

## 第37回地すべりシンポジウム

# 災害から復興した地すべり地を巡る

— 新潟大会現地見学会にむけて —

2009. 5. 22

主 催 (社)日本地すべり学会新潟支部  
共 催 (社)地盤工学会北陸支部  
後 援 新潟県  
(社)新潟県地質調査業協会  
(社)斜面防災対策技術協会新潟県支部  
新潟県地すべり防止工事士会

～～～ 目 次 ～～～

(社)日本地すべり学会新潟支部第37回地すべりシンポジウムの開催にあたって .....	1
(社)日本地すべり学会新潟支部 支部長 川邊 洋	
<一般発表>	
浦柄地すべりの発生機構と対策工.....	2
(株)キタック 神保 啓 *・松田 隆・伊藤 克己	
小千谷市横渡地すべりの被災状況と復旧について .....	6
(株)キタック 伊藤 克己 *・三膳 紀夫	
油夫川地すべりの被災状況と復旧対策.....	10
(株)興和 池田 伸俊	
三石川地すべりの被災状況と復旧対策.....	14
(株)興和 池田 伸俊	
東竹沢地すべりの移動機構とその対策.....	18
日本工営(株) 田中 靖政 *・古谷 元・大河原 彰	
濁沢地すべりの発生機構と対策について.....	24
応用地質(株) 大曾根 啓介	
米山町地すべりの被災状況と復旧対策.....	28
(株)興和 外山 裕一	
小滝地すべりの被災履歴と現況.....	32
(株)キタック 滝川 義治 *・堀田 亨	
世界ジオパークをめざす糸魚川－地質災害と防災教育のフィールドとしての活用－ .....	34
糸魚川市ジオパーク推進室 竹之内 耕 *・宮島 宏・茨木 洋介	

## (社)日本地すべり学会新潟支部第37回地すべりシンポジウムの開催にあたって

いよいよ(社)日本地すべり学会新潟大会が3か月後に迫って参りました。新潟県は中越地震や中越沖地震による地すべり災害で全国の注目を集めましたが、長年にわたり、地すべりの調査・研究および防止対策技術で、全国をリードしてきたことは自他共に認めるところです。この機会に新潟を訪れてみようという会員も多いことと思います。

新潟の地すべりをあちこち見て回りたいという全国の会員の希望をすべて叶えるわけにはいきませんが、8月の全国大会では、現地見学会として「山古志コース」と「柏崎・糸魚川コース」の2つのコースを用意しました。案内の冊子あるいは現地の案内者により各地すべりの解説は行われますが、大会中に前もってじっくりと見学地の予習をする機会はありません。そこで、今年度の第37回地すべりシンポジウムは、見学地の災害状況や対策について、担当者から詳細に解説していただく機会としました。

「山古志コース」では、中越地震で発生したいくつかの地すべり地の、震災後5年を経過した復旧状況を視察します。また「柏崎・糸魚川コース」では、中越沖地震で発生した米山町地すべり、糸魚川-静岡構造線以西の中古生層が分布する地域で発生した小滝地すべり、ユネスコの世界ジオパークネットワーク加盟を目指す糸魚川のフォッサマグナパークを巡ります。ジオパークは地すべりとは縁がないように思われますが、ユネスコ国際ジオパーク会議の宣言に「地質災害に関して社会と知識を共有するためにジオパークが役に立つ」という趣旨の一文が入っていて、防災への取り組みも重視されるようになっているそうです。

本シンポジウムが、現地見学会への参加を考えている会員はもとより、参加されない会員にとっても、新潟の地すべり（一部ではありますが）を知るよい機会となることを願っております。

(社)日本地すべり学会新潟支部

支部長 川邊 洋

# 浦柄地すべりの発生機構と対策工

神保 啓\*, 松田 隆, 伊藤克己 (株式会社キタック)

キーワード：地すべり, 地震, 泥岩

Keywords : landslide, earthquake, mudstone

## 1. はじめに

浦柄地すべりは小千谷市の東方にある信濃川支流一級河川朝日川の左岸に位置する。平成 16 年 10 月 23 日の新潟中越大震災により、傾斜 20° 前後の北向き斜面が大きく移動し（水平距離で約 20m）頭部に明瞭な滑落崖が生じた。その直下の移動土塊は台地状の緩斜面（5° 程度）を形成した。移動土塊は朝日川を閉塞したために流路が右岸側に移り、川は民家の中を流入し、水が道路上にも溢れる事態となった。ここでは、現地における地表踏査結果や、地質調査結果より検討した地すべり機構や対策工の考え方について述べる。



写真-1 浦柄地区周辺の斜め空中写真



図-1 位置図

## 2. 地すべり状況

朝日川の左岸側には過去の地すべりによって形成されたと考えられる緩斜面が分布しており、古い滑落崖が朝日川とほぼ平行に並んでいる。浦柄地すべりは、この古い滑落崖の一つの西側末端部に位置しており、古い地すべり斜面の一部が再滑動したものと考えられる。

