

山形内陸盆地の噴砂・地盤流動化の痕跡

—寒河江市三条遺跡—

阿子島 功*・佐藤庄一**・水戸弘美**・
佐竹桂一**・植松暁彦**

地震噴砂跡の発見は山形県の内陸盆地では三条遺跡がはじめてである。琵琶湖周辺をはじめとして、内陸の堆積盆地で地震噴砂や地盤流動化の痕跡が報告されることは、もはや珍しいことではない。しかし、山形県内陸盆地は、活断層地形があり¹⁾、1966年新潟県沖地震の際に地震災害があった²⁾にもかかわらず、それでもなぜか地震には安全な土地と信じられている³⁾。山形市でいえば1966年当時にくらべて、地盤のよい扇状地部分を使いきって、扇状地外縁の軟弱地盤地帯に市街地が拡大している。中山町では、旧来の市街は最上川や須川の自然堤防上にあったが、新興の住宅団地は後背湿地帯へと拡大している。今回の1995~97年の寒河江市三条遺跡の発掘調査の機会に地震噴砂・地盤流動化が検出された。その時期は平安時代であろうと推定された。その位置は活断層地形のすぐそばであるが、断層露頭は確かめられなかった。遠くの地震に対して軟弱地盤の部分が鋭敏に反応したことも考えられる。

1. 寒河江市三条遺跡の立地環境

三条遺跡の発掘調査は東北横断自動車道酒田線の工事に先立つ記録調査であり、遺跡の範囲は東の左沢線から、西の高瀬山にむかってさまざまな微地形と地盤条件を横切っている(写真1)。東より西へ、最上川の旧河道起源の後背湿地、一段上がって広い微高地(砂礫堆)、寒河江方面からの細い旧河道、高瀬山東側断層崖下の低い段丘面、断層崖、地塁状の段丘面となっている。そのためそれぞれの区間ごとに土地利用も表層地質も異なっている。

考古遺跡もさまざまな時代のものが、それぞれの場所に重複的に分布しているが、特徴的なものをあげると、表1のように、西(高位)より東(低位)へ;高瀬山の洪積段丘面上の旧石器時代遺跡と縄文時代集落、断層崖上の古墳、断層崖斜面の中世の山城?施設、断層斜面下の低い段丘面上の縄文時代集落と奈良平安時代集落、寒河江方面からの細い旧河道のなかの奈良平安時代の流れ込み遺物堆積層、砂礫堆上の平安時代集落と中世~江戸時代の集落、これに連なる緩く広い微高地上の奈良平安時代の集落、一段下がった最上川後背湿地のなかの縄文・弥生時代遺構と奈良平安時代水田(三条の地名にかかわる条里制遺構に関連するであろう)などである。発掘は上下2層の確認面で行った。

2. 地震噴砂・地盤変形の記載

J区, I区, F区の3地点で検出された。

【J区】J区は、高瀬山東側急斜面の麓の段丘状の地形である(写真1)。断層崖急斜面を横断する深さ最大2.7mの連続トレンチでは、第三紀の凝灰岩とこれをおおう崩積層、溝遺構が観測された。そのなかで凝灰岩を切る断層は認められなかった。主断層の位置はJ区と予想されるが、J区の井戸の深掘りでは最大3m以上の砂質の堆積層よりできている。地表下0.6mに平安時代包含層が、地表下1mに縄文時代中期の包含層がある。

脈状砂の平面形は平安時代遺構確認面で検出される。断面では地表下約1.4mの砂層が、縄文時代包含層と平安時代包含層を切って脈状に噴きだしている(幅5~10cm,長さ2~4m以上で3条,写真3,4)。噴砂が地表に広がっている部分を見ることはできなかった(すなわち、葦の茎だけをみている)。脈状砂の起源は、地表下1.4m以下にある水平な砂層であり、縄文時代遺物包含層の地山層となっている。粘土分が少なくさらさらしている。この砂層は、平安時代井戸壁面にも露出しているが、井戸底はこれよりさらに1m程深く、円形(曲物の井戸眼)と方形の木製の枠が沈められている。

