



2004年10月新潟県中越地震の現地調査報告

宮田, 隆夫
末延, 武司
近藤, 大輔
大塚, 勉
川原, 直樹

(Citation)

平成16年度突発災害調査報告書:79-92

(Issue Date)

2005-03

(Resource Type)

departmental bulletin paper

(Version)

Version of Record

(URL)

<https://hdl.handle.net/20.500.14094/80020051>



2004 年 10 月新潟県中越地震の現地調査報告

Preliminary Report on the field investigation of October, 2004, M_j6.8 Mid Niigata Prefecture Earthquake

宮田隆夫 ¹⁾ Takao Miyata¹⁾

末延武司 ²⁾ Takeshi Suenobu²⁾

近藤大輔 ²⁾ Daisuke Kondo²⁾

大塚 勉 ³⁾ Tsutomu Otsuka³⁾

川原直樹 ⁴⁾ Naoki Kawahara⁴⁾

1. はじめに

2004 年 10 月 23 日 17 時 56 分ごろ、新潟県中越地方を中心に強い地震があり、川口町では震度 7、小千谷市、山古志村、小国町で震度 6 強の揺れを観測した⁽¹⁾。

この地震は、道路や鉄道の交通網にも甚大な被害をもたらし、とりわけ上越新幹線「とき 325 号」が長岡駅より 7km に南で走行中に脱線するという、新幹線史上初めての特徴的な地震となった。また、地すべりや斜面崩壊などの地盤災害も多数発生し、芋川では崩れた土砂によって、川が堰きとめられ、上流域の家屋に浸水の被害が出た。大規模な地すべりが震源域の小千谷市と山古志村とに発生した。

この地震にともなう大規模な地すべりの現地調査を 12 月 3 日～6 日に行なった。第 1 日目と第 2 日目は十日町市役所で地すべり被害、道路状況などの調査に関する情報を得て、樽沢地区で発生した地すべりの地形・地質調査と 100MHz アンテナを用いた地中レーダ探査を行なった。第 2 日目の夕方に、小千谷市役所において、塩谷地区の地すべり、道路などの情報と調査に入る手続きを行なった。第 3 日目は塩谷地区の大規模地すべりの地中レーダ探査を行なった。調査後、地すべり面を明らかにするために地中レーダデータの解析と、アジア航測が 2004 年 10 月 24 日 (14:30 頃) に約 1200m 上空から撮影した空中写真 (撮影縮尺 1/10,000) を用いて、樽沢地区と塩谷地区の地すべりの解析を行なった。ここでは、現地調査と得られた地中レーダ画像の一部を予察的に報告する。なお、地すべり構造の用語は藤田編著 (2002) ⁽⁵⁾ に従った。また、山古志村は 2005 年 4 月 1 日に長岡市と合併したが、本報告書は地名を旧名のまま使用した。

2. 新潟県中越地震の概要

気象庁⁽¹⁾によると、新潟県中越地震は気象庁マグニチュード(M_j)6.8 で、その震源は深さ 13km と推定された。続いて、23 日 18 時 03 分に震度 5 強 (M_j6.3)、18 時 11 分に震度 6 強 (M_j6.0)、18 時 34 分には震度 6 強 (M_j6.5) の地震が引き続いて発生し、活発な余震活動があった。これらの余震は、東山丘陵と魚沼丘陵に沿って北北東－南南西方向に長さ 30km の範囲に分布している。この地震の 3 成分を合成した最大加速度は 1995 年の兵庫県南部地震より大きく、重力加速度を超える 1008.3 gal であった。この地震によって、死者 39 名、負傷者 2,623 名、住宅全壊 415 棟、住宅半壊 874 棟などの被害が発生している。

表1は新潟県中越地震の震源パラメータを示す⁽²⁾。破壊が始まった深さは8kmと浅く、ずれ破壊（断層のずれ）が地表に向かって進んだために、上述の震源域では強い震度が観測されたと考えられる。得られた地震メカニズムは西北西－東南東方向の圧縮軸をもつ逆断層型の地震で、2つの節面のどちらかが動いたと考えられる。

表1. 新潟県中越地震の震源パラメータ⁽²⁾

断層面の走向, 傾斜, すべり角	(223, 57, 89)/(45, 33, 92)
地震モーメント, M_0	8.5×10^{18} Nm
モーメントマグニチュード, M_w	6.6
破壊継続時間, T	15 sec
破壊開始の深さ, H	8 km
食い違い (最大), D	1.2 m

