

富山平野の北西縁で検出された地震の痕跡

Paleoearthquake traces observed along the northwestern border of the Toyama Plain

寒川 旭¹・越前慎子²・町田賢一³

Akira Sangawa¹, Chikako Echizen² and Kenichi Machida³

¹ 活断層研究センター (Active Fault Research Center, GSJ/AIST, sangawa.a@aist.go.jp)

^{2,3} 富山県文化振興財団 (Toyama Prefectural Culture Promotion Foundation)

Abstract: Numerous paleoearthquake traces were observed at the Taraino-Akaura and Iwatsubo-Okadajima archaeological sites situated along the northwestern border of the Toyama Plain. Most of the traces are sand eruption associated with liquefaction caused by the 1858 Hietsu earthquake. Sand dykes are oriented in NE-SW or E-W direction, parallel or subparallel to the western border of the plain. The dyke orientation suggests an amplification of seismic waves at the topographic boundary. Some cracks, probably products of the 1586 Tensho earthquake, were also found in the Taraino-Akaura site.

キーワード：遺跡，液状化現象，砂脈，地割れ，埋没流路，飛越地震，天正地震。

Keywords: (archaeological) site, liquefaction, sand dyke, crack, buried river channel, Hietsu earthquake, Tensho earthquake

1. はじめに

財団法人富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所では能越自動車道建設に伴い、平成 11 年に手洗野赤浦遺跡、平成 11～13 年度に岩坪岡田島遺跡の調査を行った(第 1 図)。両遺跡において、激しい地震動に伴う液状化現象や地割れの痕跡が検出され、越前・町田(2002)が概要を報告しているが、本稿では、地震の痕跡のうちで代表的なものについて詳しく考察したい。

2. 手洗野赤浦遺跡の液状化跡

発掘地点は、北西側を西山丘陵、南東側を蛇行する小矢部川に囲まれた沖積低地(標高 6～9m)に位置している。この発掘区における基本層序は、上位より、層：水田耕作土、層：シルト層(中世の遺物包含層)、層：シルト～砂層、層：砂層となり、層の上面と、層を部分的に削る凹地(層と層の間に位置)の上面で遺構が検出されている。このうち、前者の遺構は 14～15 世紀の掘立柱建物・道路・石組み及び木組み井戸、後者の遺構は 15～16 世紀と考えられる掘立柱建物や土坑である(越前・町田, 2002)。

この調査区では、液状化現象に伴う砂脈が数多く検出された。砂脈の長さは最大 14m で、幅は 20cm 前後のものが多いが、中には 1m 近い幅を持つ砂脈

も認められた(写真 1, 2)。砂脈の多くは概ね東西方向に延びており、南北方向の埋没流路跡に直交する場合でも、ほとんど影響を受けず、流路の内部を埋め立てた粘土を引き裂いてまっすぐに延びていた。さらに、砂脈の一部は石組み井戸を引き裂き、木組み井戸にも変形を与えていた(越前・町田, 2002)。

検出された中で最も幅の広い砂脈(第 2 図)について、直交する方向のトレンチを掘削して断面形態を観察した(第 3 図, 写真 3)。この図では、説明の便宜上、地層を独自に 4 区分したが、上位より、A 層：濃灰色粘土層、B 層：灰色粘土層、C 層：シルト～極細粒砂層、D 層：最大径 7cm の礫を含む砂礫層となる。このうち、A 層は基本層序の層と層の間に位置し、埋没河道の内部を埋積した地層である。B 層は基本層序の層に、C 層と D 層は層にそれぞれ対応している。

砂脈は A～C の各層を引き裂き、砂脈内の砂(礫)は D 層から供給されていた。また図を作成した時点では、基本層序の層(厚さ 20～30cm)は調査の進展に伴って既に取り除かれていたが、それ以前の観察により、砂脈が層を引き裂き、層に覆われることが確かめられた。

第 3 図の中央には幅約 70cm の砂脈(中央の砂脈)が見られる。図の左端にある幅約 5cm の砂脈は上端で中央の砂脈に合流していた。図の右部にある幅 3cm 前後の砂脈は、中央の砂脈の最下部から枝分かれしながら水平および垂直方向に延び、最後は先細

りになって消滅していた。

中央の砂脈の内部は、B層より供給された最大幅15cmの粘土のブロックの他に、小さな粘土ブロックがわずかに認められる以外は、砂～礫で構成されていた。その大半（右上部を除く）で上へ向かう級化が顕著である（第3,4図）。例えば、噴砂（礫）を供給したもとの地層（第3図の試料5）は、礫から極細粒砂～シルトに至るまでの様々な粒径の粒子で構成されているが、砂脈の下部（試料4）になると礫～中粒砂で構成され淘汰も進んでいる。さらに、上部（試料3）は淘汰の良い中粒砂、さらに、最上部（試料2）は極めて淘汰の良い極細粒砂と、段階的に変化する。

