4.　平野部・河川沿いの被害

4.1　蛇行切断・早瀬切断と段丘地形，旧河川と地盤被害(執筆者：安田進)

(1)　中越の平野部の地形概要と段丘地形

図 4.1.1 に今回の地震による被災地域の地形を示す。以下，文献 1)，2)を参考にして本地域内の低地の地形について概要をまとめてみる。

本地域内では，十日町から小千谷市，長岡市と南南西から北に向かって信濃川が流れている。また魚沼丘陵を東にひとつ離れた六日町盆地を魚野川が北流し，小出付近で南流してきた破間川と合流する。そして向きを西に変えて魚沼丘陵と東山丘陵の丘陵帯を横切って川口付近で信濃川に合流する。丘陵帯を横切っている部分では，南の魚沼丘陵からは多くの支流を持つ田河川および相川川が，また，北の東山丘陵からは芋川が流れ込んでいる。

十日町から小千谷市，長岡市にかけての信濃川沿いには段丘性の低地帯があり，その長軸に沿って信濃川が蛇行しながら流れている。この低地帯は地質構造的には信濃川に沿う複向斜帯に当たる。ここには T_0-T_{10} の 11 段の段丘が模式的に発達している。このうち新規の T_8-T_{10} は完新統に形成されたものであ

図 4.1.1　被災地域の地形概要(柳沢ら [1])による)