調査地周辺には、牛ヶ首層と称される新第三紀鮮新世の塊状泥岩と、その上位に白岩層と称される砂岩泥岩互層が分布している。この付近の地質構造は同斜構造となっており、地層の走向は北北東-南南西方向で 20° 程度の西傾斜を示す。移動体の移動方向は斜め流れ盤となつ

ている。滑落崖付近には層向方向に高角度な節理が卓越しており、おむね東西方向に延びている。このような地質構造が地すべりの平面形状を規制したものと考えられる。

地すべり面は調査結果より、主に牛ヶ首層内で発生していると考えられる。滑落崖上部には白岩層の砂岩泥岩互層が分布している。地すべりの移動体は、表層に近い部分は礫混じり砂および粘土から構成されており、これよりも深部は牛ヶ首層の風化及び破碎した泥岩を主体としている。このことは浦柄地すべり発生前には既に古い地すべり移動層が分布していたことを示している。

基盤岩である牛ヶ首層の泥岩は堆積軟岩であり、風化作用によって急激な強度低下を起こしやすい特徴を持っていることが、古い地すべりの素因になったものと考えられる。地震時に発生した地すべりは、この古い地すべり移動層が存在していたことが素因である。

地すべり頭部は地震時に回転しながら移動し、朝日川の河床付近にやや抜け上げるような断面形状で河道を閉塞した（深層回転性岩土すべり）。このため、移動前の斜面よりも緩い台地状の地形を形成した。地質構造は、地すべりの移動方

向から見れば斜め流れ盤となっているが、すべり面が形成された泥岩は、層理面が不明瞭な塊状泥岩である。風化の進行と朝日川の浸食による古い地すべりが形成された後、地すべり移動層の一部が地震により再滑動したと考えられる。



図-2 地質平面図



写真-2 滑落崖から移動体



写真-3 下流側側方崖



写真-4 末端部押出状況

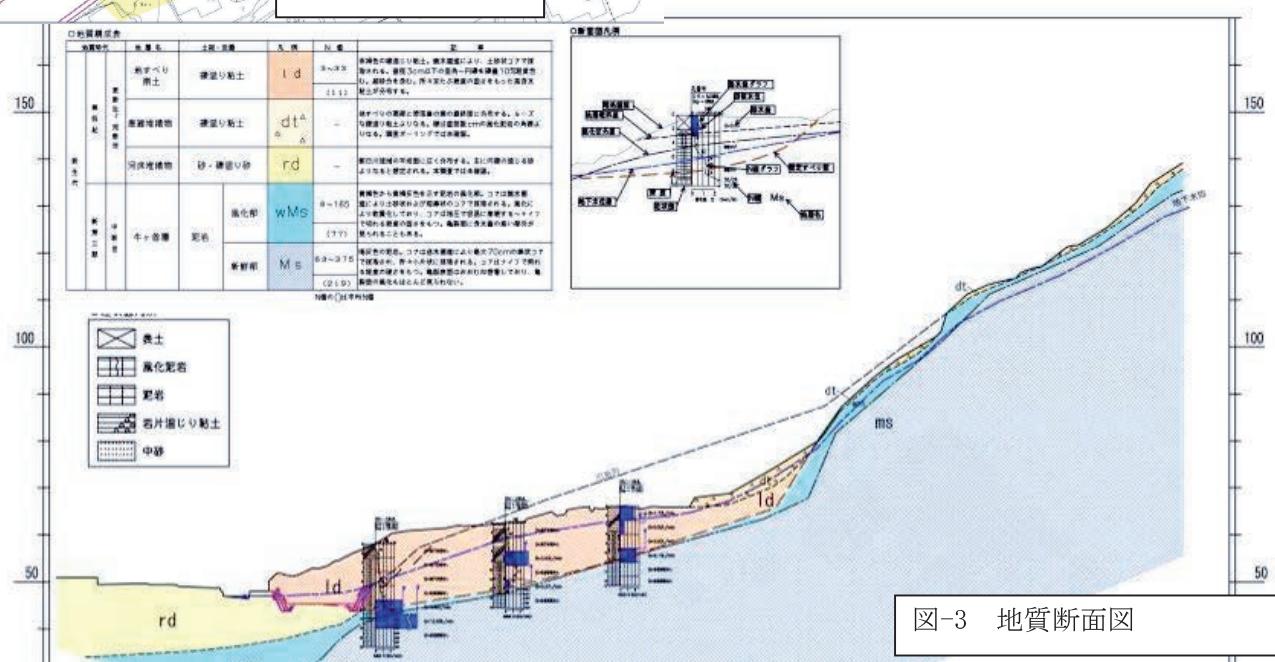


図-3 地質断面図

### 3. 対策工について

地すべり移動体が朝日川を閉塞していたため、応急対策で仮水路を施工し、朝日川の河道閉塞に対処した。地すべり移動体の末端部を迂回する形状で朝日川を復旧した場合、朝日川が大きく屈曲し、浦柄集落の家屋を移転させる必要が生じること、また復旧後の朝日川が国道291号線に近接するため、国道に影響を与えるおそれがある懸念された。そして朝日川が屈曲することにより、集落内に新たな水衝部を作ることになることから、朝日川の復旧は原形復旧とし、地すべり移動体末端部の移送堆積域をほぼ全量排土することとした。