3. 地質概説

魚沼丘陵および東山丘陵は一般に東斜面が急で、西斜面がゆるい地形をつくっている。魚沼丘陵の地質は、主に礫岩層、砂岩層、泥岩層からなる魚沼層群（鮮新統－更新統）からなる。この地層は最大で厚さ3000mに達し、水平方向への層相変化も著しい。その礫岩は主に大～中礫の円礫からなる。砂岩は塊状で、青灰～褐灰色をしており、中粒～細粒のことが多い。しばしば、砂岩層には礫岩層やシルト岩層、火山灰層、亜炭層が含まれる。一方、東山丘陵には魚沼層群の他に、鮮新世に堆積した、主に砂岩泥岩互層（川口層）、塊状泥岩（牛ヶ首層）、および塊状で青灰色の細粒な凝灰岩層（白岩層）が分布する⁽³⁾。

これらの地層は褶曲構造を形成し、その背斜部が一般に丘陵となっている（図1と2）。魚沼丘陵には田麦山背斜が、信濃川の西側には片貝－真人背斜が分布する。一方、東山丘陵には東山背斜と峠背斜が知られている⁽³⁾。これらの背斜構造は、東翼が西翼より急傾斜をなす非対称な褶曲、あるいは背斜の頂部が平坦で、両翼が傾斜した箱型の褶曲を形成している。地すべりはそのような地質構造によって形成された地形と大いに関係している⁽⁵⁾。

地震後の調査で、これらの丘陵の東側には西傾斜の伏在逆断層の存在が、一方、西側には東傾斜の伏在逆断層の存在が提唱された（図1）⁽⁶⁾。新潟県中越地震では、その余震域（逆断層の上盤側）で地すべりが多数発生している（図3）⁽⁷⁾。

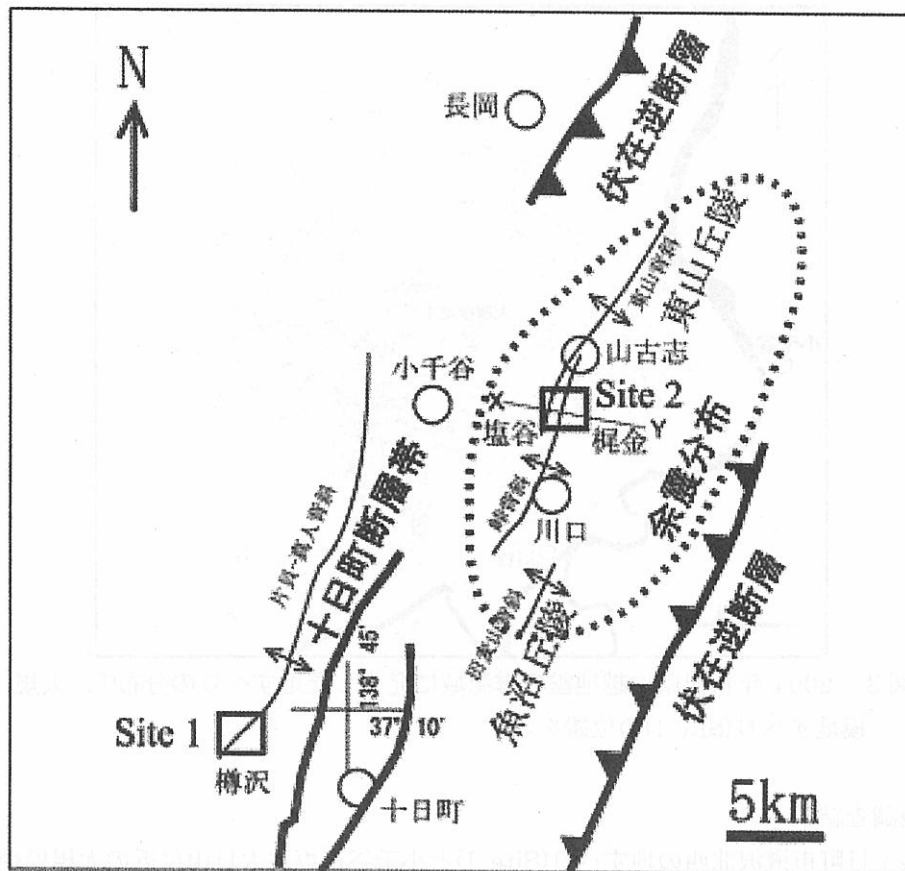


図1 2004年新潟県中越地震の震源域の地質と調査位置⁽⁶⁾。矢印付き細実線はおもな背斜構造を示す。X-Y；図2のおよその位置。

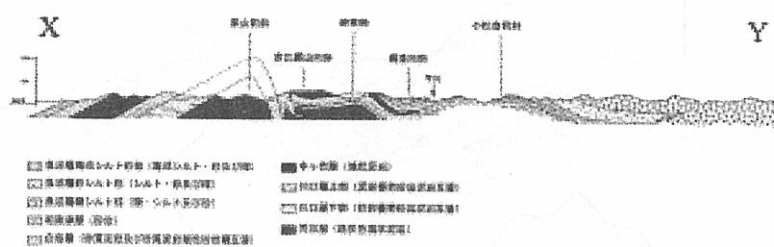


図2 小千谷市塩谷周辺の地質断面図⁽³⁾。

4. 地すべり被害の概要

この地震で、山古志村、小千谷市は地すべりを主とする土砂災害によって、大きな被害を被った。この地域は日本でも有数の地すべり地帯の1つである⁽⁶⁾。この地域の地質は厚くて、もろい泥岩層（魚沼層群）から構成される山地で、これら地質と地形を素因とする地すべりは古くから繰り返し起こっている⁽⁶⁾。図3は東山丘陵の地すべり分布図である⁽⁷⁾。

