

2004年新潟県中越地震による斜面災害の第二次現地調査報告

(社)日本地すべり学会・応用地質学会合同調査団

1. まえがき

平成16年10月23日新潟県中越地方をマグニチュード6.8の内陸直下型地震が襲い、強震動、液化化、斜面変動により、中越地域のインフラストラクチャーに甚大な被害が発生した。その直後から日本地すべり学会と日本応用地質学会は、合同でデータの収集と地域の復興のために調査研究することとなり、第1回目の合同現地調査を平成16年12月5日～7日にかけて旧山古志村を中心に行った。その成果は、平成17年2月5日の合同調査報告会にて公表された。

その後、融雪期の土砂移動状況を確認する目的で、第2回目の合同現地調査が平成17年5月21日～23日に行われた。今回の合同現地調査の行程は次のようであった(図-1参照)。

- ・5月21日、両学会10名が早朝現地集合し、渡部直喜氏・野崎保氏の案内で、半蔵金地区を踏査。
- ・5月22日、総勢14名で、午前中に濁沢と妙見、午後小栗山を踏査。
- ・5月23日、9名で旧山古志村を中心踏査し、夕方現地解散。

新潟県中越地震によって発生した地すべり・崩壊は、融雪期を経ても全体的に想定していたほど大きな変動は見られなかった。しかしながら、今後の豪雨時に大きく土砂移動すると考えられる前兆現象が随所で見られ、長期的な監視体制整備の必要性を強く感じた。またここでは、今回新たに行なった旧山古志村周辺の代表的な地すべり・崩壊箇所の状況も含めて報告するものである。



図-1 調査箇所図(背景は地すべり学会判読図)

2. 現地踏査した代表的地すべり・崩壊

2.1 栃尾市半蔵金の入道沢地すべり

新潟県中越地震においては主に砂岩泥岩互層地域において大規模な地すべりが発生し、泥岩地域での発生は相対的には少なかった。栃尾市半蔵金の集落南方約 700m で発生した地すべり（入道沢地すべり、図-2）は、泥岩地域における大規模地すべりとして、また震源から離れた（約 10km）地すべりのひとつとして注目される。

入道沢地すべりは、荒谷層泥岩中に発生した地すべりであり、その規模は幅 150～200m、長さ約 450m、移動量は数十mに達する（写真-1）。地すべりブロック内の泥岩の構造は NE-SW 走向、南東に約 30° 傾斜しており、これは本地域の一般的な荒谷層の構造と一致している。左側方の滑落崖には、白色の凝灰岩層が露出しており、この地すべりがこの凝灰岩層にすべり面をもって発生したことがわかる。地すべり前の地形をみると、今回の地震で移動した範囲がもともと地すべり地形であり、本地すべりは地震による再活動ととらえることができる。

地すべりの主移動方向は南西から北東方向であり、これは地層の傾斜方向とは大きく斜交する。後背には集水地形がないにもかかわらず多量の湧水がみられる。また、滑落崖直下にため池があり、これらが地震時の変動を助長した可能性も考えられる。

地すべり上部の右側壁に大きな斜面崩壊が発生して、地すべり上部ではこれに伴い主運動方向に直交する局所的な移動現象がみられる。積雪、融雪期を経ても滑落地形、ブロック内の亀裂や末端圧縮地形などの変状が新鮮に保たれており、今後泥岩地域における地震時地すべりのメカニズムや移動の経過を詳細に検討するうえで重要なフィールドであると考えられる。



写真-1 入道沢地すべり斜め写真
（防災科学技術研究所 井口隆氏撮影）



図-2 入道沢地すべり位置図



写真-2 入道沢地すべり上部ブロックの全景

2.2 小千谷市横渡～浦柄の岩盤すべり(妙見「白岩」南側)

国道 291 号の吹付法面(一部吹付法砕工)施工箇所において、西向き of 顕著な岩盤すべり(崩壊)が、少なくとも 4 箇所発生し、国道を通行止めにした。このうち、今回観察した南寄りの 3 つのすべりを便宜上、北側より順番に岩盤すべり A・B・C と呼ぶこととする(図-3 参照)。岩盤すべり A・B の規模は、幅約 40～60m、長さ約 80～100m、層厚 4～6m であり、これは斜面の全長に相当する。これらの移動岩塊は、傾斜角約 22 度の層理面を滑動し、大小の岩塊に壊れながらほとんど全てが斜面下方に滑落したため、平滑なすべり面が剥き出しの状態を観察される。一方、岩盤すべり C は、斜面末端の幅 40m、長さ 50m、層厚 5m 程度の規模であったが、明らかに旧地すべり地形の再活動であった。

当地域周辺には褶曲構造と砂岩泥岩互層を反映したケスタ地形が発達している。今回の岩盤すべり斜面も比高 30～40m の非対称性丘陵のほぼ平滑な西向き斜面に当たり、東側斜面は 60 度程度の急斜面をなしている。岩盤すべり A・B のすべり面は、凝灰岩なる薄層が担っており、この両者間の滑動した塊状の砂質泥岩では同様の挟み層は見られなかった。