噴砂の時期:奈良平安時代(9C頃)遺物包含層を切っているが、井戸の埋め土を切っていない。井戸からのびる溝に切られている。

噴砂の後の地下水位が下がったときに井戸がつくられた。井戸は3あり、うち2は切り合いがある。脈状砂は井戸SE3110を切るが井戸を埋める土を切っていない。新旧2ある井戸SE3076のうち新しい井戸は切っていない。井戸の埋め土のなかの考古遺物の時期は13Cである。

地下水位との関係でいえば、井戸の湧水深さよりは高いところで流動化が起きている。平安時代の地表面より約0.8mまで地下水位があったときに地震が起こった。背後の急斜面から地下水がもたらされる場所である。

【I区】I区は寒河江方面からの河道跡の帯状の凹地である。幅約20m程で、湾曲している。この凹地を埋める堆積層は発掘した地表下約2mまでの範囲では縄文中期よりは新しい堆積層である(下限は未確認)。この凹地の帯のなかに、新旧の河道跡の湿地がいく筋があり、いくたびかの洪水によって埋積された(写真2,3)。

* 山形大学人文学部環境地理学 ** 山形県埋蔵文化財センター

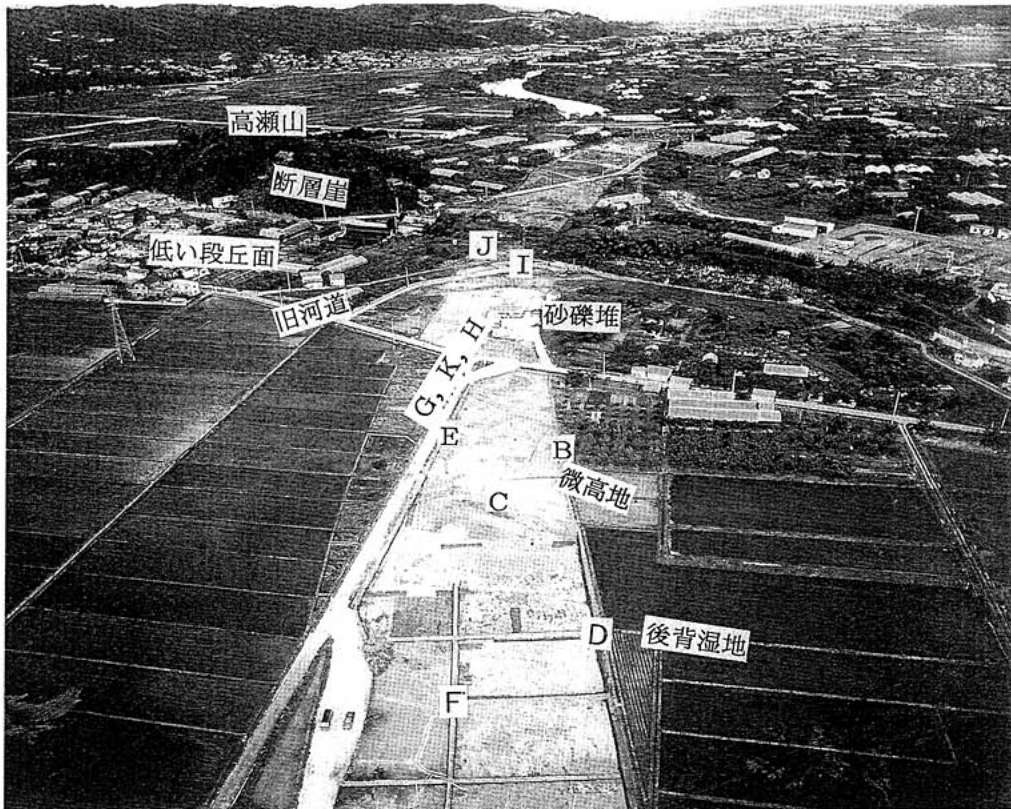


写真1 手前が東

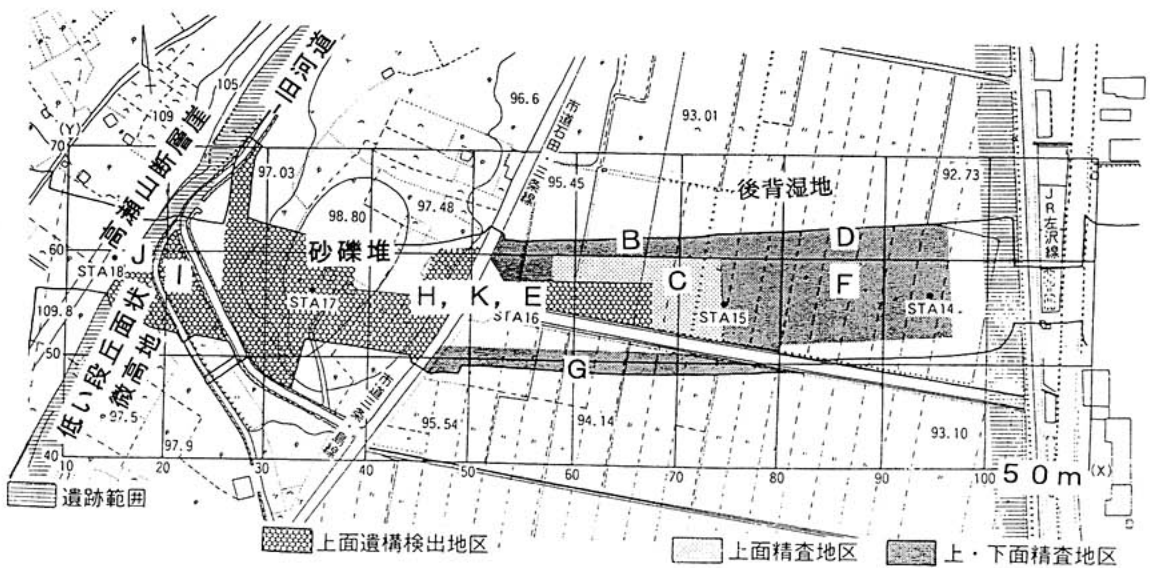
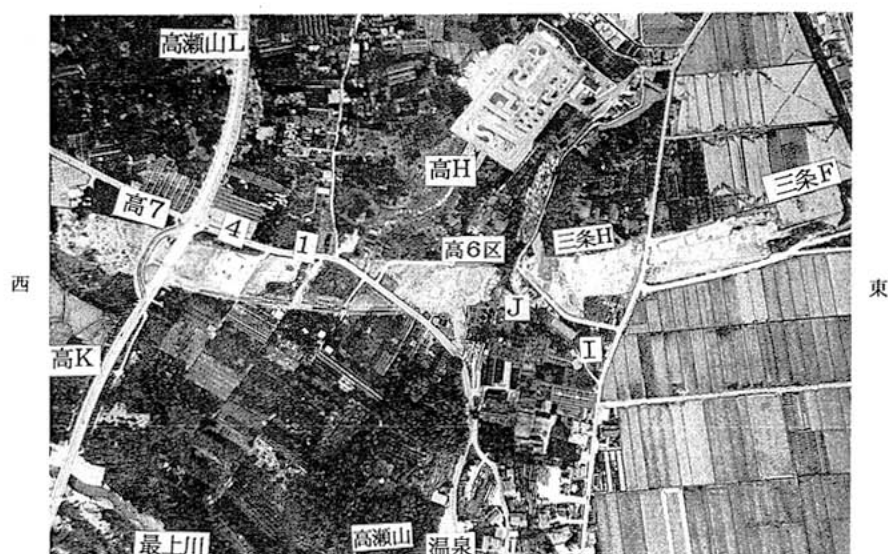


