

「土木学会地盤工学委員会新潟県中越沖地震調査団」調査速報

調査日：平成 19 年 7 月 22 日（日）

メンバー 代表 後藤聡（斜面工学研究小委員会委員長，山梨大学大学院）

団員 青木正雄（日本大学）

伊藤 和也（（独）労働安全衛生総合研究所）

稲垣秀輝（株環境地質）

岩佐 直人（日鐵住金建材株）

上野将司（応用地質）

太田英将（（有）太田ジオリサーチ）

釜井俊孝（京都大学 防災研究所）

鈴木素之（山口大学）

地形・地質と被害の概要

柏崎平野の東は北北東から南南西に延びる標高 100～300m 級の西山丘陵によって長岡平野と画されており、北陸道・国道 8 号・JR 信越線などの主要交通路は西山丘陵を横断して長岡市に至っている。平野の南西は標高 992m の米山を中心にする米山山塊により高田平野と分離されている。北東は原子力発電所付近まで標高 70m 級の荒浜砂丘があって、柏崎市街地もこの延長の標高 10～15m の砂丘上に位置する。海岸線に目を移すと砂丘以外の部分では海食崖の発達が顕著で、中位段丘の分布が認められる。砂丘の内陸には別山川、鯖石川、鵜川などの中小河川が流れ、水田の広がる後背湿地が形成され、古い集落が微高地の自然堤防上に立地する。柏崎市街地周辺の丘陵地の一部は造成されて宅地化している。

丘陵部を構成する地質は第三紀～第四紀の固結度の低い砂岩・泥岩を主体にする地層で、米山山塊には比較的硬質な火山岩類が分布する。平野部は砂丘を形成する均質な砂層、および後背湿地の軟弱地盤から構成される。

被害は内陸丘陵部や海食崖での斜面崩壊、砂丘や後背湿地での液状化・地盤変動による建築物等の被害、道路や宅地での盛土地盤の変状が目立った。特筆すべきは、新潟地震や日本海中部地震では砂丘での被害が目立たなかったのに対し、今回の地震では砂丘上に位置する柏崎市街地の建物被害が大きかった点である。

調査箇所

STOP1 長岡市越路町武石（国道 291 号対岸斜面）

- ・ 砂岩風化帯の表層崩壊（幅 30m、高さ 20m、厚さ 2m）
- ・ 崩壊跡で確認した層理面の見かけの傾斜は 24 度（崩壊には関係なし）
- ・ 道路法面においても小崩壊が発生している。

STOP2 柏崎市堀（新潟産業大学付近）

- ・ 歩道表面が波打つ。車道も変状したようであるが補修済み。
- ・ 歩道が波打つ区間は約 160m(道路沿いの 2m ブロックの数を数える) その間の波の数は 73 波、よって、波長は 2.2m。片振幅は、10cm から 30cm 程度
- ・ 付近は低湿地の水田であり、軟弱地盤である。
- ・ 表面波の影響かどうか不明。

STOP3 柏崎市向陽台

- ・ 標高 30m 程度の丘陵地を造成したもので一部は谷埋め盛土の住宅地。
- ・ 谷埋め盛土部や造成地の端部の盛土の変状が認められた。
- ・ 道路・住宅の沈下 (約 20cm)、亀裂付近の住宅地における被害は大。

STOP4 柏崎市ゆりが丘

- ・ 標高 10m 程度の造成宅地で一部に谷埋め盛土があるが大きな被害はなし。

STOP5 JR 青海川駅の斜面崩壊

- ・ 離水した海食崖 (段丘崖) の崩壊により信越線の線路と青海川駅の一部が埋没。
- ・ 崩壊面には厚い段丘堆積物と基盤岩が露出し、基盤岩上面の段丘堆積物基底からは複数の湧水跡が存在する。段丘堆積物の崩壊厚さは 1m 以下と薄く表層の植生が主体である。
- ・ 斜面東側で古い時期に崩れた海食崖の一部が低い段丘様の地形として残っており、崩壊土砂の主体は、この段丘崖に張り付いていた未固結堆積物と推定する。
- ・ 崩壊素因は、この段丘崖に張り付いていた未固結堆積物である。また、崩壊誘因は、上方の段丘堆積物からの地下水の流入 (パイピングホールあり) による地震時の間隙水圧の上昇と地震力によるものと予想される。この崩壊箇所の上に東側には、今回の崩壊でも落ち残った段丘崖に張り付いていた未固結堆積物があり、ここでは地表に開口割れ目や段差が発生しており、崩壊が東に進展する可能性がある。現在、この割れ目に伸縮計の設置が行われており、その動態観測を見ながらの復旧作業になり、注意を要する。
- ・ 崩壊土砂の表面には植生があまり乱されずに残っており、斜面表層にあった植生 (草本) が乱されること無く、そのまま崩壊したものと思われる。
- ・ 崖上の段丘面上の住宅地 (旧国道沿い) では、地盤の沈下や亀裂が顕著で、家が傾いたり、風よけの石積みよう壁が崩壊する。
- ・ JR 青海川駅の斜面崩壊現場のさらに西方の上輪付近海岸斜面では、流れ盤の層すべりが、数箇所認められた。