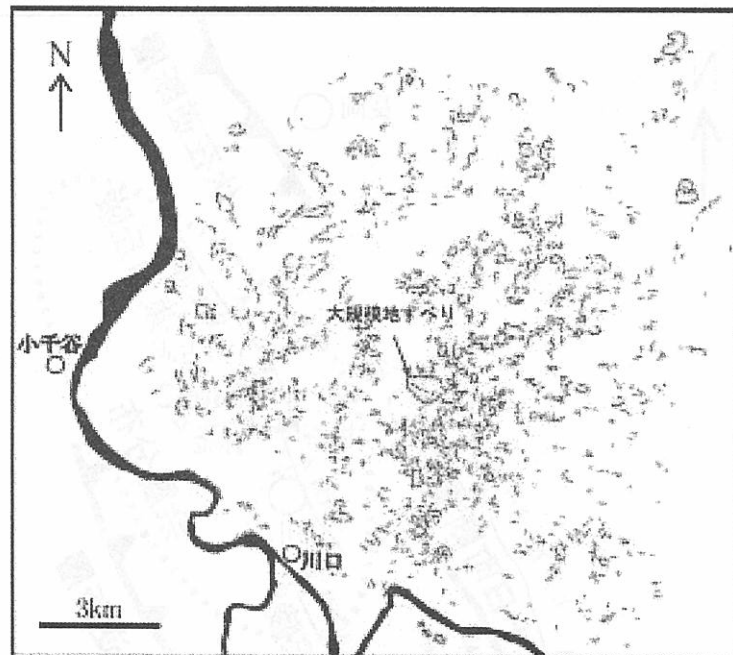


図3 2004年新潟県中越地震の震源域に発生した地すべりの分布⁽⁷⁾。大規模地すべり(Site 1)の位置を示す。

5. 現地調査結果

新潟県十日町市樽沢北西の地すべり(Site 1)と小千谷市塩谷大日山付近の大規模地すべり(Site 2)の調査地域を図1に示す。

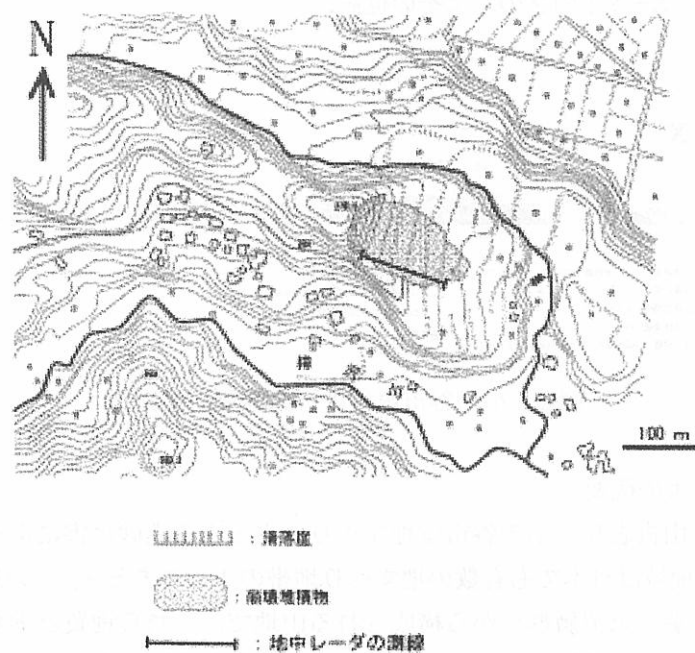


図4 樽沢地区の地すべり(十日町市樽沢北西)。



図5 樽沢地区の地すべりの空中写真(アジア航測撮影)。写真の右方向が北を示す。矢印はほぼ南北方向の滑落崖。写真の中央下に地すべりの堆積域がみられる。

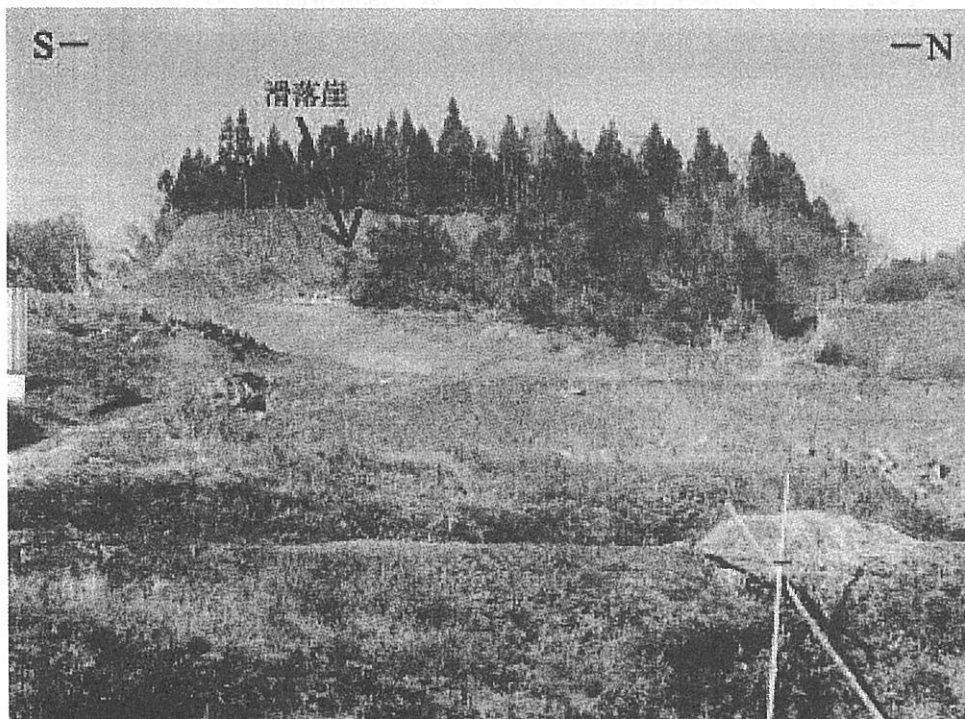


図6 樽沢地区の地すべりの様子。西方向を見る。写真の左側は地すべり後、防災工事が行なわれた。

5-1 十日町市樽沢地区