地すべりの末端を大きく切土することになったため、現況安全率を  $F_s=1.00$  とした場合、末端切土後の安全率は  $F_s=0.74$  まで低下する。

抑制工によって地下水位低下を観測しながら施工した場合、地下水位観測により所定の地下水位低下量を満たすまで地すべり末端部の対策は不可能であるため、朝日川の河道復旧計画に工程上の影響を及ぼすおそれがあったため、浦柄地区地すべりの施工順序としては抑制工により仮設の安全率  $F_s=1.05$  を満たした上で抑制工(集水井工および横ボーリング工)を施工し、計画安全率  $pF_s=1.20$  に達するものとした。地すべり末端部を排土し、安全率  $F_s=1.05$  に達するために必要な抑止力は  $Pr=931.7kN/m$  と算出された。

抑止力が大きいため、全部アンカーで抑止した場合、反力体の支持力が不足する。上方にに抑止杭工を配置して抑止工による必要抑止力の分散をはかることとした。抑止杭は集水井工の下方に配置し、杭上方のすべりに対して  $F_s=1.05$  となる形状を求めた。グラウンドアンカー工は杭下方のすべりに対して  $F_s=1.05$  となる形状を求めた。なお、抑止工の抑止力配分は以下のとおりである。

- ・「抑止杭工」  $Pr=603.6kN/m$  + 「グラウンドアンカー工」  $Pr=328.1kN/m=931.7kN/m$

