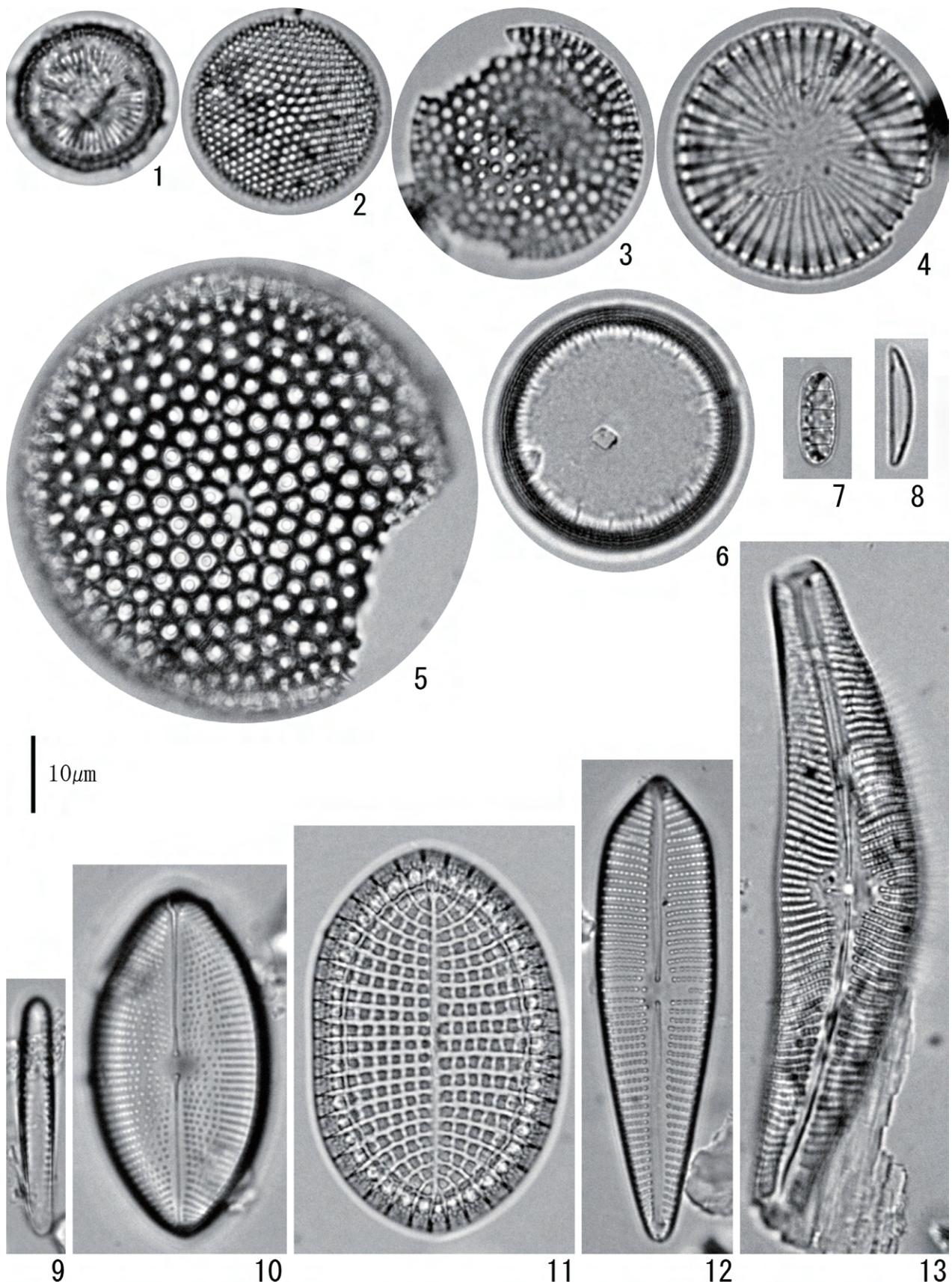
これらは、調査現場から試料採集し、研究室で行われる自然科学分析とは異なり、リアルオンラインの進行中の調査現場で観察される事象であり、考古学の発掘調査現場の観察にも広く応用可能なものと考えられた。