図4は十日町市樽沢地区の地すべりの規模を示す。この地すべりの空中写真を図5に示す。その地すべりは信濃川の西側に位置し、周りには河岸段丘が発達する。その地すべり移動体は長さ160mで、幅約100mである。また、滑落崖の高さは8~10mある。図6は樽沢地すべりの堆積域と滑落崖の様子を示す。図7は地すべりを含む北西-南東方向の地質断面図を示す。図8~12に現地で撮影した写真を示す。

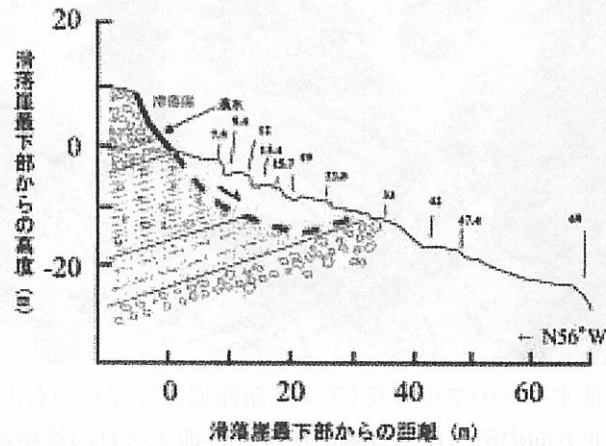


図7 樽沢地区の地すべりの地質断面図。断面図の方向はN56°Wで、位置は図4の地中レーダ測線にほぼ沿っている。数字は滑落面からの距離を示す。



図8 樽沢地区の地すべり。北方向を見る。写真の左に滑落崖（地すべり面）が見られる。地すべり移動体の地表面は南東に30°傾斜している。写真中央から右は地すべり移動体で、その傾斜方向とは逆方向に多くの樹木が倒れている。