図1 三条遺跡発掘調査区

調査区	西			東	
	J	I	H	BEGK	CDF
地形	断層崖斜面 麓低位段丘	ほそい 旧河道	微高地 (礫堤)	微高地	最上川 後背湿地
地質	凝灰岩Ⅱシルト	シルト, 粘土	砂礫, 礫がち	シルト	シルト, 粘土
土地利用	林, 果樹園	水田	果樹園	果樹園, 畑	水田
近代	桑畑	水田	桑畑	畑 水田	水田
江戸時代	林, 草地, 畑? ▽ (館施設?)	湿地, 水田?	井戸1方形区画2 城館(寺院?) 城館跡 竪穴3 掘立柱建物5以上 溝跡8掘跡1土坑 溝跡 竪穴10 掘立柱建物10以上 土坑	畑? 水田?	水田
鎌倉時代		▲噴砂・流動化		溝跡4条以上 ◎ 集落跡 竪穴式 住居32 掘立柱建 物25棟以上	▲地盤流動化
平安時代 (9C代)	井戸2基 ▲噴砂 掘立柱建物跡2	赤焼, 須恵器, 土師 ◎ 水溜りの移動縮小 ◎			水田
奈良時代	柵列1列 ▽崩れ				水田
古墳時代	崖上に 古墳 あり	水溜り?	なし	なし	なし
弥生時代	なし	河道? 流木		林? = 不整形の 落込み(風倒木?) とビット群	林? = 不整形 落込みと ビット群
縄文時代	竪穴住居1以上 (前期末BC5000)				
特記 (災害履歴)	▽崩れ ▲噴砂 冠水なし?	▲噴砂, 地盤流動 ◎浸水しばしば	各時期を通じて 冠水なし?	まれに冠水?	▲地盤流動化 浸水しばしば
調査期間	1996.5~8	1996.4~6	1996.7~11	95.6~11, 96.4~8	1996.5~9
調査担当	植松	佐竹, 植松, 長瀬	水, 植, 佐, 川, 長	水戸, 川田	水戸, 川田



三条J区の西(左)の崖上の平坦面の丸いパターンは古墳周濠である(高瀬山6区)



写真3 左より右へH区, I区, J区
高6区から南東をみる



写真4 I区旧河道の断面。南東(下流)へむかって。

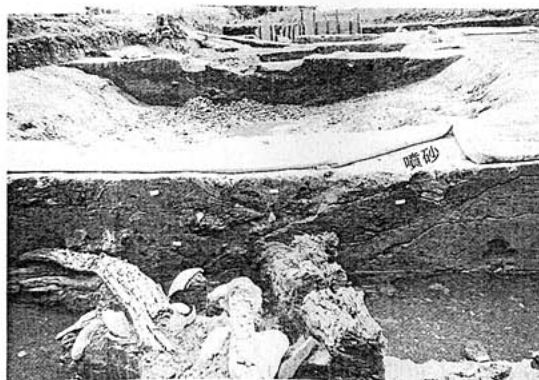


写真5 I区旧河道埋積層中の噴砂。ホースのおれまがり部分が
脈状砂の平面形を示す。



写真6 J区でみられた噴砂脈(位置は図2下)