### 4. おわりに

対策工は完了しており、パイプ歪計観測結果より特に地すべり変動と考えられる歪は観測していない。また、地下水位は施工前に比較して3m程度低下している。

以上のことから当該地すべりブロックに対する対策工の計画は妥当であったと考えられる。

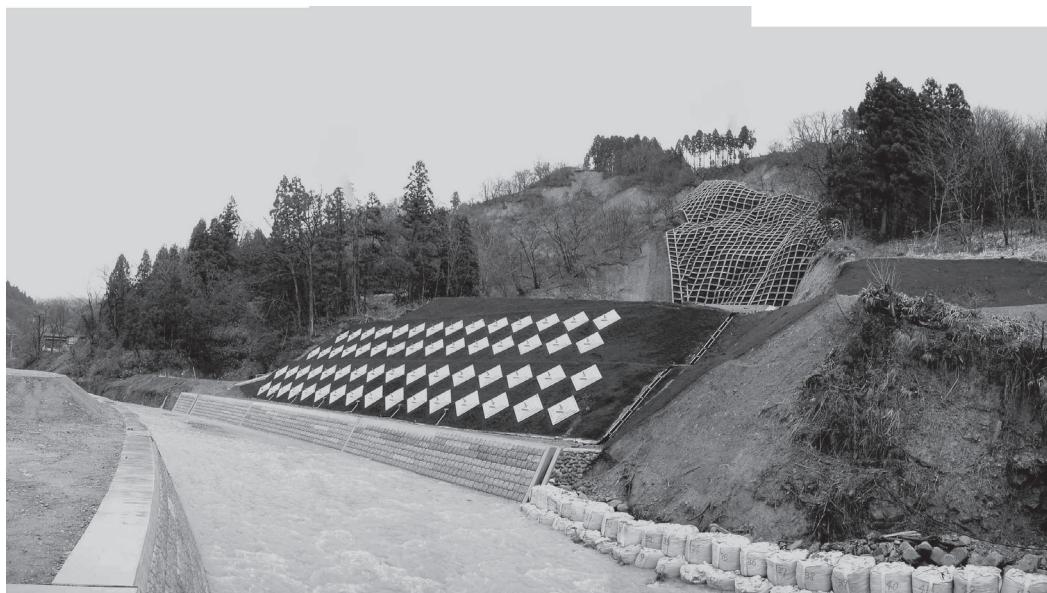


写真-5 対策後全景

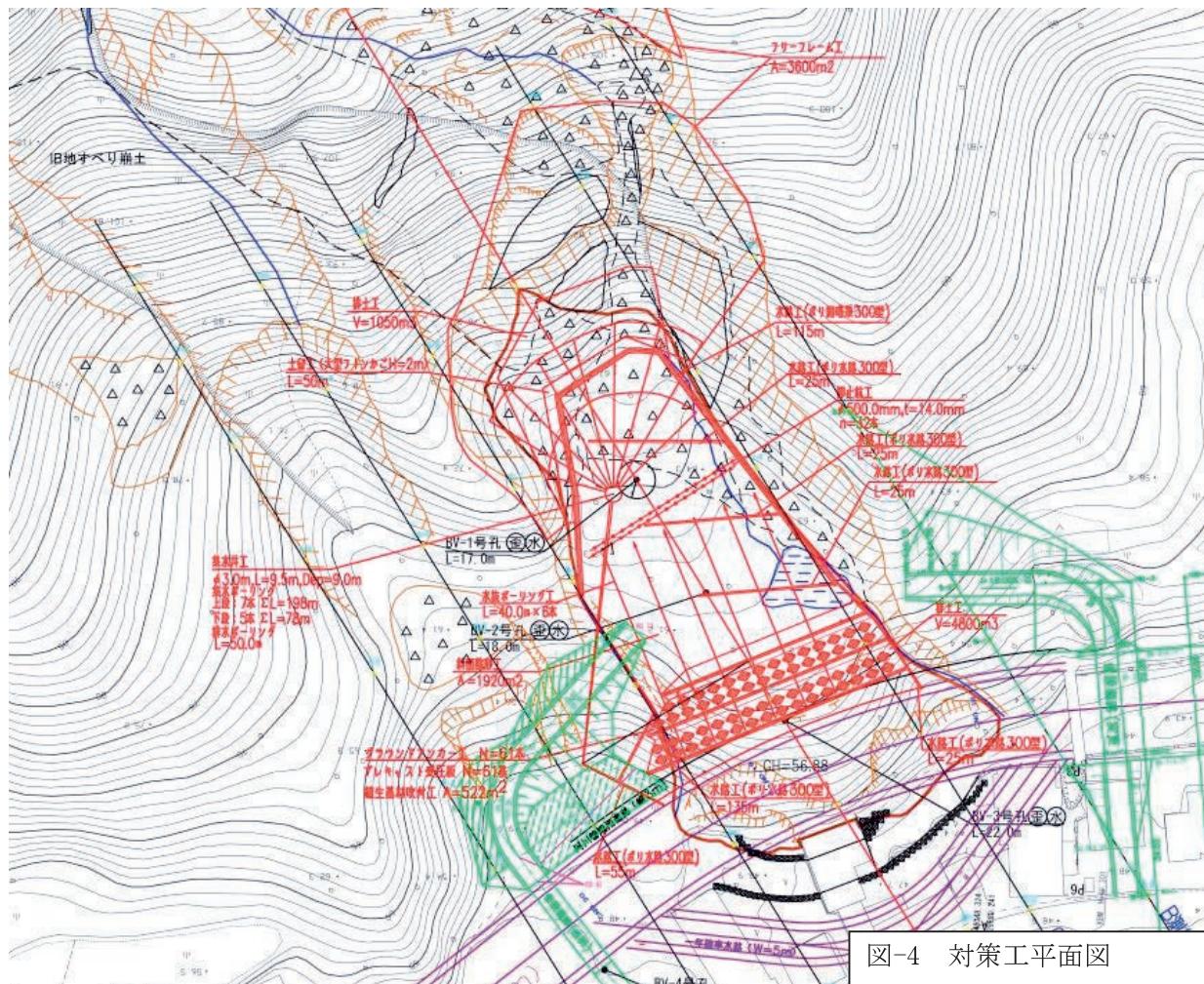


図-4 対策工平面図

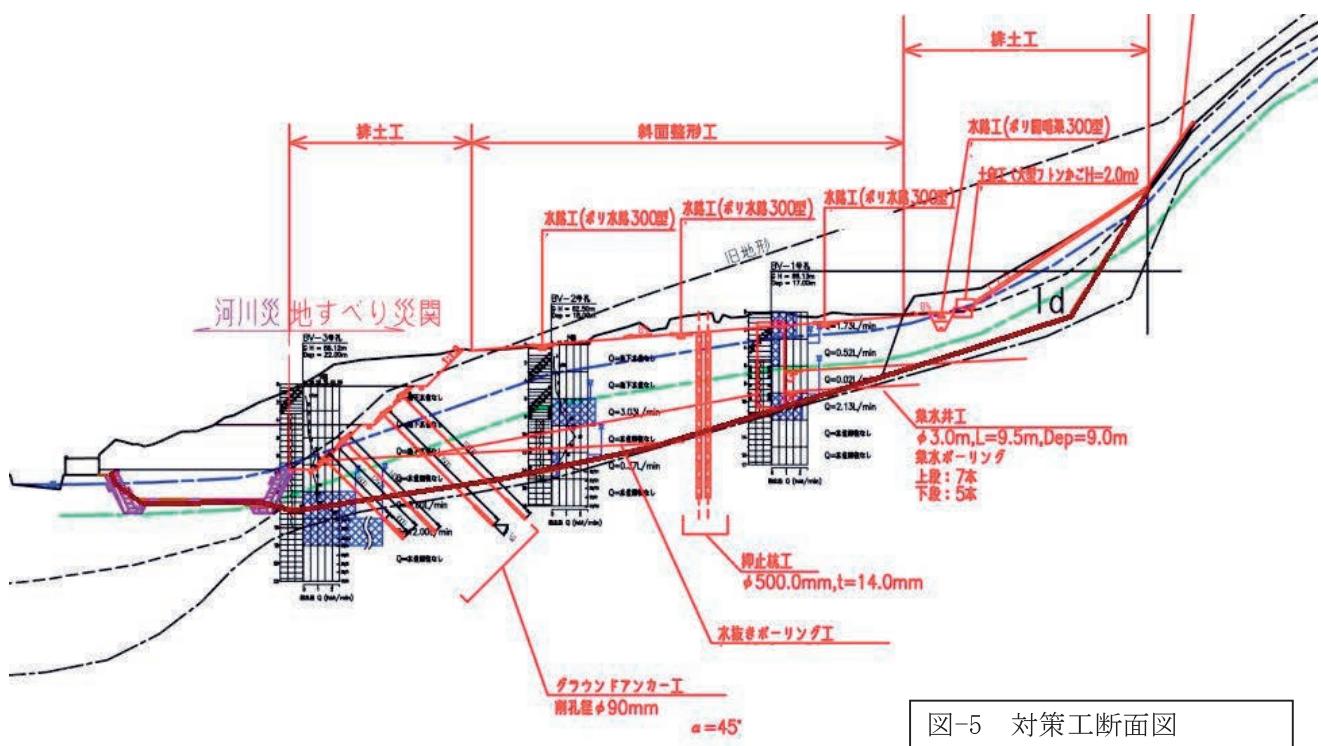


図-5 対策工断面図

# よこわたし 小千谷市横渡地すべりの被災状況と復旧について

Study for Yokowatashi landslides, Ojiya City

伊藤克己\*, 三膳紀夫(株式会社キタック)

Katsumi ITOH , Norio MIYOSHI (KITAC Co., Ltd)

キーワード： 岩盤地すべり， 地震， 凝灰岩

Keywords : rock slide, earthquake, tuff

## 1. はじめに

新潟県中越地震では多くののがけ崩れ、地すべり等の土砂移動現象が発生した。小千谷市横渡地区においても、比較的新鮮なシルト岩を主体とする斜面で、凝灰岩との層理面に沿った地すべりが4箇所で発生し、民家1軒のほか、河川、国道などが被災した（写真-1）。