以上からすると、岩盤すべりの素因は流れ盤の地質構造とややルーズな凝灰岩の薄層を夾在していたことにあり、直接の誘因は地震動であるが、信濃川による側方侵食や道路切土による斜面末端部の欠損も特異な岩盤崩落現象を促進した要因となっている。



図-3 岩盤すべり発生位置



写真-3 Aブロックの全景



写真-4 岩盤すべり B 頭部

2.3 小千谷市小栗山の土石流

山古志村への玄関口に位置する小千谷市小栗山では、新潟県中越地震による土砂変動地域の中でも最も長距離（約 800m）の土砂流動現象（土石流）が発生したことで知られている。

地震直後の空中写真では、2回にわたり土砂が流動した様子が判読できる。まず初回の土石流は、源頭部の崩壊（幅 50m、長さ 200m）が起因となり、この崩壊地内の水田と直下にあった養殖池など水分の多い泥質物を巻き込んで流動化し、直線状の溪流（平均勾配 10～12°）を一気に 800m ほど流下し砂防ダム堆砂部で停止した（写真-5、図-4 の判読図参照）。堆積断面を見ると、流域上部には牛ヶ首層の塊状泥岩が分布することもあって、10cm 程度の角～亜角礫が主体をなし、泥や砂が間隙を充填している。堆積相からすると、「土石流」というよりは「岩屑なだれ」と言った方が適切である。マトリックスの大部分は褐色の砂質土であるが、時々暗黒色の泥質粘土が見られることから、養殖池などを巻き込んだことが容易に解釈できる。

2回目の泥流（堆積物のほとんどが小礫と泥質粘土からなることから）は、多分直後の余震で発生したと思われるが、最初の崩壊の底部が崩れ（推定幅 20m、長さ 100m）、搾り出されるように粘性の低い、あたかも溶岩流のような低速度の流下痕跡を残しながら最初の土石流堆積物上を約 400m 流下し堆積した（写真-6、図-4 の判読図参照）。平成 17 年 5 月の現地調査時点では、泥流表面の地形はその後の降雨でガリー状に洗掘され、わずかな名残しか見ることが出来なかった。

砂防ダムで停止した土石流は、その後の数回の降雨や融雪水で表面が二次的に洗掘され、土砂流となって下流の寺沢集落に被害を与えている。上流部の土石流堆積物を床固工などで固定しない限り、今後も豪雨時には大量の土砂流出が懸念される。

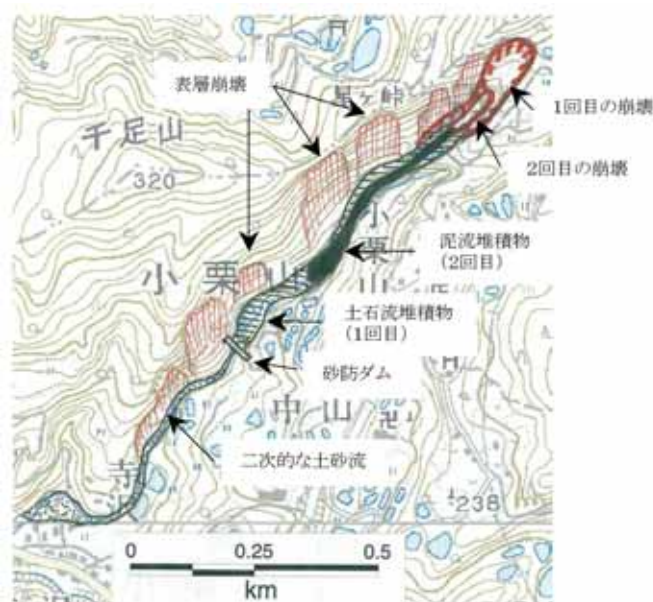


図-4 小栗山土石流概況図



写真-5 崩壊地源頭部からみた土石流流下部



写真-6 泥流の末端堆積断面

2.4 旧山古志村芋川右岸の池谷地すべり

池谷集落の東側を南流する芋川の右岸（西）側では、水田等に利用されている数段の河岸段丘が幅約 400m、奥行き 200m、にわたってスランプ状のすべりが発生した。この地すべりの頭部では、比高 30m 程度の段丘面全体が滑落し、その上の水田面は山側に 15 度程度傾斜し、移動部は乗り上げやクラック段差を頻繁に繰り返し、末端部では一部芋川の河道へ押し出し、そこに架けられて橋長 30m 程度の橋が落下しており、明らかに稼動幅は狭まっている状況が確認できた。また、頭部では背後の急斜面の表層崩壊による崩積土が地震時にすでに堆積していたが、雪解け後にはさらに泥土状の土砂を含む雪崩が覆い、一部で末端近くまで達して地震時の地すべり地形を覆い隠している。

当地区の地質は鮮新世川口層上部に相当し、下位より泥岩優勢砂岩泥岩互層、砂質泥岩優勢砂岩砂質泥岩互層、砂岩に分布域に当たり、地質構造的にはほぼ南南西にプランジする梶金向斜軸部に位置し、地層はおおむね東西走向で南に数度傾斜している。



写真-7 頭部に位置する段丘面の山側への傾斜



写真-8 末端部の状況
(土砂雪崩が芋川まで達した。)



