

2004年新潟県中越地震による土木構造物等の被害

盛川仁¹⁾・福島康宏²⁾

- 1) 東京工業大学 大学院総合理工学研究科
2) 日本技術開発株式会社 構造耐震・保全部

1. はじめに

2004年10月23日17時56分、新潟県中越地方を震源とするマグニチュード6.8の地震が発生し、小千谷市、川口町などで大きな被害が発生した。本稿は、地震発生後の10月27日早朝から29日夕方にかけて、著者らが行った被害の調査結果を土木構造物を中心に簡単にまとめたものである。

詳細な調査に基づく深い考察を示しているわけではないため、今後の調査結果によっては、全く異なる見解が示されることがあるかもしれないことをあらかじめお断りしておく。また、本稿の内容は他の講演と重複する部分も少なからずあると思われる。しかし、著者らの視点での報告である、ということでその点についてはご容赦いただきたい。

2. 調査期間と調査経路

10月26日の深夜に出発し、月夜野ICまで関越道で北上し、そこから先は国道17号線を使って北上した。小雪の舞うなか、27日の早朝に湯沢に到着し、国道17号線を使って湯沢町、小出町、堀之内町を經由して、国道17号線の和南津トンネルの崩落現場に至った。その後、堀之内町の中心部へ戻って国道252号線(とその迂回路)を通過して、十日町市へ入った。十日町市内を歩いた後、柏崎市へ向かい、そこで宿泊した。

翌、28日は柏崎インターチェンジから長岡インターチェンジまで高速道路を利用して移動し、国道404号線、県道10号線を經由して南下し、小千谷市を通り抜けて川口町へ至った。徒歩で、魚野川にかかる新幹線の橋梁と、前日、南側から近づいた和南津トンネルへ北側へ近づいた後、越後川口駅周辺を調査した。その後、小千谷市へ戻り、徒歩で市街地をまわり、再び柏崎で宿泊した。

最終日の29日は、再び川口町と小千谷市の一部をまわって、越路町の市街地を調査し、北陸道、上信越道、中央道を經由して帰京し、すべての行程を終了した。

3. 被害の概要

構造種別ごとに整理することも可能であるが、被害の発生が複合的で分類が難しいものが多いため、以下では、地域別に被害の状況を列挙していく。

3.1 湯沢町～小出町

目立った被害はほとんどないが、子細に見ると、ガラスの破損と云ったごく軽微な被害は発生していたようである。しかし、このような軽微な損傷は地震前の状況と比較できる状況にないと本当にその損傷が地震によるもの

のかははっきりしないことに、注意が必要である。

3.2 堀之内町

堀之内町へは国道17号線で南から入ったが、堀之内町役場がある国道252号線との交差点を北へ越えたあたりから、屋根瓦のずれなどの被害が目につくようになった。

堀之内町と川口町の町境付近では、上越線に沿って山が崩壊し、トンネルや線路に大きな被害が発生していた。この場所の近くの魚野川の堤防には、亀裂が入っているところが多くあり、ブルーシートをかける作業がすすめられていた。

また、国道17号線から国道252号線へわかれるところには、R252が上越線を越える跨線橋がある。この跨線橋の横に仮設橋を設置して工事が行われていたが、その仮設橋の盛り土部分が壊れたために、R17からR252へアクセスできなくなっていた。また、三坂峠の東で道路が崩壊したために県道388号線による迂回路が設定されていた。

3.3 十日町市

十日町市の市街地では、ところどころ、大きな被害を受けた住宅などが見られるが、いずれも古い建物であるように見えた。浅河原調整池では停電により一時水門が動かなくなった、と伝えられたが我々が行ったときには、既に水は抜かれていた。