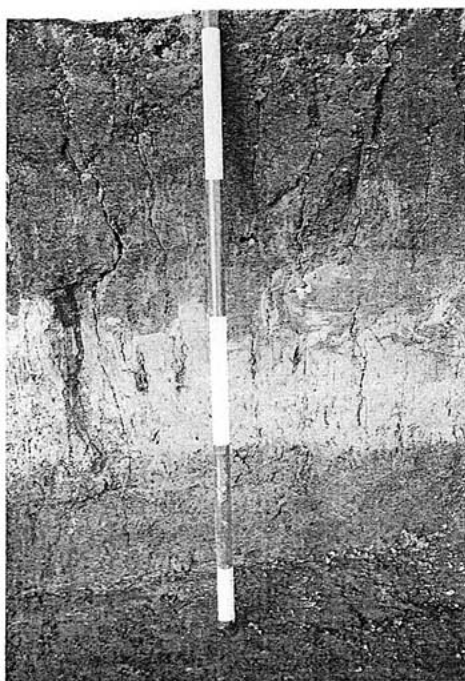


写真7 F区でみられた軟弱層のゆれうごき跡

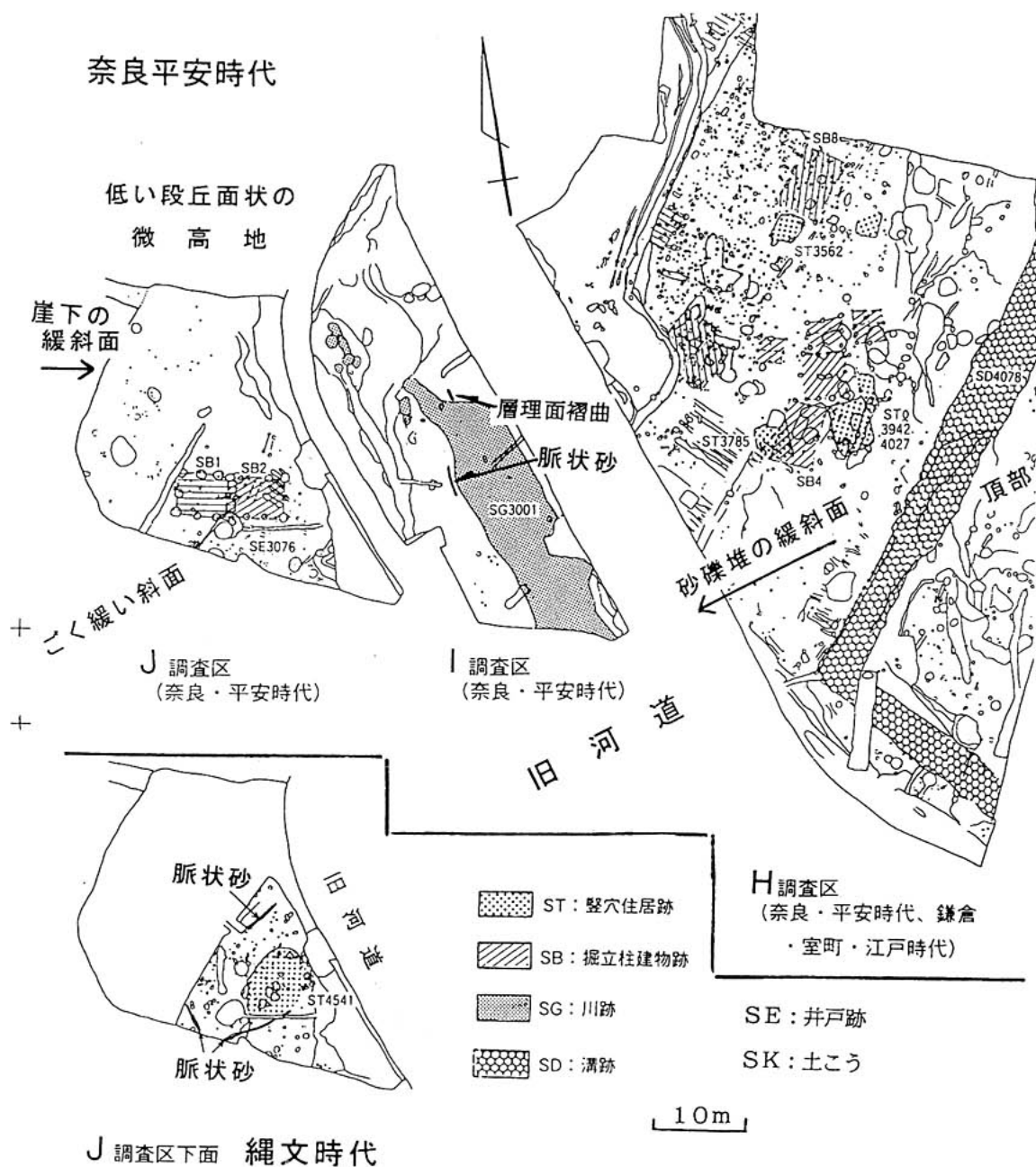


図2 J区(縄文時代と奈良平安時代), I区 および H区

凹地の9C前半の埋積層は、平安時代の遺物(土器と多量の流木など)の包含層を挟む水溜り堆積層(泥質)と洪水で堆積した砂層との互層である。断面では下に凹形の泥質の遺物包含層とこれを埋める明るい色の砂層であり、最少3回の凹形の切り合いあるいは重なりがみられる。それぞれ水溜りが移動あるいは埋積されて縮小したことを示す(写真4, 5)。このなかで、層理面が折り畳まれたり(幅

約0.6m, 写真8)、砂が脈状に吹き出しているのがみられる(写真5)。地下水位の高い旧河道の帯のなかで揺すられて、流動化して変形したのであろう。変形を生じた砂層は粘土分がほとんどなく、水中ではさらさらと崩れる。