一方、砂脈a内部の右上部では再び大きな粒子で構成されるようになるが、下部は中～粗粒砂（試料1）で構成され、それより上は、レンズ状に含まれる極細粒砂、さらに中粒砂と変化する。

3. 岩坪岡田島遺跡の地震跡

この遺跡は手洗野赤浦遺跡の北東約300mの沖積低地に立地している。今回の発掘区における基本層序は a層:表土, b層:近世の遺物を含む粘土層, 層:中世の遺物を含む粘土層, 層:古代の遺物を含むシルト層, 層:シルト～砂層, 層:砂～シルト層となる。このうち, 層上面で中世末～近世の溝, 層上面で中世の掘立柱建物・河川跡, 層上面で古代の掘立柱建物を検出している（越前・町田, 2002）。

この調査区では、液状化現象に伴う砂脈が数多く検出されたが、大半が幅数cm以内で、北東～南西方向に向かって伸びていた（写真4,5）。層上面では北東～南西方向に伸びる埋没流路が検出されたが、砂脈の多くは流路の縁に沿うように発達していた。また、発掘区内で流路跡の分布しない地区（地質的に均一な地区）でもほとんどが北東～南西方向に伸びていた。

第5図は砂脈の断面形を示したものであるが、説明の便宜上、地層を上位よりA～I層に区分した（第2図のA～Dとは対応しない）。A層（厚さ24cm）は基本層序の b層に相当するシルト層（中世末～近世の遺物を含む）、B層（厚さ60cm）は層に概ね対応する時期（中世）の埋没河道を埋積したシルト～粘土層である。C層（厚さ40cm）は基本層序の層より古い時期に自然堆積した粘土層、D層（厚さ35cm）は極細粒砂層をレンズ状に含むシルト層、E層（厚さ35cm）は粘土層である。さらに、F層（厚さ10cm）は極細粒砂層、G層（厚さ8cm）は粘土層、H層（厚さ82cm）は極細粒砂層、I層（少なくとも10cm以上）は中～粗粒砂層である。ただし、A層を覆っていた a層はこの図を作成した段階では取り除かれていた。

砂脈はA（ b）層を完全に引き裂き、 a層に上

端を削られていた。また、この図のように砂脈は約2.2mの深さまで連続して、層厚80cmの極細粒砂層に達した位置で不明瞭になる。

砂脈の内部では上部ほど粒子が細くなる級化が顕著で（第6図）、砂脈の最上端はシルト、試料6では極細粒砂～シルト、試料7では細粒～極細粒砂、試料8では細～中粒砂となり、それより下方では概ね中粒砂で構成されている。一方、H層（試料9）は極細粒～細粒砂層、I層（試料10）は粗粒砂を含む中～細粒砂で構成されている。H層内で砂脈が不明瞭になるが、H層を構成する砂粒は砂脈内の砂粒より小さな粒子で構成されている（第6図）。むしろ、粗粒砂から細粒砂までの様々な粒子を含むI層（H層の下位）から噴砂が供給されたと考えれば、粒度組成に関する矛盾は生じない。

基本層序の層上面（中世の遺構面）では、地割れ状の開口した割れ目が認められ、当時の地表を覆っていたと考えられる濃灰褐色の腐植質粘土が割れ目の内部を満たしていた（写真6）。第7図には東西方向に走る地割れの断面形を示したが、最大幅50cmの割れ目の内部には、粘土のブロック（最大径30cm）と共に、腐植質粘土層が流れ込んでいた。割れ目内に側面からブロックが落下すると共に、当時の地表を覆っていた軟弱な腐植質粘土が流れ込んだものと考えられる。また、これらを引き裂いて砂脈が上昇しており、地割れが発生した時期より後（第5図の砂脈と同じ時期）に、噴砂が上昇したことがわかる。

一方、砂脈に引き裂かれた地層のうち、層を浸食した凹地を埋積した粘土～極細粒砂層の一部に、写真7に示すような擾乱構造が認められたが、激しい地震動に伴う変形の可能性がある。

4. 考 察

手洗野赤浦遺跡の砂脈に引き裂かれた地層からは16世紀末～17世紀にかけての遺物が検出されており、15～16世紀の井戸とその埋土も同時に変形していることから、17世紀以降に生じた地震の痕跡と考えられる（越前・町田, 2002）。一方、岩坪岡田島遺跡の砂脈は、江戸時代の遺物（新しいものは18世紀）を含む地層を引き裂き、現代の耕作土に削られているので、江戸時代後期以降に生じたことが確実である。また、地割れ跡は、中世の遺構面を引き裂き、それより上位の地層には覆われているので、中世に生じたことになる（越前・町田, 2002）。