ボランティアなどの活動は27日頃から立ち上がっていた町村が多かったが、十日町市も27日午後にはボランティアの受付が始まっていた。また、27日の時点では、自衛隊による物資の輸送も軌道にのりつつあるように見えた。市役所の対策本部では、集められた被災情報を掲示するようにしていたようであるが、ある時点から掲示や書き込みが止っていて情報が更新されておらず、情報の集まってくる速度が整理をする速度を上回るようになって、とても対応しきれなくなったのではないかと想像される。

被災度調査も始められていたが、外観調査だけでは分かりにくそうな建物では、「要注意」の黄色の紙が張られる傾向にあるような印象を受けたが、実際にそのような傾向があるのかどうかは不明。

3.4 長岡市

長岡市については時間の関係で限られた部分しか調査できなかった。

信濃川をわたる越の大橋のすぐ南側では、県道589号線で大規模な斜面崩壊が発生し、自動車で走行中の家族

が犠牲となった。周辺では、河川堤防が崩れているところが散見された。

上越新幹線が脱線した場所は、まわりは田んぼだけの場所であるが、周辺の田んぼでは液状化によると考えられる噴砂が見られた。新幹線の高架橋の下部にも泥水のあとが見られたが、液状化が起ったのかどうかについては、あまりはっきりしなかった。高架橋のなかでも、新幹線車両が停車している場所では、橋脚の破損が見られたが、その破損の程度はごく軽微なものであった。

3.5 越路町

南の小千谷市などと比較しても被害は少ない、という印象を受けた。町の大部分が平地で土砂崩れによる被害があまり目につかなかったことがそのような印象を与えているのかもしれない。しかし、瓦のずれなどの軽微な損傷は来迎寺駅周辺でも何件が見られた。

3.6 川口町

川口町が震度7であった、と発表される前に現地へ入ったが、川口町の被害は他の町に比べて特に大きい、という印象をもって調査を行った。川口町では、町役場の建物が使えなくなったために、災害対策本部を建物内に設置することができないばかりか、住民台帳や防災無線などを持ち出すこともできず、被災者の対応に支障をきたしたようである。

おもな調査箇所は以下の通りである。

- (1) 小千谷市との市町境付近
- (2) 国道 17 号線 貝之沢付近
- (3) 国道 17 号線 和南津トンネルおよびその周辺
- (4) 上越新幹線・上越線 魚野川橋梁およびその周辺
- (5) JR 越後川口駅
- (6) 飯山線の魚野川の橋梁
- (7) 被災者対応

3.7 小千谷市

小千谷市は川口町について被害が多かったように感じた。山古志村へつながらる国道 291 号線の山間部は至るところ地滑りが発生しており、道路が大きな被害を受けていた。

おもな調査箇所は以下の通りである。なお、マンホールの被害については、すべてを網羅するような調査をしたわけではなく、特に目についたところを地図上に落としただけである。

- (1) JR 小千谷駅周辺
- (2) 国道 17 号線 小千谷大橋
- (3) JR 信濃川発電所
- (4) 県道 339 号線 荒谷トンネル (川口町) ~
県道 71 号線 蘭木大橋 ~ 国道 291 号線 東山トンネル
- (5) 被災者対応
- (6) 液状化によるマンホールの被害

4. おわりに

小千谷市の中心部を含む一部の地域では、明治 44 年測図、昭和 4 年に鉄道補入という陸軍測量部の仮製地図

をはじめとして、昭和 6 年、昭和 44 年に修正された 2 万 5000 分の一の地図を閲覧することが可能である。これらの地形図と現在の地図を重ねることによって、土地利用の変化と被害との関連がわかるのではないかと考えたが、現在のところまだこれといった特徴を見つけるには至っていない。今後は、被害の詳細とともに、地震動に関する知見が得られることで様々な被害の原因が明らかになるものと期待される。