流動化した時代: 平安時代の遺構確認面を切っているが、これを覆う層準はわからなかった。J区の噴砂と同時期であろう。

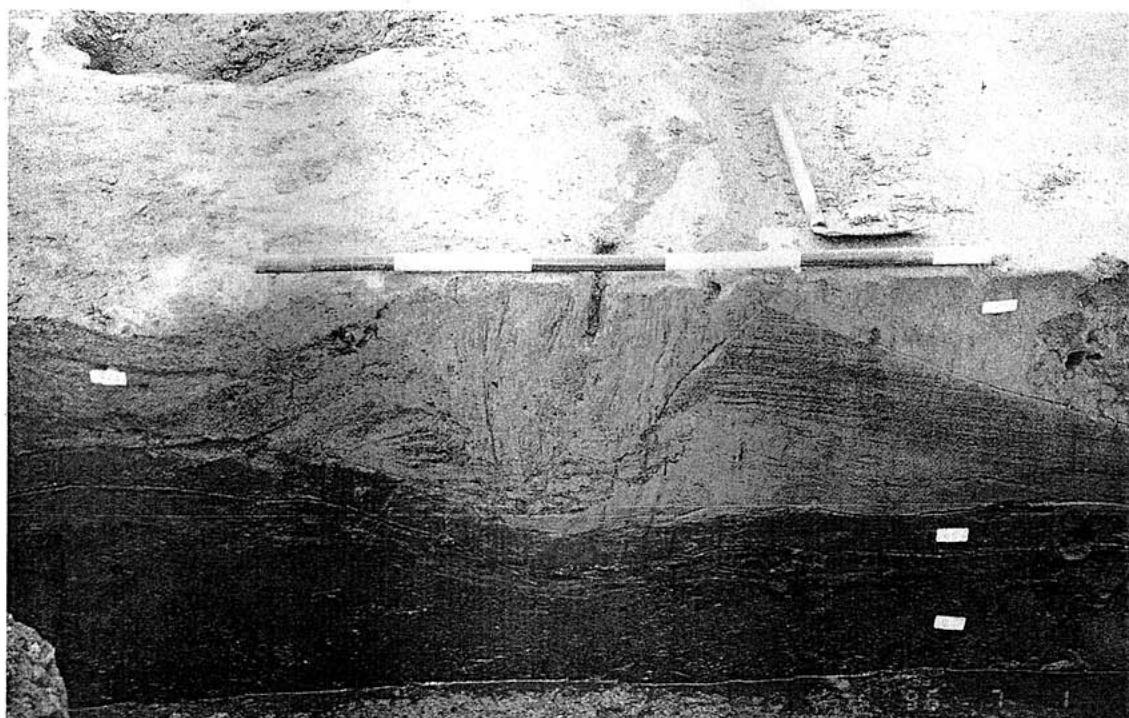


写真8 I区の谷中央でみられた軟弱層の褶曲。ものさしは20cm間隔目盛。



写真9 F区でみられた軟弱層のゆれうごき痕

【F区】もっとも低い区間で、最上川の旧河道起源の後背湿地である。西側の微高地との比高は約2m、微高地との境を幅4m前後の河道(水路)が走っている。地質はほとんどが粘土〜シルトであり、無遺物で明色の層準、無遺物で暗色の層準、遺物を包含する暗色の層準がある。水田土の表面より0.3mに奈良平安時代の畦畔が、同じく0.9mに縄文時代遺物を含む遺構面(性格不明の浅い落込み)が検出された。その間で弥生時代遺物が検出された。

奈良平安時代の水田面は断面において暗い色の粘土層のなかで薄い明るい色の粗砂のレンズがある場合に検出できる。前述の水路から洪水砂が広がったときに水田の床のへこみにだけ堆積したものである。なお最上川南岸の中山町柳沢条里制遺構で足跡や水口が検出されたのも粗砂が堆積した部分である。

条里制のころの最上川をはさんで同一時期の集中豪雨による洪水痕跡があるのではないかと作業仮説をもっている。

地盤流動化の痕跡：明色の粘土層とこの上位の暗色粘土層の間で複雑な食い込み構造の漸移帯が観察された(写真7, 9)。その厚さは約20cmである。地下水で飽和された軟弱な粘土層が地震で揺すられてできたものであろう。上下の地層の色が異なっていたため認識できた。その時期は少なくとも弥生時代よりは新しく、奈良平安時代の水田土堆積以降である。

む す び