両遺跡が分布する地域において、顕著な液状化現象や地割れを引き起こす可能性がある中世以降の大地震について、地震史料から検討する限りでは、1586（天正13）年の天正地震、1858（安政5）年の飛越地震が挙げられる（文部省震災予防評議会, 1941；東京大学地震研究所, 1981, 1986；宇佐美, 1996など）。

このうち天正地震は、岐阜県から富山県にかけて北北西方向に延びる阿寺断層系と御母衣断層系（佃ほか，1993；杉山ほか，1993 など），および濃尾平野西縁に発達する養老断層系が同時に活動して生じたと考えられている（須貝ほか，1999 など）。また，飛越地震は，富山県から岐阜県にかけて分布する跡津川断層の活動によるものと考えられている（竹村・藤井，1984 など）。

本稿で報告した手洗野赤浦遺跡や岩坪岡田島遺跡の液状化跡は，江戸時代以降に生じたもので，1858年の飛越地震で生じた可能性が高い。特に，岩坪岡田島遺跡の場合は，江戸時代後期以降に限定されるので，飛越地震の痕跡であることがほぼ確実であろう（越前・町田，2002）。

このほか，岩坪岡田島遺跡では，地震当時の地表面を覆っていたと考えられる軟弱な堆積物（層と層の間に位置する）に擾乱構造が見られる。また，岩坪岡田島遺跡の地割れ跡は基本層序の層を引き裂き，層に覆われているので，いずれも中世に生じたことになり，天正地震の爪痕である可能性が高い（越前・町田，2002）。

手洗野赤浦遺跡では，第3図に示すように，砂脈内の砂の粒度組成が特徴的に変化している。この粒度組成の変化は，液状化現象の発生から終結までの間に，砂脈内を上昇する地下水の流速が間欠的に変化したことによると推定される（類例は寒川，1999）。この図では，砂脈の右上部を除く部分が液状化に伴う噴砂流出の最終段階で，砂脈内部を充填していた砂粒（一つ前の段階で砂脈内を上昇した噴砂）を押し上げながら上昇し，砂礫から極細粒砂へと粒径が変化している。最上部の極細粒砂には，水平方向あるいは斜め上方向に流動した痕跡が見られる。

飛越地震の爪痕と思われる砂脈群は，手洗野赤浦遺跡では概ね東西，岩坪岡田島遺跡では北東-南西方向に延びている。

岩坪岡田島遺跡の場合，発掘区内に北東-南西方向に延びる埋没流路が存在し，ほとんどの砂脈がこの流路跡の縁に沿って発達している。背後の山麓線も同じ方向なので，地形の配列と発掘区の微地形（表層地質）のいずれにも調和した分布形態と言えよう。

一方，手洗野赤浦遺跡の場合，概ね東西方向に延びる砂脈が卓越しているが，南北方向の埋没流路と交差する位置では，流路跡を切断している。背後の山麓線に対してやや斜交する方向の砂脈が卓越しており，南北方向の微地形（表層地質）とは，調和的でないようである。

噴砂を供給した砂層は，手洗野赤浦遺跡の場合は地震当時の地面から1m前後の深さ，岩坪岡田島遺跡の場合は深さ3m程度となり，地質的な条件に応じて様々な深さで液状化現象が生じたことがわかる。前者では幅20cmを越える幅広い砂脈が多く，後者は幅数cm程度の細い砂脈のみが発達している。一般的に，供給源となった砂層が浅い場合に幅広い砂脈が

生じ易く，この傾向とは矛盾しない。

富山平野では多くの遺跡で液状化現象の痕跡が検出されている（寒川，1992，1997；婦中町教育委員会，1993；福岡町教育委員会，1995；富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所，1993，1994，1995，2000，2001；埋文関係救援連絡会議・埋蔵文化財研究会編，1996；藤井，2000；越前，2002；町田，2002）。この中で，飛越地震の痕跡に限って考えると，高岡市，小矢部市，福岡町など，平野の西端付近での検出例が多い。今回報告した事例では，平野西縁の山麓線に沿う方向に延びる砂脈が多い。

この地域の地震跡については，まだ資料が少ないが，本報告が，飛越地震における富山平野全体の地震動の傾向や，平野を構成する堆積物や地表面を構成する微地形（表層地質）との関係を考察するための基礎資料となれば幸いである。

5. まとめ

富山平野北西縁に位置する手洗野赤浦遺跡と岩坪岡田島遺跡の発掘調査において，顕著な地震の痕跡が検出された。いずれの遺跡においても，1858年の飛越地震によると思われる液状化現象の痕跡が認められたが，前者では深さ1m以深から供給された幅広い砂脈が，後者では深さ3m以深から供給された幅数cm程度の狭い砂脈が認められた。