被害の調査にあたっては、日本技術開発株式会社の磯山龍二氏には様々な形でご協力をいただいた。記して感謝の意を表したい。



図 1: 上越新幹線越後湯沢駅の高架橋部分。損傷はない。

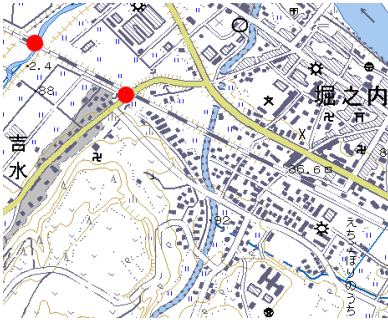


上越新幹線浦佐駅。窓ガラスが損傷か？



上越新幹線塩沢トンネルの北側出口付近。
(損傷なし)

図 2: 大和町の上越新幹線の構造物



上越線の鉄橋の橋台部分が沈下している。電車は、地震後、軌道の変状部分を通してから停車したと考えられる。R252がR17と交差する部分のすぐ西側の跨線橋部分にある仮設橋の盛土部分が被災した。これにより、交通が著しく阻害された。

図 3: 堀之内町の被害 (1)



上越線と南津トンネルの出口部分の覆工が北側にずれており、それとともに線路も曲がっている。トンネルの東側も土砂崩れの影響で線路が曲がりくねっている。



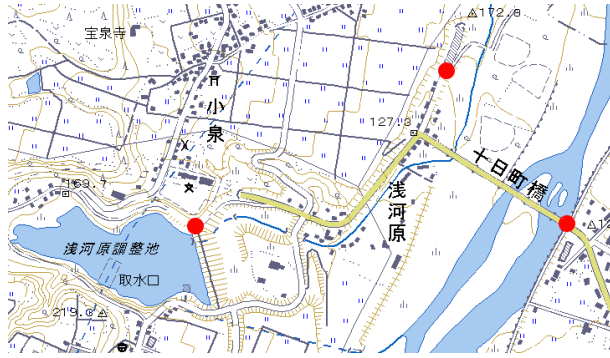
魚野川の河川堤防はいたるところに亀裂が入っている。上越線の線路は土砂で埋まってしまった。

図 4: 堀之内町の被害 (2)



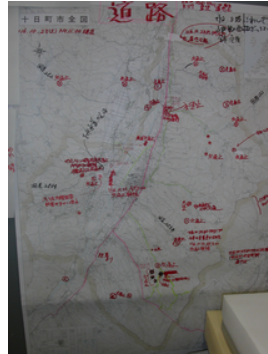
十日町市との市町境である三坂峠を越える三坂トンネルの少し堀之内側で、R252が大きく破壊している。この区間については、県道388号線を使った迂回路が設定された。

図 5: 堀之内町の被害 (3)



十日町橋はまったく被害がないように見える。浅河原調整池は27日の時点ですでに水が抜かれていた。また、堰堤は池側に少し動いていて、亀裂が入っているようであった。県道49号線の千手スノーシェッドは入り口付近の土砂崩れのために通行できなくなっていた。

図 6: 十日町市の被害



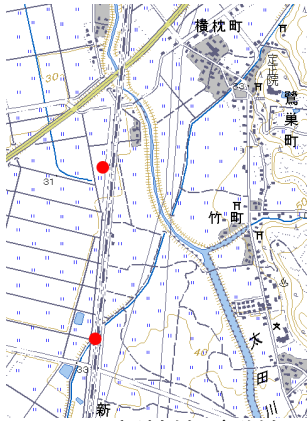
十日町市役所の玄関ホールに設置された被害対策本部には被害箇所を掲示するためのスペースがもうけられていたが、ある時点から全く更新されていない。また、市役所内には、特別に赤ちゃんのために必要な品物を配布するコーナーがもうけられており、お母さんがたくさん立ち寄っていた。このサービスについてはラジオでも繰り返し案内されていた。



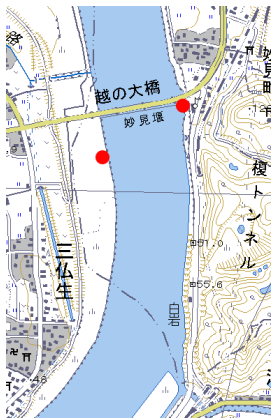
市役所前には、建物の軒先を利用して荷物の集配スペースが作られていた。自衛隊の四輪駆動車が入り替わり立ち替わりブースに横付けされていた。