ここでは、その被災状況および復旧状況を紹介する。

## 2. 地形・地質

本地区は信濃川の右支流野辺川の右岸斜面に位置する。地区周辺の地質構造は、北東-南西方向に走る東山背斜の西翼部にあたり、主に西方へ15~22°程度傾斜することから、西向きの本地区斜面では流れ盤構造となり、このような地質構造を反映したケスター地形を形成している。

地質図および断面図を図-1、図-2に示す。地区周辺の基盤岩は、新第三紀鮮新世の堆積岩類からなる白岩層である。本地区で確認される白岩層は、新鮮な箇所では灰色を呈する塊状砂質シルト岩が主である。砂質シルト岩は、概ね新鮮で爪でようやく傷つく程度の硬さを有する。

また、砂質シルト岩中には、厚さ1~5cm程度の凝灰岩を何枚か挟在する。主に細粒から中粒で流紋岩質の凝灰岩である。中粒凝灰岩の一部は、風化により褐色化が認められる。

## 3. 地すべり状況

横渡地区では北からA~Dの4箇所の地すべり

が発生している。4箇所に共通して次の特徴がみられる。

- ① 規模は、幅40~70m、延長70~100m程度
- ② 斜面方向へ約22°傾斜した凝灰岩の薄層と砂質シルト岩の層理面を分離面としている
- ③ 側部の多くは60~80°の高角度の節理によって区切られている
- ④ 側方崖および崩積土中の岩塊には、新鮮な基盤岩が多く認められ、おもに比較的新鮮な岩盤部分が地層中の分離面に沿って分離、移動したものと想定される各ブロックの特徴を示すと以下のようである。