写真-9 末端部では橋が落下している

2.5 旧山古志村役場付近および山古志中学校の変状

今回の地震で発生した地すべりや斜面崩壊が、融雪期を経てどのように拡大するのか、あるいは再活動するのかは、今後の多雨期における変動を予測する上で重要な課題である。旧山古志村竹沢地区では、羽黒トンネル坑口付近の斜面崩壊をはじめ、大小さまざまな地すべりや斜面崩壊が発生した。このうち、旧役場付近の道路、棚田、斜面、山古志中学校グラウンドおよび校舎について、降雪前と融雪後の状況を比較した。

降雪前は平成16年12月6日に、融雪後は平成17年5月23日に調査をおこなった。写真-10と写真-11は役場付近の棚田(図-5)の亀裂と変状状況であるが、融雪後の変状は積雪前と大きな変化がないことがわかる。また、背後(

旧役場付近の道路路面や羽黒トンネル付近の斜面崩壊も、融雪後の地すべり拡大等の変状は明瞭ではなかった。

山古志中学校グラウンドでは、積雪前に明瞭ではなかったグラウンド全体をほぼ縦断するクラックが観察された(写真-12)。この亀裂はグラウンドを横断して山側へ延びており、今後の推移に注目する必要がある。また、山古志中学校グラウンドに見られるような段差を伴うクラック(写真-13)が、中学校周辺の斜面にも随所でみられることから、今後の豪雨による変化を注意深く監視する必要がある。



図-5 観察箇所位置図(国土地理院数値地図25000「小平尾」より)



写真-10 積雪前の棚田(旧山古志村役場付近)
平成16年12月6日撮影



写真-11 融雪後の棚田(同)
平成17年5月23日撮影



写真-12 山古志中学校グラウンドの亀裂
(平成 17 年 5 月 23 日撮影)



写真-13 山古志中学校グラウンドの段差
(平成 17 年 5 月 23 日撮影)

4. あとがき

今回の第 2 次合同現地調査は、平成 16 年 12 月の第一次合同調査団の成果を踏まえて、昨年の未踏査地区の状況及び融雪期を終えての再活動の状況を確認する目的で行ったものである。すでに述べたように、融雪期を終えても意外と（想像したほど）再移動は激しくなかった。しかし、地震ではあまり発生しなかった泥岩地帯の地すべりでは、潜在的亀裂が静かに活動し始めているなど、今後の豪雨時に再活動することを予測させる状況が各所で見られた。今後とも長期的視野で斜面変動を監視していく必要があり、その再活動性（安定性）の評価は、旧山古志村などの被災した山間地の復興と将来にとって大きな課題でもある。

おわりに現地で様々な議論を重ねた両学会現地調査団の構成メンバーを以下に紹介する。

日本地すべり学会

- 1) 山岸 宏光：新潟大学 理学部自然環境科学科 教授，合同調査団 団長
- 2) 宮城 豊彦：東北学院大学 文学部史学科 教授
- 3) 八木 浩司：山形大学 教育学部 教授
- 4) 千葉 則行：東北工業大学 建設システム工学科 助教授
- 5) 井口 隆：文部科学省 防災科学技術研究所 総合防災研究部門長
- 6) 渡部 直喜：新潟大学 積雪地域災害研究センター 講師
- 7) 瀬戸真之：立正大学 地球環境科学部 助手
- 8) 浜崎英作：アドバンテクノロジー 代表取締役

日本応用地質学会

- 1) 千木良雅弘：京都大学防災研究所 教授
- 2) 須藤 宏：応用地質(株) 部長
- 3) 中筋 章人：国際航業(株) 技師長
- 4) 福井 謙三：基礎地盤コンサルタンツ(株) 部長
- 5) 棚瀬 充史：住鉱コンサルタント(株) 部長
- 6) 野崎 保：中部日本鉱業研究所 部長



5月21日の調査団（入道沢地すべり末端にて）

Abstract

The 2004 Mid Niigata-prefecture earthquake (M6.8) occurred on 23rd in October 2004, severely damaging infrastructures in this area by strong shaking, liquefaction, and landslides; particularly a large number of landslides occurred in the mountainous areas in and around Yamakoshi Village, which has been now merged with Nagaoka city.

The Japan Society of Engineering Geology and the Japanese Landslide Society made a joint investigation team and made a ground survey in the effected mountainous areas from 5th to 7th in December, and reported the results at the special symposium organized by both the societies. After the earthquake, the affected area experienced heavy snow from December 2004 to March 2005; the snowfall was a record within recent 19 years. Almost all snow melted before the middle of May 2005, and the joint investigation team made a ground survey again from 21st to 23rd in May 2005 to check the effect of snow on landslides or destabilized slopes. The effects of the snow and its melting on the slopes were not large, but the reconnaissance team has found precursory features of future landslides or sediment yielding: new cracks and widening of existing cracks which were made by the earthquake. Long-term monitoring is essential for these features to mitigate future disaster. Here we report the results of our investigation on the change of the landslides or destabilized slopes just after the earthquake and after the snow melt as well as newly visited landslide sites.