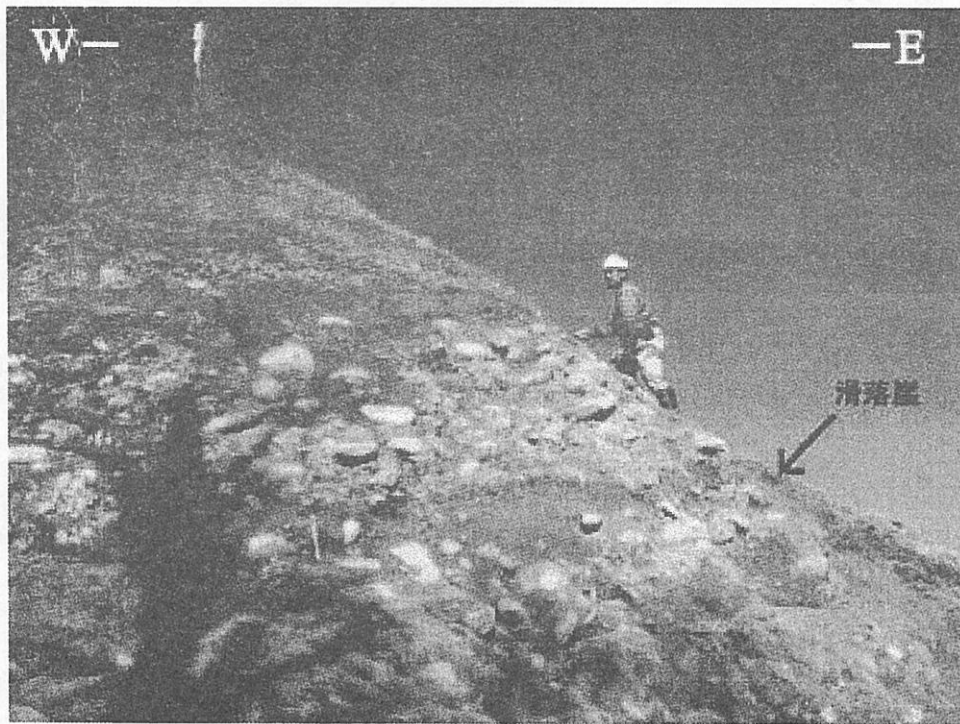


図 9 地すべり面の下盤の地質構造。滑落崖は写真の左側へ緩く傾斜する礫層、砂層などからなる地層を切っている。



図 10 地すべり移動体に見られるき裂。小規模な地溝を形勢する。



図 11 地すべり移動体の地中レーダ探査の様子.

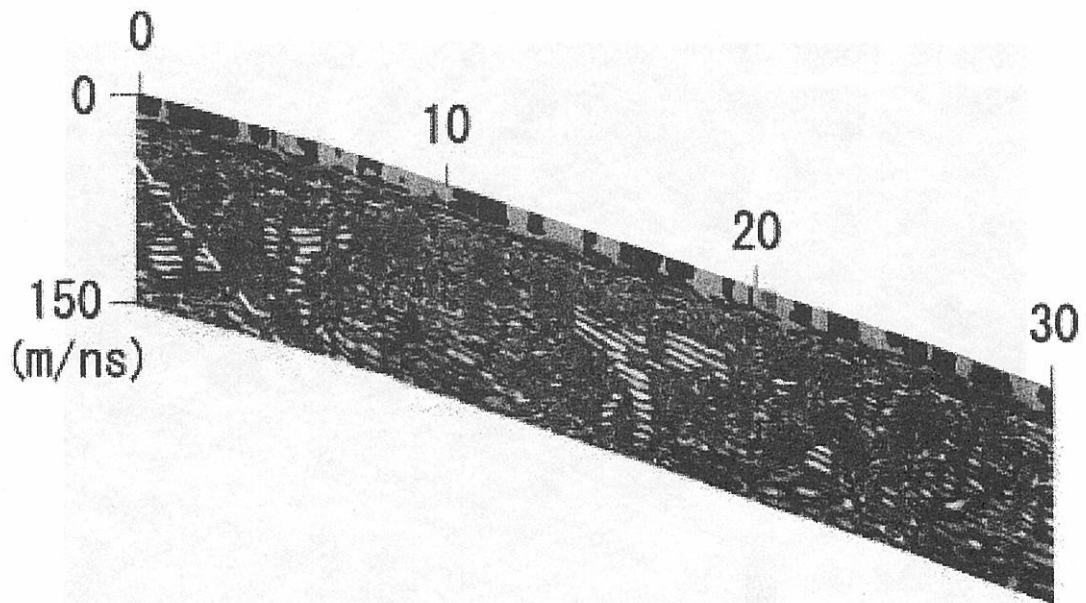


図 12 樽沢地区の地すべりの地中レーダ画像(時間断面図). アンテナは 100MHz を用い, レンジは 150ns である. 今後, ワイドアングル測定を行い, 深度断面図に変換する予定である. 破線: 推定される主すべり面. 主すべり面は地中レーダ画像の左側に一部現れている.

5-2 小千谷市塩谷地区

塩谷地区は1.2kmの幅で、南東方向に突き出ており、周囲の古志郡山古志村と北魚沼群川口町、堀之内町と接する。これらの地域は震源域であり、地盤災害の著しい地域である。図13に新潟県小千谷市塩谷地区の大規模地すべりの規模を示す。図14は塩谷東方の大日山付近の大規模地すべりの空中写真を示す。今回の地すべりは、滑落崖の高さが～100m、その移動体の長さが～500m、その幅が～300mである。この地すべりは梶金地すべりとも呼ばれている⁽⁸⁾。図15はこのすべり周辺の地質断面図を示す。図16～20は現地で撮影した大規模地すべりの地盤変状の様子を示す。図21と図22は大規模地すべりの地中レーダ画像と、今回の現地調査で得られた資料にもとづく大規模地すべりの模式断面図をそれぞれ示す。