### 1) A ブロック

地質断面図を図-3に示す。

国道291号の切土のり面の上部に抜けるもので、崩土の一部は国道に達してこれを閉塞した。移動体は著しく細片化し地形をほとんどとどめていない。

頭部には明瞭な分離崖が形成され、さらにその上方にも背後亀裂が形成された。

### 2) B ブロック

移動体は著しく細片化しているが、下部の道路付近には、樹木が直立したままで、回転を伴わずに移動したとみられる複数の岩塊を残している。

移動体の中に国道の舗装等の道路施設は認められず、道路そのものは移動体が乗り上げのみ

で原形をとどめているものと思われる。

### 3) C ブロック

地質断面図を図-4 に示す。先端は野辺川を開塞して左岸の水田上に達した。

移動体末端部付近には国道の舗装の一部がみられることから、すべり面下端は野辺川の河床、もしくは右岸斜面に位置するものと推察される。

多くの移動体は下方に移動したもの、最大  $\phi 2m$  程度の岩塊が斜面の最上部から下部にわたり散乱している。これらの岩塊の中には分離面となった凝灰岩が付着したままの状態のものが見られることから、分離面は凝灰岩と下位のシルト岩との層理面である。

移動岩塊に伴われる凝灰岩は必ずしも基盤とは接しておらず、これらの岩塊が発生時に回転運動を伴いながら移動した後に斜面にとどまつたことを示している。

### 4) D ブロック

当該ブロックは、図-1 に示すように、古い地すべりの左側側部に形成されたものである。

移動体の大部分は、移動前の地形を比較的よく保存しており、並進すべりを起こしたものと推察される。すべり面の下端は国道の切土のり面の法尻付近にあるものとみられ、末端付近の国道上には左側側部に形成された側方崖がみられる（写真-3）。



写真-1 被災状況（新潟県砂防課、2007）

先端は野辺川の左岸斜面に達し、野辺川の河道を閉塞した。野辺川の流水は、左岸の水田上に溢水した。

## 4. 復旧

### 1) A ブロック

民家、国道、鉄道等を保全対象として、災害関連緊急地すべり対策事業が採択された。

復旧工法としては、移動土塊および頭部に残存する不安定斜面の全量を切り取り、緩傾斜化することとした。切土断面形状を図-3 に示す。

### 2) B、C、D ブロック

野辺川の通水断面および国道の交通を一刻も早く復旧する必要があったため、これらの3ブロックの応急対策として地すべりを迂回した河道および国道の付替が行われた。

河川および道路については、仮設時の構造を大きく改変せずに、幅員や線形等の高規格化を行って恒久対策とした（写真-4）。このため、末端付近を除いて地すべりそのものの安定対策は行われていないが、国道の山側には、残土を利用した落石防止土堤が設置され、土塊の二次移動に備えている。