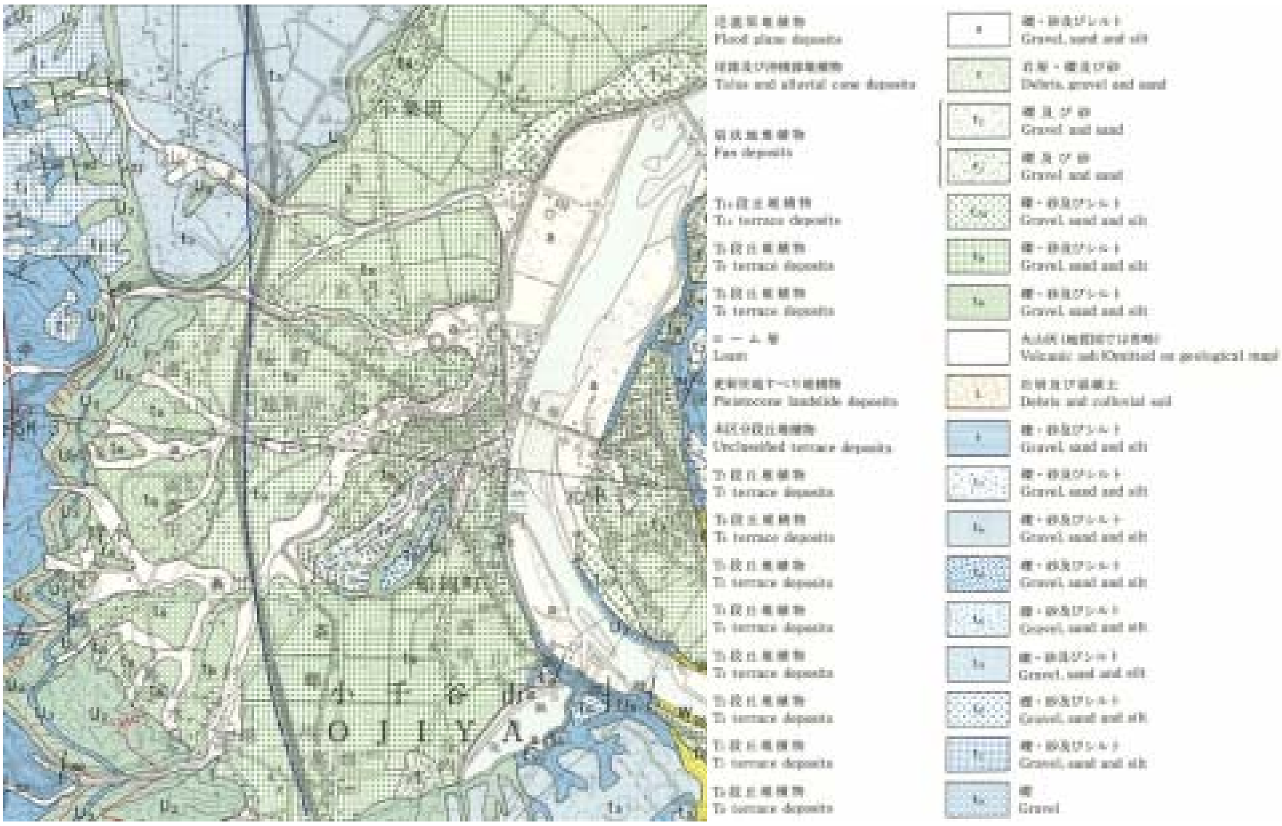

図 4.1.2　小千谷市の段丘(柳沢ら [3])による，凡例は関係分のみ示す)