市役所の向かい側の建物にボランティアの本部が設置され、ボランティアの受付を開始していた。多くの町村で27日頃からボランティア本部が立ち上がっていたようである。

図 7: 十日町市における被害対応状況

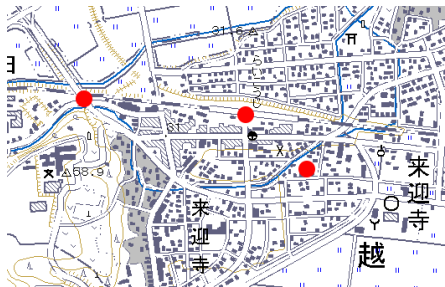


新幹線が脱線した場所の少し北の田んぼでは液状化による噴砂がたくさん見られた。また、脱線している場所の橋脚がすこし損傷していた。



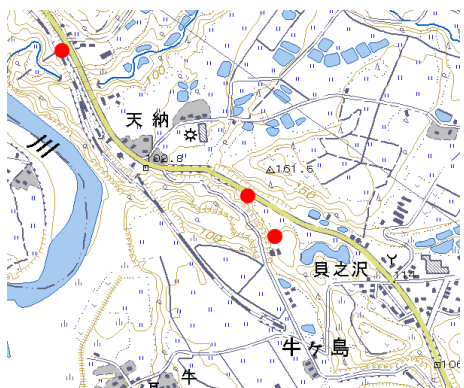
越の大橋のすぐ南の左岸では堤防が破壊していた。越の大橋に併設(?)されている妙見堰の管理所のすぐ前にある管理用の橋梁の桁が橋台にあたっているようである。高欄下の破損した部分のコンクリート面が新しいので、地震による被害があったと想像している。

図 8: 長岡市の被害



信越線の来迎寺駅西側の跨線橋の橋台の裏込め土が沈下していた。それほど大きな損傷は見つけれなかったが、迂回路が近くにあるために通行止めとしていたようである。来迎寺駅のプラットフォームはかなり凹凸が見られたが、軌道には特に問題はないようであった。越路町企業課の都市ガスのガスホルダーについても、特に被害があるようには見えなかった。よくみると、ガスホルダーの脚を固定している部分のコンクリートが少し割れているようであるが、地震前から同じ状態であったかもしれない。

図 9: 越路町の被害



大きな被害のある場所に至る線路も大きく変状している。国道 17 号線は幹線道路であるため、迂回路がさまざまな方法で設定されていたが、この場所では迂回路が設定できず、片側交互通行で自動車を通していった。しかし、交通容量を確保できないために、道路の山側を削って新たに 2 車線道路を取りつけるという大掛かりな工事が夜を徹して行われており、28 日朝にはほぼ完成していた (右上の写真は 27 日夜撮影)。



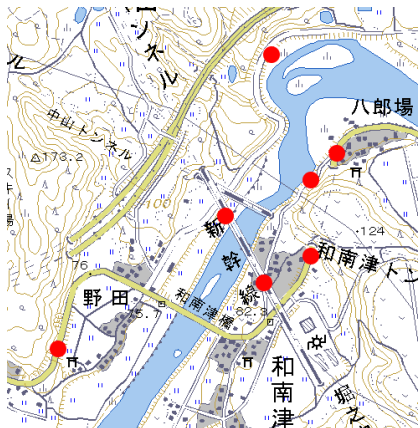
道路 (国道 17 号線) と鉄道が並走する区間で地滑りが発生し、道路と鉄道が大きく破壊された。地形図からもわかるとおり、この部分は谷筋になっており、谷を越える部分がすべて滑ったように見える。