写真-2 復旧状況（新潟県砂防課、2007）

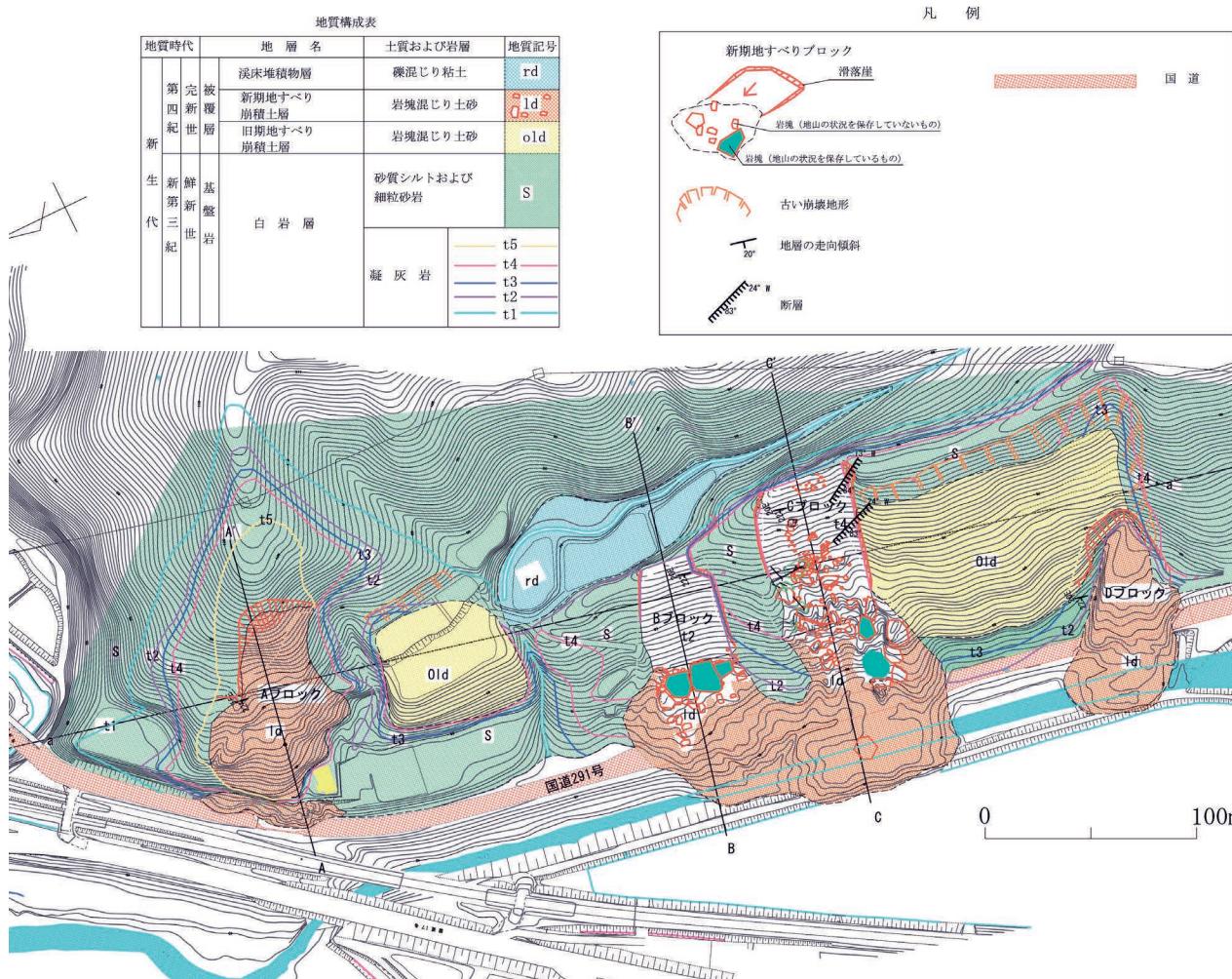


図-1 地質平面図

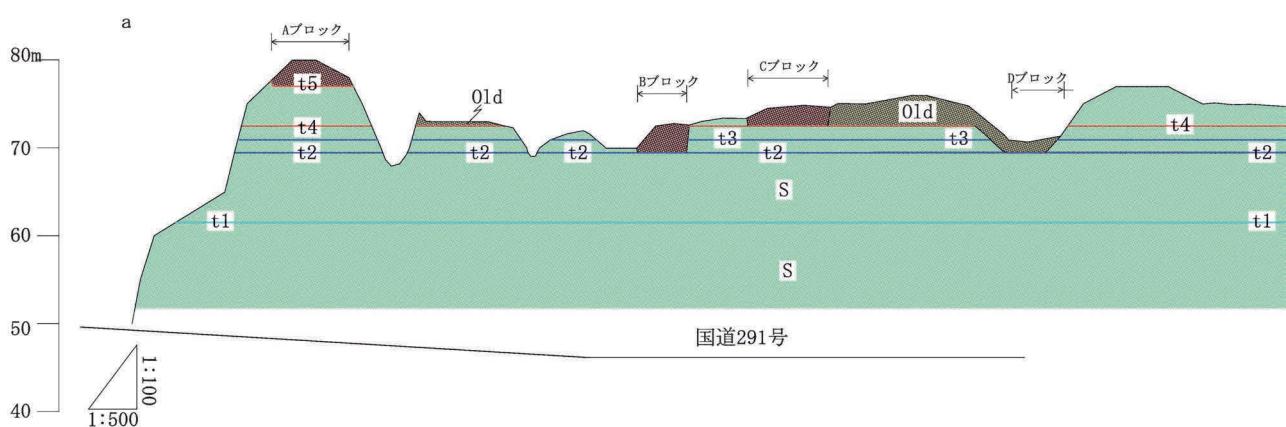


図-2 斜面横断方向の地質断面図

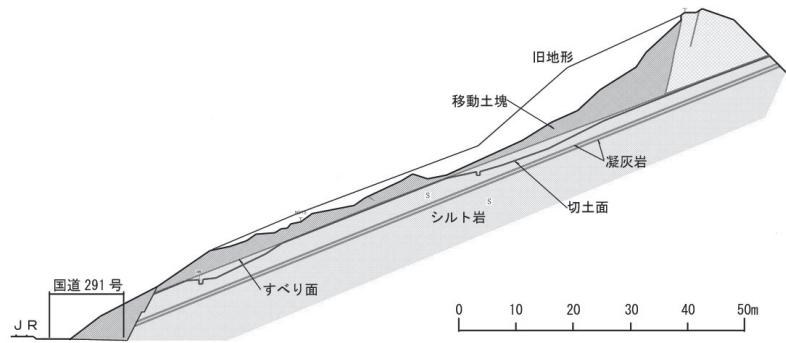


図-3 A ブロック地質断面図

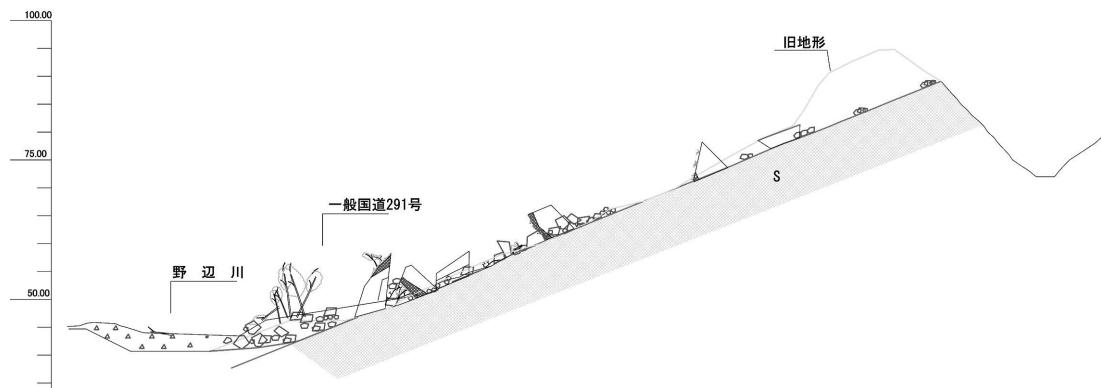


図-4 C ブロック地質断面図



写真-3 国道を塞いだD ブロック末端の土塊



写真-4 復旧状況 (C ブロック末端付近)

#### 参考文献

伊藤克己、三膳紀夫、酒井順： 新潟県中越地震により発生した小千谷市横渡地区における岩盤地すべりについて、 第45回日本地すべり学会研究発表会講演集、2006. 8.

新潟県土木部砂防課： 平成16年新潟県土砂災害復興記録集、2007. 3.

# 油夫川地すべりの被災状況と復旧対策

The landslide suffering situation and restoration works of the Yubugawa Landslide Area

池田伸俊（株式会社 興和）

Nobutoshi IKEDA (Co. Kowa)

キーワード：新潟県中越地震、地すべり被災状況、  
地すべり機構、地すべり復旧対策工

Keywords: Niigata Prefecture Chuetsu Earthquake, The landslide suffering situation,  
Landslide mechanism, Landslide restoration works

## 1. はじめに

平成 16 年 10 月 23 日 17:56、新潟県中越地方を震源とする M6.8 の新潟県中越地震が発生した。この地震の特徴は、本震後、40 分弱の短時間で震度 6 を超える強い余震が 2 回発生したことである。本震および 2 回の強い余震では、中越地方の中山間地が強震域であったため、旧山古志村を中心として多数の崩壊や地すべり等の土砂災害が発生した。