珪藻分析では、白丸地区では淡水種がやや特徴的で、飯田町地区では海水種の方が特徴的であった。分析の詳細については、機会を改めることとした。



図版1 能登町白丸U字溝に堆積した津波堆積物中の珪藻化石の顕微鏡写真

- 1. *Auliscus sculptus* (D1)
- 2. *Achnanthes* spp. (f)
- 3. *Navicula elginensis* (0)
- 4. *Rhaphoneis surirella* (D1)
- 5. *Caloneis* spp. (f)
- 6. *Coscinodiscus* spp. (m)
- 7. *Stephanodiscus* spp. (f)
- 8. *Rhizosolenia* spp. (m)
- 9. *Diploneis finnica* (w)
- 10. *Grammatophora* spp. (m)
- 11. *Gomphonema* spp. (f)



図版2 珠洲市飯田町に堆積した津波堆積物中の珪藻化石の顕微鏡写真

1. *Paralia sulcata* (B)
2. *Thalassiosira* spp. (B)
3. *Coscinodiscus* spp. (m)
4. *Ellerbeckia* spp. (f)
5. *Coscinodiscus* spp. (m)
6. *Stephanodiscus* spp. (f)
7. *Denticulopsis kamtschatica* (m)
8. *Catenula adhaerens* (D1)
9. *Thalassionema nitzschiooides* (A)
10. *Navicula marina* (E1)
11. *Coccconeis scutellum* (C1)
12. *Gomphonema augur* var. *turris* (w)
13. *Cymbella tumida* (F)