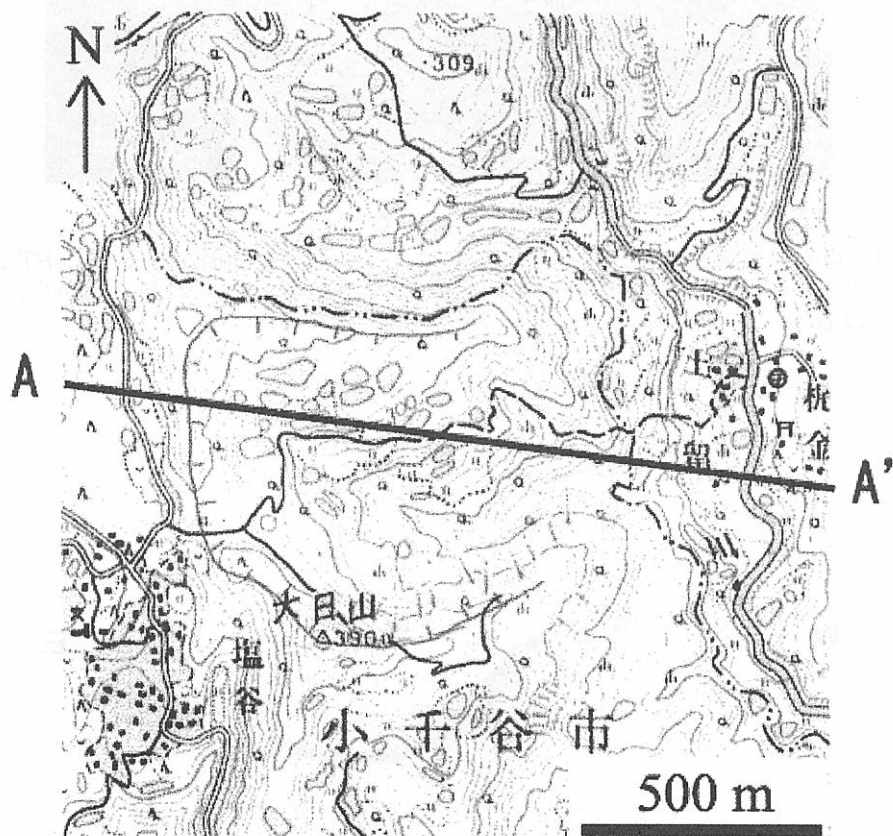


図13 小千谷市塩谷地区の大規模地すべり．A-A'は地質断面図（図15）の位置を示す．地形図は1/25,000地形図「小平尾」, NJ-54-35-1-1（高田1号-1）を使用．

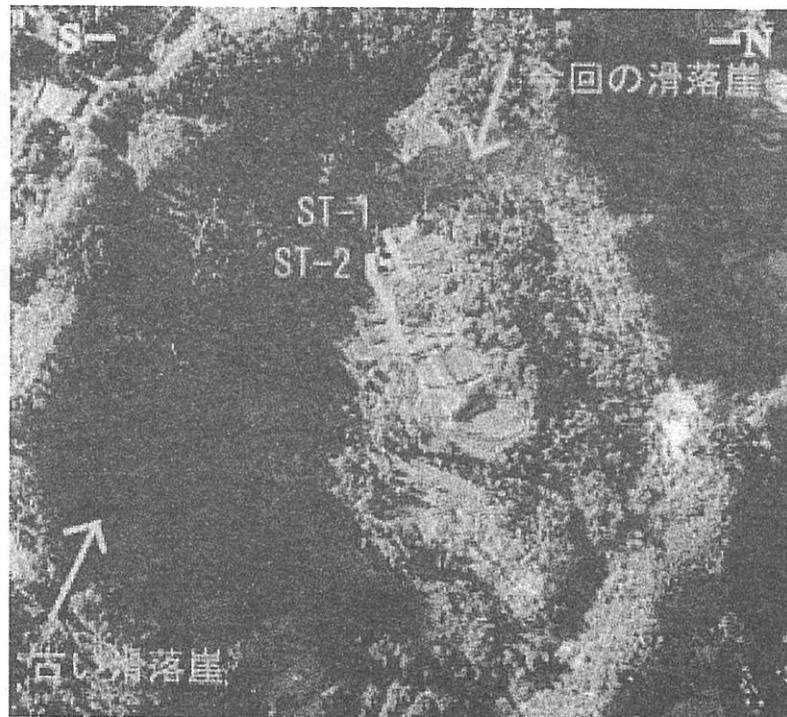


図 14 塩谷地区の大規模地すべりの空中写真（アジア航測撮影）。ST-1, ST-2; 地中レーダ測線, 今回の滑落崖の外側に古い滑落崖が見られることから, 以前の地すべりは今回のものより大きいと推定される。