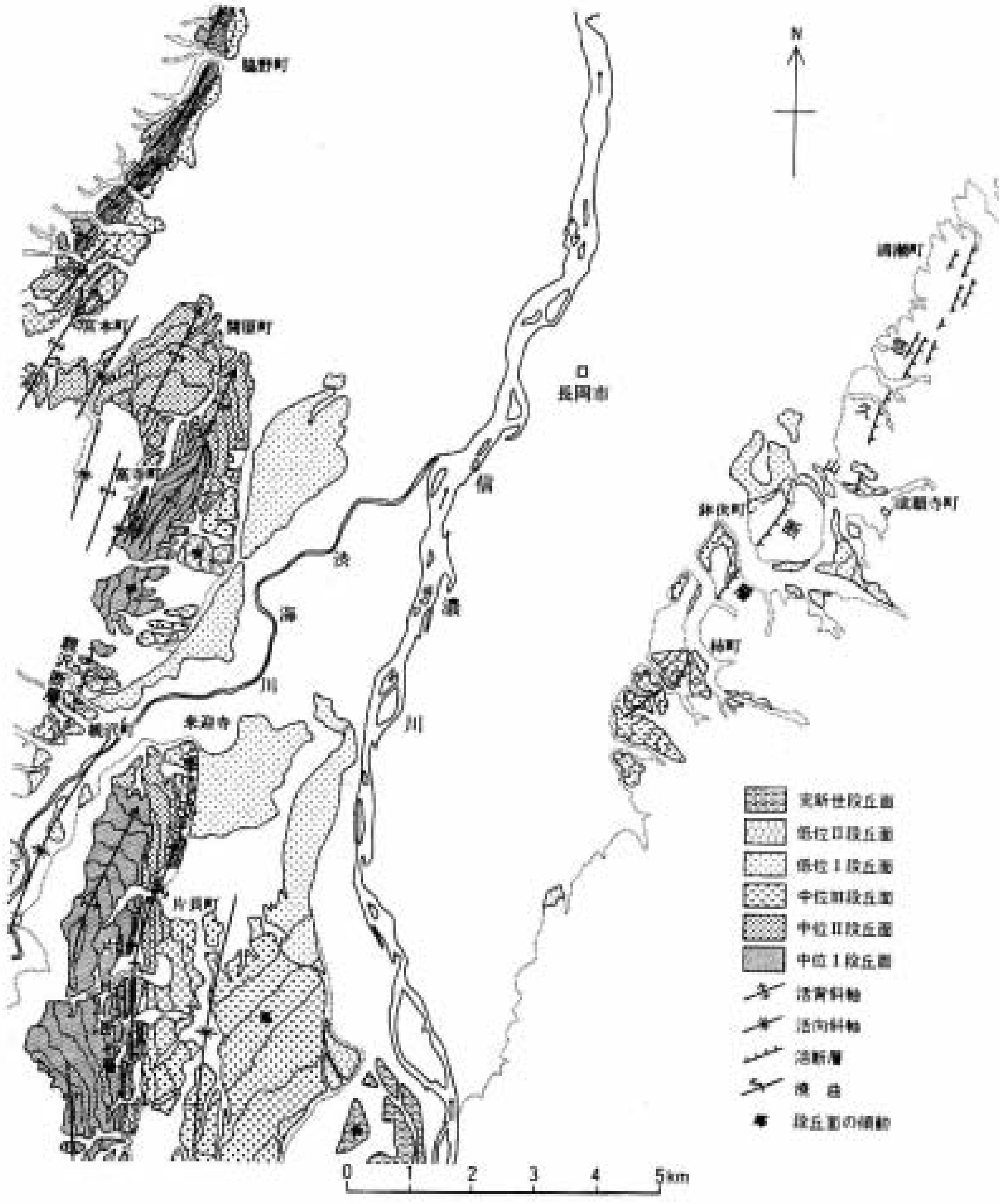

図 4.1.3　長岡市付近の段丘と活褶曲(小林ら [2])による)

る。いずれの段丘の堆積物も未固結の礫層を主体とし，砂およびシルトを伴っている。

十日町一小千谷低地帯は川口町西方の山本山の丘陵によって南の十日町盆地と，北の小千谷台地に分けられる。十日町盆地は北北東一南南西方向に細長く延びた段丘性の盆地である。一方小千谷台地は図 4.1.2 に示すように小千谷市街をのせる広い段丘面を中心とする台地であって，北方の長岡市から新潟市に至る広い新潟平野の南端の位置を占める。

さて，この地域には北部フォッサマグナから日本海に延びる北北東一南南西方向の褶曲構造および逆断層が顕著に発達している。このため，河成段丘面も波状に変形させている。図 4.1.3 に長岡市付近の活褶曲および活断層の分布図を示すが，この付近の信濃川左岸地域の活褶曲は，南北に大きく雁行するように分布し，三つの部分に分ける事ができる。北部は三島町脇野町から長岡市宮本町にかけての平野縁辺部に連続し，中位Ⅰ段丘面が背斜状に変形している。中部では長岡市関原町付近を中心に中位Ⅱ段丘面が褶曲変形を受けている。そして，南部は越路町来迎寺から南へ小千谷市西方に至る地域で，南北方向の撓曲崖が連続する。崖の西側には中位Ⅰ段丘面

が台地状に分布し，背斜状に変形している。対照的に撓曲崖の東側は中位Ⅲ段丘が広がっており，向斜軸を挟んでその東側では大きく西に傾斜している。

(2) 蛇行切断・早瀬切断の形成過程

河川の蛇行には，河谷を流れる河川の蛇行である穿入蛇行と，堆積低地を流れる河川の自由蛇行とがあるが，川口町や小千谷市付近には穿入蛇行が発達している。穿入蛇行には谷壁斜面の横断形の対称性によって，横断形が対称な掘削蛇行と非対称な生育蛇行とがある。このうち，本地域内では生育蛇行が形成されている。

生育蛇行の場合は，発達に伴って一つの蛇行弧の外側斜面は急傾斜な攻撃斜面となり，内側斜面は緩斜面な滑走斜面となっている。一般に成長中の生育蛇行の攻撃斜面では河川の側刻と下刻によって谷壁斜面の基部が後退し，それに続く斜面崩壊(崩落，地すべり)の発生という過程が繰り返されている。攻撃斜面では崩落(落石)などが生じ易い。一方，滑走斜面は緩斜面であり崩落などはほとんど発生しない。また，滑走斜面にはかつての名残である生育蛇行段丘が数段発達していることが多い。滑走斜面の基部には一般に砂礫質の寄州が発達する。

一つの蛇行弧に囲まれた半島状の尾根の基部がくびれている場合には，そこは蛇行頸状部と呼ばれるが，生育蛇行が発達していくと蛇行頸状部は上流川

図 4.1.4　川付近の穿入蛇行と早瀬切断段丘(国土地理院の 1/25,000 地形図による)

図 4.1.5　新潟県中越地震による斜面崩壊位置(国土地理院の平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震災害状況図 [5])による)