引用・参考文献

- 相原淳一・野口真利江・谷口宏充・千葉達朗 2019 「貞觀津波堆積層の構造と珪藻分析－宮城県多賀城市山王遺跡東西大路南側溝・山元町熊の作遺跡からの検討－」『東北歴史博物館研究紀要』20, 口絵 1-2, 17-44
- 相原淳一・植松暁彦・阿部芳郎・東京大学総合研究博物館放射性炭素年代測定室・黒住耐二・樋泉岳二・野口真利江 2020 「山形県酒田市飛島西海岸製塩遺跡の考古学的調査」『東北歴史博物館研究紀要』21, pp.1 ~ 28
- 相原淳一 2022 「日本海東縁の古津波堆積層－青森県深浦椿山－秋田県男鹿－山形県飛島－新潟県佐渡－」れきはく講座（2022 年 3 月 22 日）東北歴史博物館
- 相原淳一 2023 「869 年貞觀地震津波と仙台平野における遺跡」『災害と境界の考古学』pp.75-84, 日本考古学協会 2023 年度宮城大会研究発表資料集, 日本考古学協会
- 相原淳一 2024a 「考古学と環境学・地球科学－考古学と災害」『考古学研究会 70 周年記念誌 考古学の輪郭』
- 相原淳一 2024b 「弥生時代中期津波被災遺跡に関する基礎的研究－研究史と方法論－」宮城考古学 26, pp.125-146
- 相原淳一・吾妻俊典 2024 「2024 年能登半島地震津波緊急調査速報」日本災害防災考古学会第 10 回役員会
- 安藤一男 (1990) 淡水産珪藻による環境指標種群の設定と古環境復元への応用. 東北地理, 42, 73-88.
- 朝日新聞デジタル 2024 「【津波、その時】住宅地に押し寄せる黒い波、津波を捉えた各地の映像 能登半島地震」
- 文化時報 2021 「總持寺祖院が完全復興 能登半島地震から 14 年」<https://bunkajoho.co.jp/blog/?p=2627>
- 千葉 崇・澤井祐紀 (2014) 環境指標種群の再検討と更新. Diatom, 30, 7-30.
- 藤原 治・澤井祐紀・宍倉正展・行谷佑一・木村治夫・構原京子 (2011) 2011 年東北地方太平洋沖地震津波で千葉県蓮沼海岸(九十九里浜海岸中部)に形成された堆積物. 活断層・古地震研究報告 No.11, 97 - 106.
- 藤原 治・佐藤善輝・小野映介・海津正倫 (2013) 陸上掘削試料による津波堆積物の解析－浜名湖東岸六間川低地にみられる 3400 年前の津波堆積物を例にして－. 地学雑誌, 122 (2), 308-322.
- 北國新聞社 2024a 『特別報道写真集 令和 6 年能登半島地震』
- 北國新聞 2024b 「よみがえれ千枚田 輪島、修復完了の 120 枚田植え 全国オーナーら 50 人」(2024 年 5 月 11 日付)
- 北國新聞 2024c 「運営会社自己破産へ 珠洲「シーサイド」テナント」(2024 年 5 月 21 日付)
- 北國新聞 2024d 「輪島朝市やっと地元に 商業施設で毎日営業」(2024 年 7 月 11 日付)
- 北陸朝日放送 2024 「【1 月 5 日放送】能登町白丸地区津波で甚大な被害」
- 石川県 2024 「令和 6 年能登半島地震による被害等の状況について (危機管理監室) 訂正 【第 10 報 令和 6 年 1 月 4 日 10 時 00 分現在】」<https://www.pref.ishikawa.lg.jp/saigai/documents/202401040930higaihou-2.pdf>
- 岩沼市教育委員会 2016a 『東日本大震災復興関連埋蔵文化財調査報告 IV－貞山堀・高大瀬遺跡隣接地－』宮城県岩沼市文化財調査報告書第 15 集
- 岩沼市教育委員会 2016b 『高大瀬遺跡・にら塚遺跡－いわぬま臨空メガソーラー事業に伴う埋蔵文化財調査報告書－』宮城県岩沼市文化財調査報告書第 16 集
- 岩沼市教育委員会 2017 『東日本大震災復興関連埋蔵文化財調査報告 V－矢野目排水機関場建設事業に伴う埋蔵文化財調査報告書－』宮城県岩沼市文化財調査報告書第 18 集
- 気象庁 2024 「「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 年 1 月 26 日報道発表資料) https://www.jma.go.jp/jma/press/2401/26a/20240126jma_mot.html
- 国交省国総研 2024 「令和 6 年能登半島地震による建築物の津波被害及び瓦屋根の地震被害現地調査報告 (速報) を HP で公開しました。」<https://www.nilim.go.jp/lab/bcg/kisya/journal/kisya20240206.pdf>
- 小杉正人 (1988) 硅藻の環境指標種群の設定と古環境復元への応用. 第四紀研究, 27, 1-20.
- 熊野建設株式会社「文化財工事」<https://kumano-kpr.co.jp/business/bunka/>
- 毎日新聞 2024 「黒い波・ごう音、必死に逃げた 奥能登・車載カメラが捉えた津波」(2024 年 1 月 8 日) <https://mainichi.jp/articles/20240108/k00/00m/040/166000c>
- 日本テレビ 2024 【能登半島地震】全壊した飲食店「わじまんま」家族と暮らした 思い出の場所・川崎で再オープン(日本 テレ NEWS2024/06/10) <https://www.youtube.com/watch?v=B2YofBnOeiU>
- 澤井祐樹 (2014) 古地震研究において珪藻化石分析が果たす役割. Diatom, 30, 日本珪藻学会 57 - 74.
- 澤井祐紀 (2017) 東北地方太平洋側における古津波堆積物の研究. 地質学雑誌, 123 (10), 819-830.
- 産経新聞 2023 「「地震ない頃に戻って」約 2 年半で 300 回超 収束の兆し見えず」(2023 年 5 月 6 日)
- 宍倉正展・澤井祐紀・行谷佑一・岡村行信 (2010) 平安の人々が見た巨大津波を再現する－西暦 869 年貞觀津波－. AFEREC NEWS No.16 産業総合研究所活断層 地震研究センター 110.
- Takashimizu, Y., Urabe, A., Suzuki, K., and Sato, Y. (2012) Deposition by the 2011 Tohoku-oki tsunami on coastal lowland controlled by beach ridges near Sendai, Japan. Sedimentary Geology, vol.282, 124-141.
- テレビ金沢 2024 「中継 17 年前の地震でも被災した門前のそば店「ずっとここで蕎麦屋を」」(2024 年 3 月 7 日放送)
- 戸倉則正 1996 「スプレー式接着剤を使用した地層はぎ取り方法」『堆積学研究』43, pp.83-84