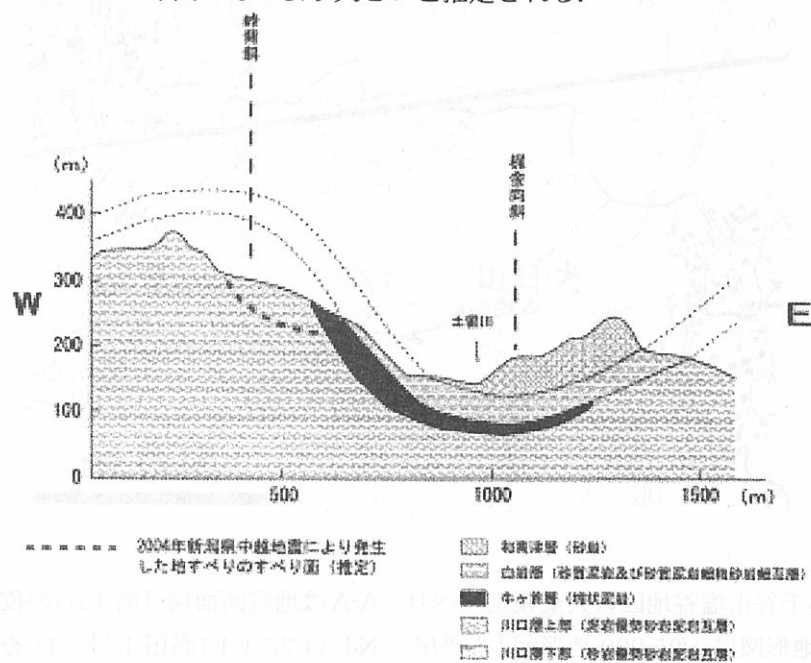


図 15 塩谷地区における大規模地すべりと地質断面図⁽³⁾。大規模な地すべりは背斜構造の軸部から東翼にかけて発生している。



図 16 南方から見た大規模地すべり（小千谷市塩谷地区）。東方向に傾斜する滑落崖と西方向（ 22° W）へ傾く地すべり移動体（上盤）。



図 17 塩谷地区の地すべり移動体に見られるき裂群の様子。東方向を見る。



図 18 傾斜した地すべり移動体と形成されたき裂群. 北方向を見る. 地震前の池の底面が西側に 22° 傾斜している.

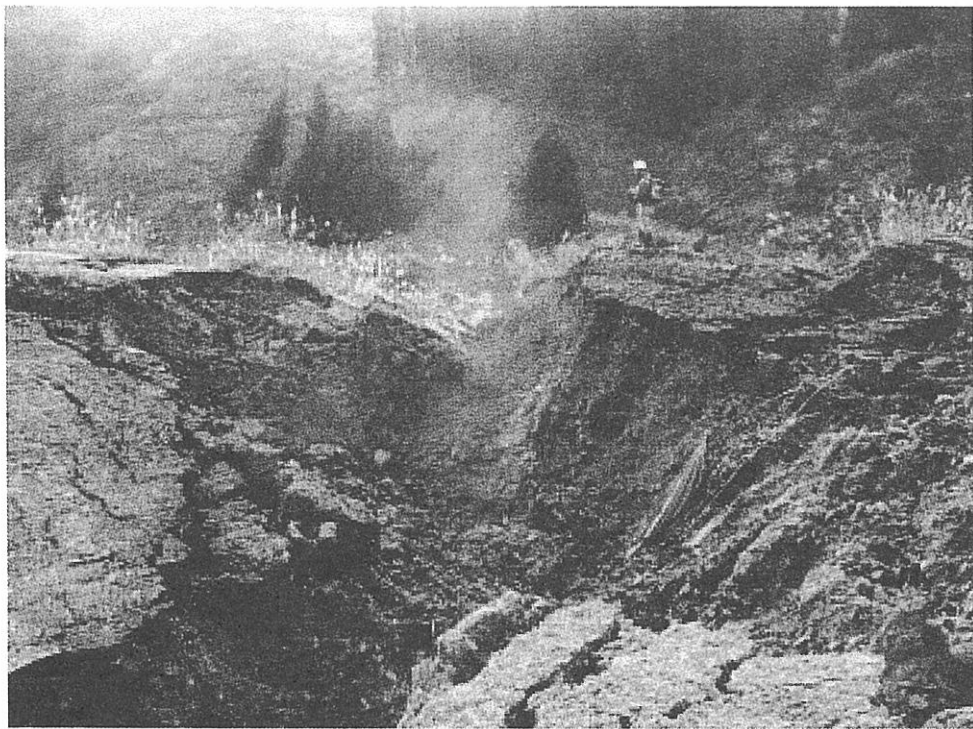


図 19 地すべり移動体に形成された小規模な凹地. 南方向を見る.