この他，岩坪岡田島遺跡では，1586年の天正地震による可能性のある地割れ跡や，地震当時の地表面を覆っていたと考えられる粘土層が擾乱された痕跡が検出された。

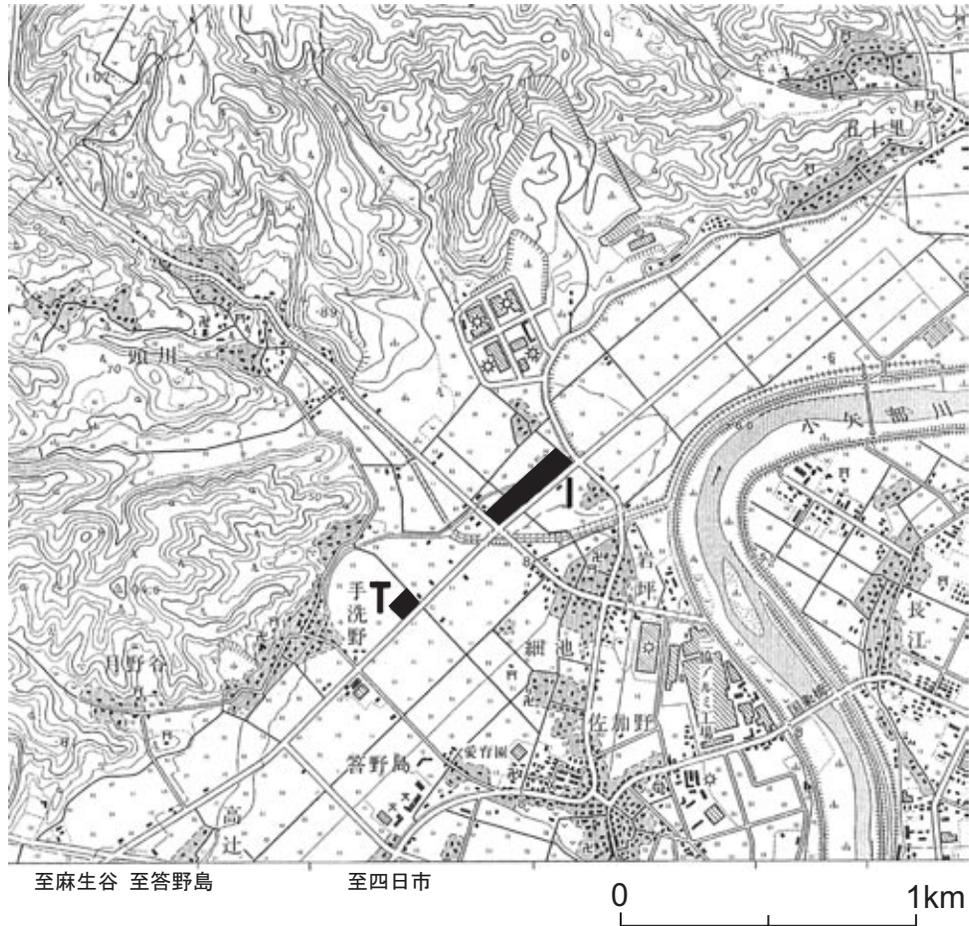
手洗野赤浦遺跡では，幅広い砂脈が発達していたため，砂脈の内部における粒度組成の変化がよく観察できた。また，飛越地震によって生じたと考えられる砂脈は，ある程度の方向性を示す分布を示しており，この地震に伴う山麓線付近の地震動の特性や，発掘区の微地形・表層地質との対応関係を示すものと思われる。

文 献

- 婦中町教育委員会（1993）富山県婦中町友坂遺跡発掘調査報告．34p．
 藤井昭二（2000）大地の記録 富山の自然史．桂書房，194p．
 福岡町教育委員会（1995）富山県福岡町石名田木舟遺跡発掘調査報告書．46p．
 越前慎子（2002）木舟城周辺の遺跡に見られる地震痕跡．古代学研究，158，37-46．
 越前慎子・町田賢一（2002）手洗野赤浦遺跡・岩坪岡田島遺跡における地震痕跡．古代学研究，158，47-53．
 町田賢一（2002）富山県の地震痕跡確認遺跡．古代学研究，157，41-50．