図 10: 川口町と小千谷市の市町境付近での被害



田んぼが大きく滑っている。また、斜面の上に建っていた民家は大きくずり落ちている。この場所では、防雪または落石防止工の施工中であった。地震により、工事中的斜面が滑ったようで、土嚢で斜面の先を押さえている。また、舗装も打ち直されており、盛土部分が大きく被害を受けたものと考えられる。真ん中の写真のブルーシートが見える部分は、右の写真の左側の斜面で、国道をまたいで、大きく斜面が動いたことが示唆される。迂回路が設定されていたので、この区間は、緊急車のみが徐行で通行できることになっていた。

図 11: 川口町貝之沢付近の国道 17 号線の被害



国道 17 号線 和南津トンネルの対岸の道路のスノーシェッドの上の斜面が大きく崩壊している。落石防止工もいっしょに滑っているのがわかる。見えにくいですが、この斜面の直上に関越道の防音壁が見える。



左の 2 枚は国道 17 号線 和南津トンネルの北側の入り口で、右の写真は南側の入り口。トンネルが崩壊した場所は南の入り口から 100m ほど入ったところであったということである (トンネルは全長 300m)。

北側の出口の脇には崩落した覆工が運び出されてうずたかく積み重ねられている。また、周辺の道路は盛土部分が魚野川側へ滑っており、至るところに亀裂が入っている。また、トンネルのかぶり部分は大きく滑って、魚野川に落ちていることがわかる。地図によれば、この部分には道路があったはずであるが (おそらく、R17 の旧道)、その形跡を見つけることも難しい。

南側の出口部分は、上部に大きな亀裂が入っていて、山が大きく変形したことを示唆している。



左の 2 枚はトンネルの南側の出口付近。左の写真が魚野川側の壁面で、覆工に水平に亀裂が入ってコンクリートが剥落している。また、反対側では、側溝の幅が狭くなったために側溝のふたが壊れている。これらより、山全体が川の方へ動いたのではないかと考えられる。

右から 2 枚目は和南津トンネルの南側で上越新幹線が道路をまたぐ部分であるが、信号ケーブルのラックが信号ケーブルといっしょに落下している。耐震設計がされているべきものではないのだろうと考えられるが、落ちてきたらやっぱり危ない。

一番右の写真は、国道 17 号線の高盛土部分で、あちこちに亀裂が入っている。

図 12: 国道 17 号線 和南津トンネルとその周辺の被害



魚野川を渡る橋梁の全景。左が北から，右が南から見た様子。北から見た写真では，手前から上越線のガード橋，上越新幹線のRC橋，一番奥が，R17のガード橋。被害があったのは，上越新幹線のRC橋で，写真にみえる2本の橋脚がどちらも損傷を受けている。



上越新幹線のRC橋の北側の橋脚。段落し部で，コンクリートが剥離し，帯筋も落下している。右の写真は河川敷から陸側をみたもので，奥に見える橋脚には損傷は見つからなかった。

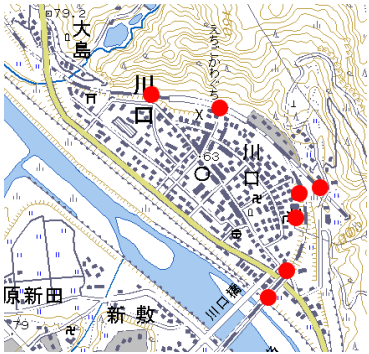


上と同じ橋脚のアップ。左の写真の奥に見える上越線のガード橋については全く損傷が見られない。設計が古いために，帯筋は帯筋同士で止めると云うようなことはされておらず，ただ，針金で止めてあっただけのはず。帯筋の断面はきれいで，破断したあともない。右の写真は段落し部のアップ。内側の主筋が途中で終わっていることがわかる。



左の写真は上越新幹線の南側の橋脚。近づけないので詳しいことはわからないが，北側のそれと同じような損傷を受けたものと考えられる。右の写真は，すぐとなりの上越線のガード橋で構造的な損傷はなさそう。