図 20 池の底面と道路の南東側（写真の右側）が滑落している。

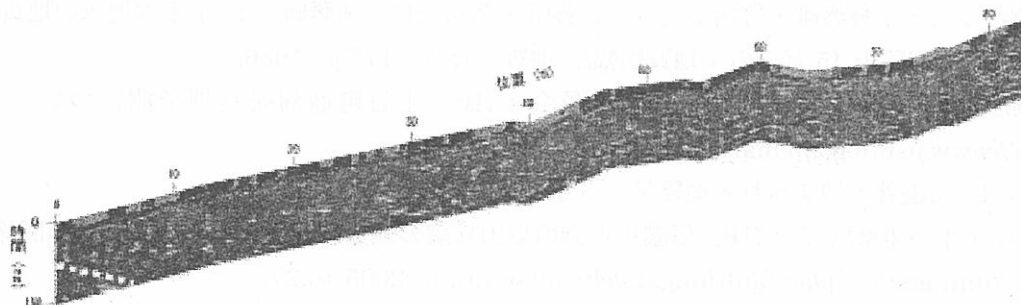


図 21 塩谷地区測線 ST-1 の地中レーダ画像(時間断面図). 100MHz アンテナを使用. レンジ幅は 150ns. 縦軸は往復時間を, 横軸は位置をそれぞれ表す. 図の左端の破線は主地すべり面を示す. 主地すべり面がより深い位置にあるので, 主すべり面をとらえるには, アンテナの周波数やレンジを変えて調査する必要がある. また, 地すべり移動体のき裂がどうレーダ画像に現れているかは解析中である.

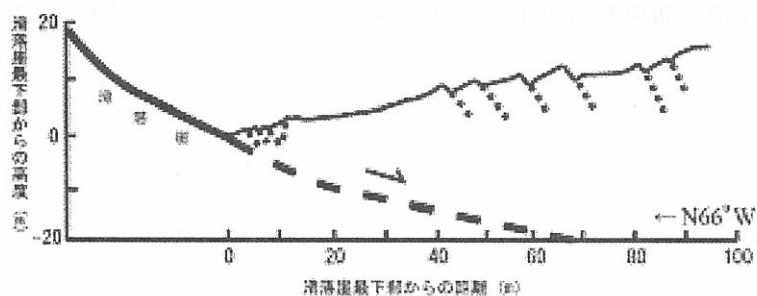


図 22 塩谷地区の大規模地すべり移動体の模式断面図.

5. おわりに

本稿では、2004 年 10 月に発生した新潟県中越地震によって引き起こされた十日町町樽沢地区と小千谷市塩谷地区の地すべりの現地調査と地中レーダ探査結果の一部を報告した。予察的ではあるが、地中レーダを用いることによって、地すべりのすべり面の位置をとらえることができ、地すべり調査に地中レーダが有効であることがわかった。

謝辞

本調査研究は、神戸大学都市安全研究センター「平成 16 年度突発災害調査プロジェクト」研究助成による。新潟県十日町市建設課および小千谷市建設課からは、本地すべり調査に対する有益な情報や、現地案内や、地震調査許可をいただいた。記して心より謝意を表す。

参考文献

- (1)気象庁：HP, 「平成 16 年 (2004 年) 新潟県中越地震について (第 8 報)」, http://www.seisvol.kishou.go.jp/eq/2004_10_23_niigata/index.html, 2004.10.26.
- (2)東京大学地震研究所：HP, 「EIC 地震学ノート」, http://www.eri.u-Tokyo.ac.jp/sanchu/Seismo_Note/2004?EIC154.html, 2004.10.26.
- (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：「小千谷地域の地質」地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所, 177 p., 1986.
- (4)地震調査研究推進本部地震調査委員会：HP, 十日町断層帯長期予測について, <http://www.jishin.go.jp/main/index.html>, 2005.04.28.
- (5)藤田 崇編著：地すべりと地質学, 古今書院, 238p., 2002.
- (6)岡村行信・柳沢幸夫：HP, 信濃川東側の東山丘陵の地質構造と新潟中越地震との関係, <http://unit.aist.go.jp/actfault/niigata/chishitsu.html>, 2005.10.27.
- (7)日本地すべり学会：HP, 2004 年新潟県中越地震にともなう地すべり・崩壊分布図, <http://japan.landslide-soc.org/>, 2005.04.28.
- (8)アジア航測：HP, 2004 年新潟県中越地震災害, <http://www.ajiko.co.jp/bousai/tyuetsu/tyuetu.html>, 2004.11.26.

著者：1)神戸大学理学部地球惑星科学科 教授, 2)神戸大学大学院自然科学研究科 院生, 3)信州大学理学部 助教授, 4)信州大学大学院理学研究科 院生 (現在 日本工営株式会社)