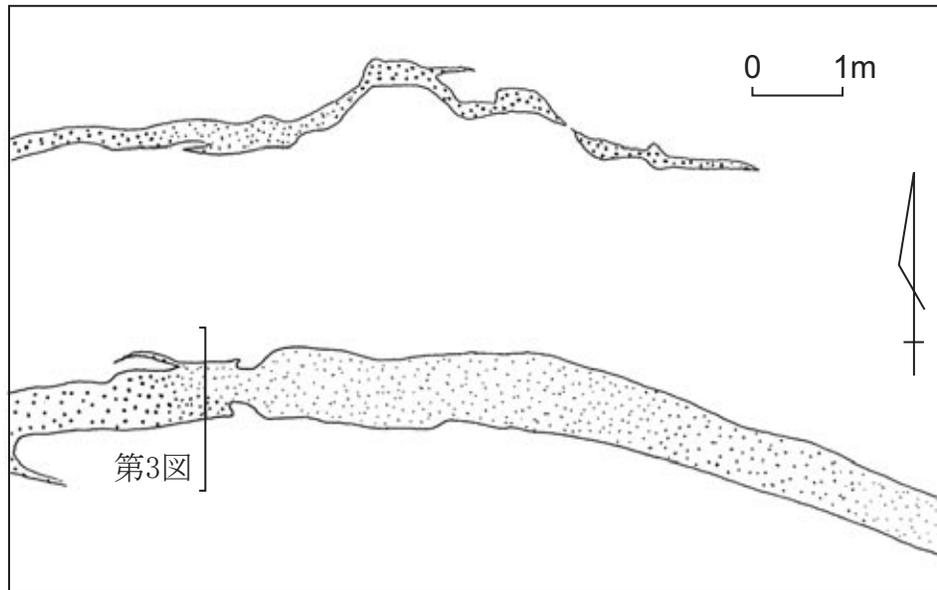
- 埋文関係救援連絡会議・埋蔵文化財研究会編(1996) 発掘された地震痕跡. 825p.
- 文部省震災予防評議会編(1941) 増訂大日本地震史料 第1巻. 鳴鳳社, 945p.
- 寒川 旭(1992) 地震考古学 遺跡が語る地震の歴史. 中公新書, 251p.
- 寒川 旭(1997) 揺れる大地 日本列島の地震史. 同朋舎出版, 272p.
- 寒川 旭(1999) 遺跡に見られる液状化現象の痕跡. 地学雑誌, **108**, 391-398.
- 須貝俊彦・伏島裕一郎・粟田泰夫・吾妻 崇・苅谷愛彦・鈴木康弘(1999) 養老断層の完新世後期の活動履歴 - 1586年天正地震・745天平地震震源断層の可能性. 平成10年度活断層・古地震研究調査概要報告書, 89-102.
- 杉山雄一・粟田泰夫・佃 栄吉(1993) 1990年御母衣断層系・三尾河断層(寺河戸地区)トレンチ調査. 活断層研究, no.11, 71~77.
- 竹村利夫・藤井昭二(1984) 飛騨山地北縁部の活断層群. 第四紀研究, **22**, 297-312.
- 東京大学地震研究所編(1981) 新収日本地震史料 第1巻. 193p.
- 東京大学地震研究所編(1986) 新収日本地震史料 第5巻. 599p.
- 富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所(1993) 埋蔵文化財年報(4) 平成4年度. 96p.
- 富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所(1994) 埋蔵文化財年報(5) 平成5年度. 136p.
- 富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所(1995) 埋蔵文化財年報(6) 平成6年度. 111p.
- 富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所(2000) 開群大滝遺跡・地崎遺跡発掘調査報告書. 能越自動車道建設に伴う埋蔵文化財発掘報告 第一分冊, 395p.
- 富山県文化振興財団埋蔵文化財調査事務所(2001) 石名田木舟遺跡発掘調査報告書, 924p.
- 佃 栄吉・粟田泰夫・山崎晴雄・杉山雄一・下川浩一・水野清秀(1993) 2.5万分の1阿寺断層系ストリップマップ及び同説明書. 地質調査所, 39p.
- 宇佐美龍夫(1996) 新編日本被害地震総覧(増補改訂版 416-1995). 東京大学出版会, 493p.

(受付:2002年8月16日,受理:2002年9月17日)