STOP6 柏崎市番神岬

- ・ コンクリート吹きつけ面が剥がれて崩壊寸前。表層崩壊。
- ・ 上半部の地質は古砂丘でありこの端部（遷急線付近）での住宅地の被害が他に比べると大きい。端部の加速度が大きいためか。
- ・ 表層すべりによるブロック積みよう壁の傾動・倒壊

STOP7 柏崎市西本町、東港町

- ・ 市街地の砂丘において、海側および陸側に浅いすべりが発生している。砂丘の頂部付近の道路では引っ張りクラック、砂丘のへりでは圧縮変形の道路被害が発生。砂丘斜面の中間部分でも引っ張り圧縮変形があって小規模で浅いすべりが存在するようである。被災家屋の多くはすべり方向、砂丘頂部に向いて傾く。
- ・ 海側の斜面は陸側斜面よりも傾きが急で、海側には大型ブロックよう壁があり、表層すべりによってよう壁が崩壊する（東港町）。砂を採取する。
- ・ 砂丘の陸側の後背湿地（平坦面）においては、ほとんど被害はない。被害の大部分は、砂丘の両側斜面（海側と陸側）に集中する。
- ・ 砂丘陸側の斜面に位置するお寺は押しつぶされていたが、近傍の墓石はほとんど倒壊していなかった。恐らく、墓石が倒壊するような加速度ではなかったが、お寺の柱が地盤のすべりにより移動して（足元をすくわれるように）、重たい屋根が落ちたものと思われる。
- ・ 砂丘の陸側のマンホール付近に噴砂を確認する。
- ・ 砂丘の陸側において、墓石はほとんど転倒していないが、墓を囲むブロック積みの壁が倒壊している。これも墓石が転倒する加速度ではないが、ブロックが倒壊する（足元をすくわれるような）変形が生じたためではないか。
- ・ 砂丘の海側の海沿いの新しい道路では、歩道敷ブロックが圧縮変形を受けていた。

STOP8 柏崎市焼却場付近のすべり崩壊

- ・ 焼却場付近の鯖石川右岸沿いの道路が河川側へのすべり破壊により大きく陥没。河川の水衝部にあたり、河床が洗掘されて不安定化していたものと考えられる。陥没していない道路のセンターラインに亀裂。
- ・ 河川付近の調査はできなかったので、護岸がどのような崩壊をして、どの程度の土砂が流出したのか不明である。
- ・ 河川方向にすべり崩壊したため、大量の砂が河川方向に流動する。押さえがなくなり大量の砂が流動したため、側方流動と呼ぶこともできる。護岸が地震動により崩壊して押さえがなくなり土砂が流動したのか、すべり破壊が生じて護岸が崩壊して土砂が流動したのか、不明である。

STOP9 刈羽村観音岬

- ・ 第三系の砂岩層で構成される海食崖で、斜面は層理面に対して受け盤であるので急傾斜をなす。表層風化帯の斜面頂部からの崩壊で国道 352 号が土砂で閉鎖されている。2004 年中越地震と同様、砂岩を主体とする斜面で比較的深い崩壊は起こっている傾向が認められる。
- ・ コンクリート吹き付け面において水平および鉛直方向にほぼ直線状にクラックが入り、隙間があいている。余震等でいきなり吹き付け面が崩壊する可能性があるため、注意が必要である。
- ・ 過去の崩壊箇所に井桁よう壁が施工されており、この変形が認められる。

STOP10 長岡市大積（国道 8 号斜面）

- ・ 対策施工中で十分な観察をしていないが、空中写真判読によれば大規模な地すべりの端部の一部が大きく滑動したものと考えられる。また、遠めからの観察では流れ盤の層理面沿いの地すべりのように見えた。

住宅地の被害

柏崎市には、郊外に造成宅地が数ヶ所存在する。代表的な造成地は、西部の米山台、南部の向陽町・ゆりが丘などである。米山台には顕著な被害は認められなかったが、向陽町・ゆりが丘など南部の造成地には、谷埋め盛土や腹付け盛土で、顕著な変状が認められた。

西部の米山台は、新第三系の米山層分布域にある。米山層は主に安山岩質の火山砕屑岩で構成されている。造成地内の盛土も同質の地盤起源（安山岩質火山砕屑岩類）のものと考えられる。

南部の向陽町・ゆりが丘などは、第四系の安田層の分布域にある。安田層はシルト層と砂層の互層で構成され、沖積面からの比高が10～30mの段丘地形をしている。段丘面は開析が進み谷地形が形成されている。造成宅地は、これらの谷の一部を埋めて造られている。



造成前の地形（昭和50年）
<http://nlftp.mlit.go.jp/WebGIS/>より



向陽町付近の造成状況と被害分布

現在の造成地を重ね、谷埋め盛土の分布とクラック位置の一部を表示。変状は谷埋め盛土部に多く発生していることがわかる。



向陽町内の谷埋め盛土地盤内に何列も入る引っ張り亀裂。家屋は外観上大きく傷んでいないが、中は傾いており被害は大きい。