と下流側の両方から側方浸食によって切断され流路が短絡する。この短絡は蛇行切断と呼ばれる。この切断に伴って蛇行袂上部は島状の山となる。そしてその周囲には流路跡地と谷底低地が環状に残る。蛇行切断部では河川勾配が急になるため下刻が始まり，そこで生じた遷急点が上流に後退するため，その上流では谷底低地が段丘化する。

(3)川口町付近の蛇行切断・早瀬切断

鈴木 [6])によると図4.1.4に示す川口町付近の穿入蛇行と早瀬切断段丘は以下のように説明されている。

この図の中には信濃川が形成した生育蛇行段丘が上流側から川井付近，卯ノ木，牛ヶ島，上村付近にみられる。また，川井新田付近では信濃川の穿入蛇行における早瀬切断がまさに進行中で，攻撃部に名残川が形成中である。川井新田対岸の攻撃部では低い段丘(標高点 68 付近)がすでに形成されている。その背後の塩殿の段丘面では，その後面崖麓線にそって円弧状の水田帯(流路跡地)が学校のある中州を囲み，早瀬切断によって段丘化したことを示す。学校裏の「がけ(岩)」記号は，その段丘礫層が 2~3m と薄いことを示唆する。

牛ヶ島の攻撃部(標高点 60 付近)では，まだ蛇行が振幅拡大の傾向にあるので，右岸に 2 重の護岸堤防がある。牛ヶ島の対岸では標高点 56 の中州の左岸にまさに早瀬の切断で放棄されつつある流路(細長い池群と広い河原に注意)とその背後の早瀬切断段丘(道路のある段丘面)がみられる。

北東部の石田川は円弧状で，貝之沢の円弧状の低所かれ天納南方に流下する小渓流とともに，三角点 161.5 の段丘を囲み, それを蛇行核とする蛇行切断による流路跡地の名残川であろう。

(4)川口町付近の蛇行と今回の地震による斜面崩壊の関係

さて，国土地理院による今回の地震におけるこの付近の斜面崩壊位置図 [5]) を示すと図 4.1.5 となる。卯ノ木の段丘の東西にある攻撃部の斜面や塩殿の東側にある攻撃部の斜面，また，塩殿の学校の裏の崖で崩壊が発生しており，攻撃斜面が今回の地震でもやはり崩壊し易かった事を物語っている。

(5)　旧河川と地盤被害

一般に，かつて河川の流路であった箇所は砂質土がゆるく堆積していて，液状化などの地盤災害を生じやすい。今回の地震でもこのような箇所があった。

今回の地震では信濃川やその支流沿いの低地の自然堆積地盤で液状化が多く発生した。この発生箇所や詳細な記述は 4.2 に示してあるので，そこを参照していただきたいが, そこに述べられているように, 液状化は震源地に近い小千谷市などの信濃川沿いをはじめとして，北は三島郡与板町，中之島町，見附市などで発生した。このうち，見附市において液状化が確認された地点はすべて明治時代の刈谷田川の流路(旧河道)およびこれに隣接する自然堤防であった。与板町から長岡市にかけても主に信濃川の旧河道やポイントバー(蛇行州)で発生していた。

参考文献

1) 柳沢幸夫・小林巌雄・竹内圭史・茅原一也・加藤碩一：小千谷地域の地質(試行版)，地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 177p, 1986.
2) 小林巌雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫：長岡地域の地質(試行版), 地域地質研究報告(5 万分の 1 地質図幅)，地質調査所，132p，新潟(7)第 38 号，1991.
3) 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤碩一：5 万分の 1 地質図幅「小千谷」，地質調査所，1986.
4) 小林巌雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫：5 万分の 1 地質図幅「長岡」，地質調査所，1991.
5) 国土地理院：平成 16 年(2004 年)新潟県中越地震災害状況図，2004.
6) 鈴木隆介：建設技術者のための地形図読図入門一第 3 巻　段丘・丘陵・山地，古今書院，2000.