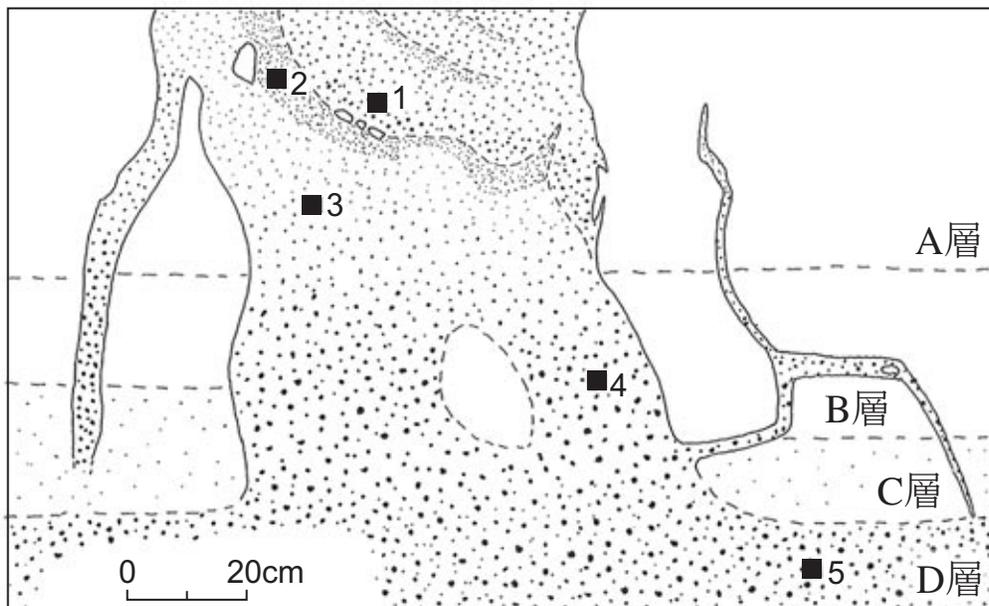


第1図. 手洗野赤浦遺跡と岩坪岡田島遺跡の位置図. 国土地理院発行2.5万分の1地形図「飯久保」を使用. T: 手洗野赤浦遺跡, I: 岩坪岡田島遺跡. 両遺跡は富山県高岡市内に位置する.

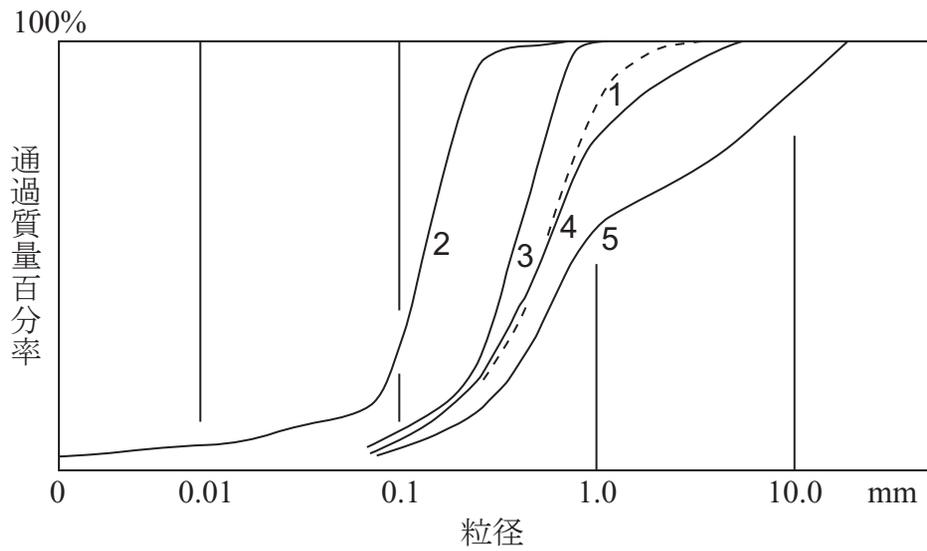
Fig. 1. Location map of the study area. I: Iwatsubo-Okadajima site, T: Taraino-Akaura site. Both sites are situated in Takaoka City, Toyama Prefecture.



第2図. 手洗野赤浦遺跡における砂脈の平面図. ドットの大きさは砂粒の大きさを表現.
Fig. 2. Plan of sand dykes in the Taraino-Akaura site.