地震噴砂は十分に水を含んだゆるづめの砂層が地震で振動を受けて流動化して地割れから噴きだしたものである。また軟弱な地層が揺りうごかされて変形することもある。山形県で考古遺跡との関係で記載されたのは、庄内海岸低地の軟弱地盤での発見例(阿子島・渋谷・名和, 1988ほか)があるが、本県の内陸地方でははじめての発見である。断層崖近くにあるが、断層地震のためなのか、遠い地震のためなのかは今後事例が増えないとわからない。観察された地盤の変形の規模は小さいので、防災上の問題として深刻ではないが、内陸盆地でも地盤の緩いところでは地震噴砂が起こり得ることが確かめられたので留意しておく必要がある。

※山形県埋蔵文化財センター阿部明彦主任調査研究員、川田嘉信、長瀬えみ子さんはか現場の皆様にお世話になりました。謝意を表します。

【注】

1) たとえば、阿子島(1996, 山形応用地質, 16)。山形盆地西縁活断層群のうち北部の太高根地区で、1万年前の尾花沢火山灰層を切る断層活動が検出されているが、その他の詳しい活動歴はまだわかっていない。

2) 山形新聞(S39.6.19およびS43.5.17より。)



新潟地震
山形新聞1964.
6.16による。

レール浮き上がる
左
線

十勝沖地震
山形新聞1968.
5.16による。



五反田の堤防作業につとめる県民団員——この付近は地盤が固く、三十九年の新潟地震でも被害を受けた。

3) たとえば、1995年8月6日の地震防災シンポジウム＝建設省東北地建主催、山形ビッグウィング＝でのある発言で、平安時代の石鳥居が健在であることを根拠に山形盆地ではひどい災害がなかったという認識。

文 献

- 阿子島功・渋谷孝雄・名和達朗(1989)天変地異考古学——平安時代?の遊佐噴砂。古今書院, 地理, v. 34, No. 9, p. 93-101
- 阿子島功(1996)災害考古学。全国埋文協会報, 46, p. 1-3
- 山形県埋蔵文化財センター(1995. 8)三条遺跡高松II遺跡調査説明資料, 7ps
- 山形県埋蔵文化財センター(1995. 11)三条遺跡調査説明資料, 11ps
- 山形県埋蔵文化財センター(1996. 10)三条遺跡第3次調査説明資料, 9ps