図 13: 上越新幹線の魚野川橋梁



越後川口駅の様子。地下の連絡通路は幅が狭くなって床のタイルが壊れている。プラットホームも線路といっしょに変形している。



越後川口駅からのびる線路の様子。左はホームから北向きに，右の2枚は南向きに見たもの。真ん中は上越線で右は飯山線である。盛土の縁を走る飯山線の方がより大きく変形している。



斜面の下部で路盤全体が大きな変形を受け，線路のジョイント部分が壊れている。PC 枕木部分ではなく，木製枕木の部分でボルトが抜けている。右の写真は，越後川口駅に隣接する変電施設で，液状化のために礎子を載せたコンクリートの台座が傾斜している。この付近では噴砂が多く見られ，RC の町営住宅が傾斜したりしている。

図 14: JR 越後川口駅



飯山線が魚野川を渡るところでは、橋脚が「だるま落とし」のようにずれている。ただ、コンクリートを打って積んであるだけで鉄筋などは入っていないように見える。橋脚はいずれも北東側へずれている。また、左から2番目の写真に見られるように沓も損傷している。



R17号線をまたぐ部分では橋台の裏込め土が動いており、線路面に大きな段差ができています。また、この場所から越後川口駅までの盛土の区間は至るところで盛土が動いており、線路がアメのように曲がっている。

図 15: 飯山線の魚野川を渡る橋梁



川口町役場が地震によって使えなくなったために、役場前の駐車場にテントを張って各種の作業が行われていた。自衛隊の炊き出し部隊が多数待機して、炊き出しを行っていた。

給水車も市街地の各所に配置され、あまり遠くまで歩かなくても水が手にはいるように配慮されているようであった。中央の写真では、「ご自由に水をお使い下さい」という旨がかけられた手書きの札が下がっているのがわかる。

越後川口駅周辺の市街地は大きな被害を受けており、ほとんどの人が避難しているようであった。避難先としては、公園などの空き地が使われているが、古い住宅が密集している一角では十分なスペースが確保できないためか、魚野川の河川敷にテントを張ったり、自動車を持ち込んだりして多くの人が避難していた。

図 16: 川口町における被災者対応・生活



地形図を見るとちょうど谷筋となっているところで，地盤の変状がみられた。道路と鉄道が並走しており，どちらも同じように破壊している。たまたまこの場所には建物はなく，ここに隣接する建物は外観上の被害はなかった。

図 17: JR 小千谷駅の北側



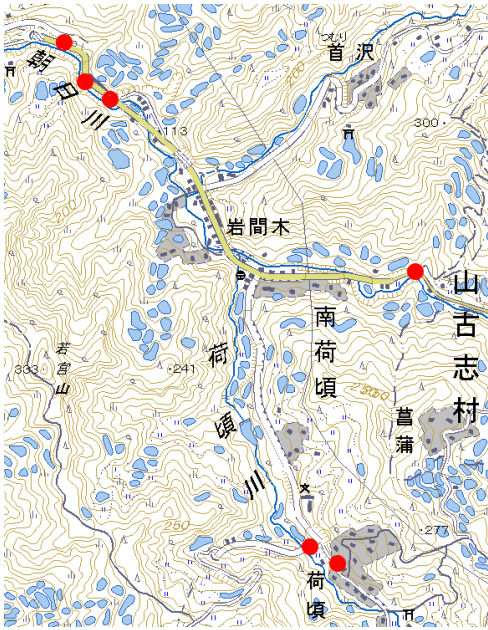
小千谷大橋の南側の橋脚が損傷していた。28日には既に簡単な補修が終わっており，コンクリートが剥落した部分は直されていた。また，応急措置として，橋脚の部分にはカーボンファイバーを巻いて補強するということがあった。損傷を受けた橋脚より一本北側の橋脚の脊が損傷を受けているようであったが，工事現場の人はあまり気にしていないようだった。