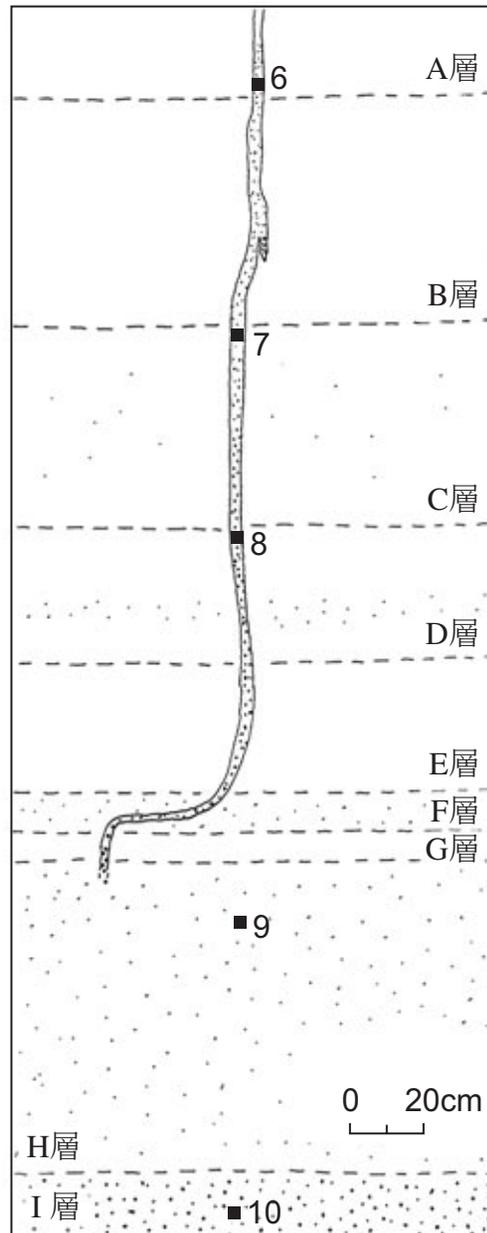


第3図. 手洗野赤浦遺跡における液状化跡の断面図. 断面図の位置は第2図参照. 番号を付けた
■は粒度分析試料の採取位置を示す. ドットの大きさは砂粒の大きさを表現.
Fig. 3. Cross section of a liquefaction trace in the Taraino-Akaura site. See Fig. 2 for the location of this
section. Numbered solid squares show the points where liquefied sands and gravels were sampled
for grain size analysis.



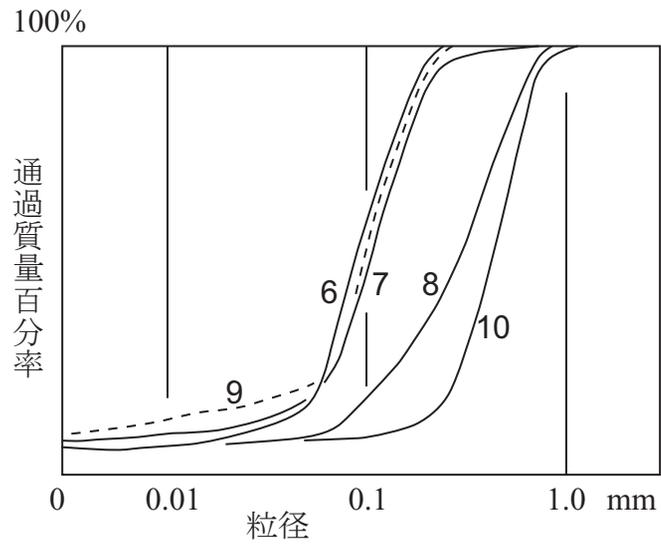
第4図. 手洗野赤浦遺跡における砂（礫）の粒径加積曲線。
試料番号は第3図の試料採取位置番号に対応する。

Fig. 4. Grain size distribution curves for five liquefied sand-gravel samples from the Taraino-Akaura site.
See Fig. 3 for sampling points.



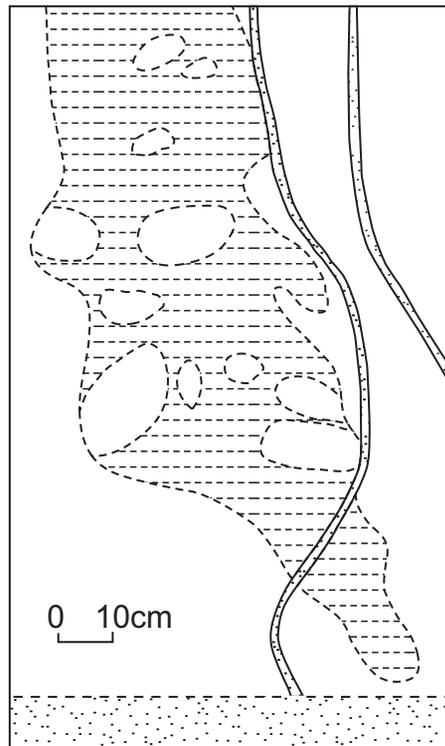
第5図. 岩坪岡田島遺跡における液状化跡の断面図.
この図のA～D層は第3図のA～D層とは対応しない. 番号を付けた■は粒度分析試料の採取位置を示す.

Fig. 5. Cross section of a liquefaction trace in the Iwatsubo-Okadajima site. Stratigraphic divisions A-D here are not correspond to those at the Taraino-Akaura site shown in Fig. 3. Numbered solid squares show sampling points for grain size analysis.



第6図. 岩坪岡田島遺跡における砂（礫）の粒径加積曲線。
試料番号は第5図の試料採取位置番号に対応する。

Fig. 6. Grain size distribution curves for liquefied sand samples 6 - 9 from the Iwatsubo-Okadajima site. See Fig. 5 for sampling points.



第7図. 岩坪岡田島遺跡における地割れと噴砂の断面図。

横実線部は地割れに落ち込んだ濃灰褐色腐植質粘土，破線で囲んだ白抜き部は地割れの壁面から落下した粘土のブロック。

Fig. 7. Cross section of a crack and sand dykes in the Iwatsubo-Okadajima site. A crack filled with grayish brown humic clays is thinly lined. Dashed open ovals delineate fallen clay blocks.



写真1. 手洗野赤浦遺跡の砂脈（遠景）.
Photo 1. Sand dykes in the Taraino-Akaura site (distant view).



写真2. 手洗野赤浦遺跡の砂脈（近景）.
Photo 2. Sand dyke in the Taraino-Akaura site.



写真3. 手洗野赤浦遺跡の液状化跡. 写真2の中央でトレンチを掘削した.
Photo 3. Liquefaction trace in the Taraino-Akaura site.



写真4. 岩坪岡田島遺跡の砂脈（その1）.
Photo 4. Sand dykes in the Iwatsubo-Okadajima site (1).

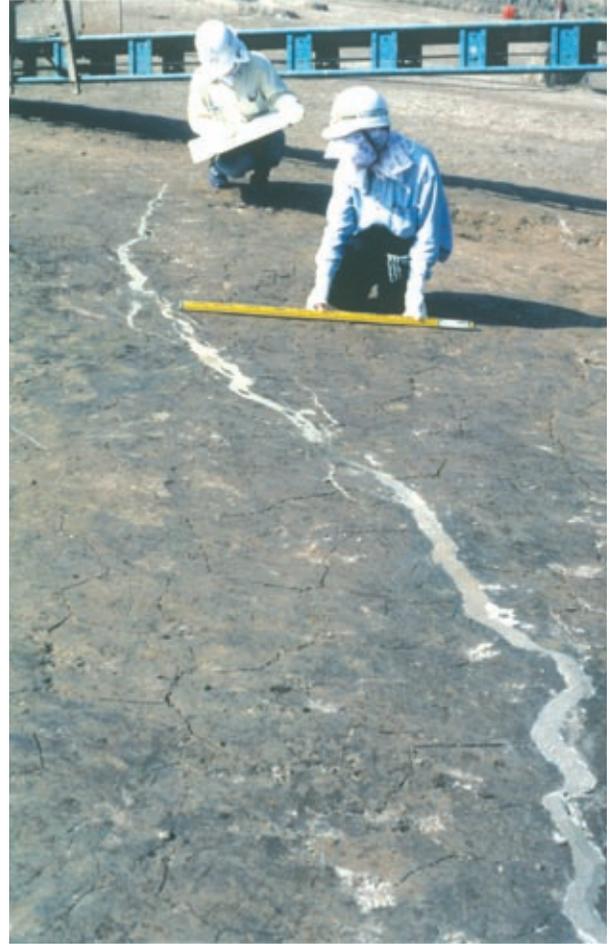


写真5. 岩坪岡田島遺跡の砂脈（その2）.
Photo 5. Sand dykes in the Iwatsubo-Okadajima site (2).

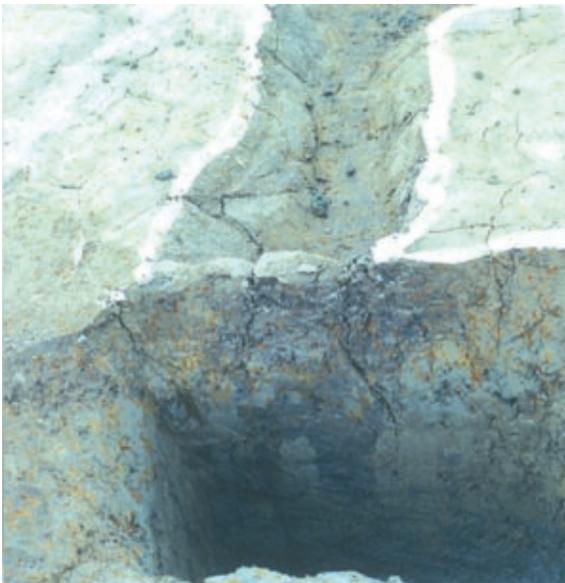


写真6. 岩坪岡田島遺跡の地割れ跡.
第7図とは異なる位置.
Photo 6. Crack trace in the Iwatsubo-Okadajima site.



写真7. 岩坪岡田島遺跡における地層の変形跡.
中～下部は中世後期に相当する年代の地層で、上部はそれ以後に堆積した地層.
Photo 7. Traces of convolute structures in the Iwatsubo-Okadajima site