図 18: 小千谷大橋



荒谷トンネルを小千谷市側へ抜けたところ。住宅も基礎をきちり作ってれば，足下の地盤が少くらい失われても崩壊はしない，ということがわかる。また，谷筋を越える部分での多くで道路が崩壊していた。

図 19: 県道 339 号線 荒谷トンネル (川口町) 付近



蘭木大橋は優雅な曲線橋であるが、南側の橋台の裏込め土が滑ってほとんどなくなっている。深い谷に向かって斜面は動いており、また、山の斜面という斜面が滑っている。右下の写真では、砂防ダムが完全に埋まっている。

図 20: 県道 71 号線 蘭木大橋付近



山古志村と小千谷市の市村境付近。谷筋に沿って土砂が流出して、道路上を覆っている。この場所の地形は、まわりから水が集まりやすいような谷になっているようである。付近の池の錦鯉が流されてきて、路上でたくさん死んでいた。



R291 の東山トンネルの東側で、県道 516 号との分岐点付近。数百メートルにわたって、斜面が崩壊して、道路が使えなくなっている。自動車は道路の段差に突っ込んで止っており、さらに、1 台の自動車が川の中に転落している。警察官が検証にきていたが、転落した自動車に人が乗っていたかどうかはまだはっきりしていないようであった。

県道と国道の上から斜面が崩壊し、両方の道路が土砂の中に完全に埋まっている。道路脇の砂防ダムは完全に埋まっており、水が本来期待されている通路を通らずに勝手に路面を流れていた。

図 21: 国道 291 号線 山古志村と小千谷市の市村境～東山トンネル



JR 信濃川発電所の入り口と、全景。発電用の送水管と、それを渡る山辺橋が見える。



左は山辺橋の西詰め、右は東詰めの様子。橋台部分の裏込め土が滑って大きな段差ができて
いる (28 日朝撮影)。中央は、28 日夕方の西詰めの様子で、自動車がスムーズに通れるよう
に大量の砂利を入れて段差が埋められている。



発電所の送水管は 5 本のうち中央の 1 本を除く 4 本からの漏水が認められた。中央は、発電
所の上の調整池で、28 日には水は抜かれていた。写真の左奥に見える対岸の堤防の一部は
大きく滑っていた。右は発電施設の一部で碍子の一本が転倒している。

図 22: JR 信濃川発電所



小千谷市街地の北端に位置するジャスコの
駐車場が避難者のためのテント村となっ
ている。給水車とともに、炊き出しが行われ
ていて、避難者に食事を配っていた。背後
のジャスコの建物は壁が脱落している。



避難所となっている小千谷小学校の校庭につくられた赤十字の臨時診療所。28 日の朝から
診療をはじめたことがラジオで繰り返し流されていた。背後の建物は体育館でガラスが大量
に割れて建物の近くにガラスが散乱していた。中央は青年団による炊き出し、右は小千谷小
学校の校門前にもうけられた臨時の風呂。テントの手前が小型ボイラー。

図 23: 小千谷市における被災者対応



小千谷市桜付近。電柱が大きく傾いて、下水管の埋め戻し土の部分がくぼんでいることがわかる。マンホールは60~70cmほど浮き上がっていた。



左から2枚目は、小千谷消防署のすぐ南、右から2枚目は小千谷小学校の校庭のすぐ北、右はその南で魚沼神社の南。いずれも、埋め戻し土が液状化してその部分が沈下しているようである。

図 24: 小千谷市内における液状化によるマンホールの浮き上がり



図 25: 小千谷市桜にて。液状化で新しくできたくぼみの上を自転車を無心に走らせる少年。近くでは住宅が崩壊しているところもあるが、それはそれとして、兎に角、新しい遊びに没頭する前向きな少年の姿にちょっと感動した。地震に負けないで頑張りたいという願いを込めて、最後の一枚として掲げた。