今回紹介する油夫川地すべり地は、このような土砂災害発生箇所の一つである。地震発生後、災害関連緊急地すべり対策事業が採択され、地質調査に基づく地すべり対策工事計画を立案し、平成 17 年度以降、順次地すべり復旧対策工事が施工され、現在は工事を完了し、地すべりは安定化が図られた。

ここでは、

- ・ 地震後の地すべり被災状況
- ・ 調査結果と発生機構
- ・ 地すべり復旧対策工

について、その概要を紹介する。

## 2. 地震後の地すべり被災状況

油夫川地すべりは、標高 260m～270m の尾根を頭部として、油夫沢川に向かう地表傾斜 20° 前後の棚田状地形を呈する单斜面で、尾根頂部には山古志中学校校舎及びグラウンドが位置し、平坦面が分布する。尾根部平坦面より下方斜面の上部から中部にかけては、階段状に平坦面が分布して住宅が立地し、集落を形成している。斜面中部から下部は棚田状の緩斜面で、水田や畑が分布する。

地震発生前の地形は、斜面上部から中部にかけて、かつての滑落崖と考えられる円弧状を呈する急崖地形が点在し、それらから連続する沢地形や段差地形により、複数の馬蹄形の地すべりブロックが区分されていた。

このような斜面が新潟県中越地震に襲われ、複数の地すべりブロックで同時多発的な地すべり現象が生じた。地すべり発生当時の状況は、地元住民の談話によれば、「本震で驚いて外に飛び出したところ、第 2 震に襲われ、家屋もろとも斜面が崩れた」とのことであり、本震でダメージを受けた斜面が短時間で発生した第 2 震の揺れによって、大きく滑動したことを示している。地震後の調査平面図および被災状況写真を次ページ以降に掲載する。また、油夫川地すべりの主な被災状況は以下の通りである。

被災状況	地すべりの規模（斜面全体）
	幅 約 750m、長さ 約 300m、 推定移動土塊量 約 360 万 m <sup>3</sup>
	ブロック区分 A～H ブロック
被災住家	全壊 16 棟 大規模半壊 4 棟 半壊 2 棟、一部損壊 1 棟 無被害住家 0 棟
被災道路延長	村道 750m、 農道 460m
河川延長	油夫沢川 500m
堰堤工	4 基、床固工 3 基
水田、畑、養鯉池	多数

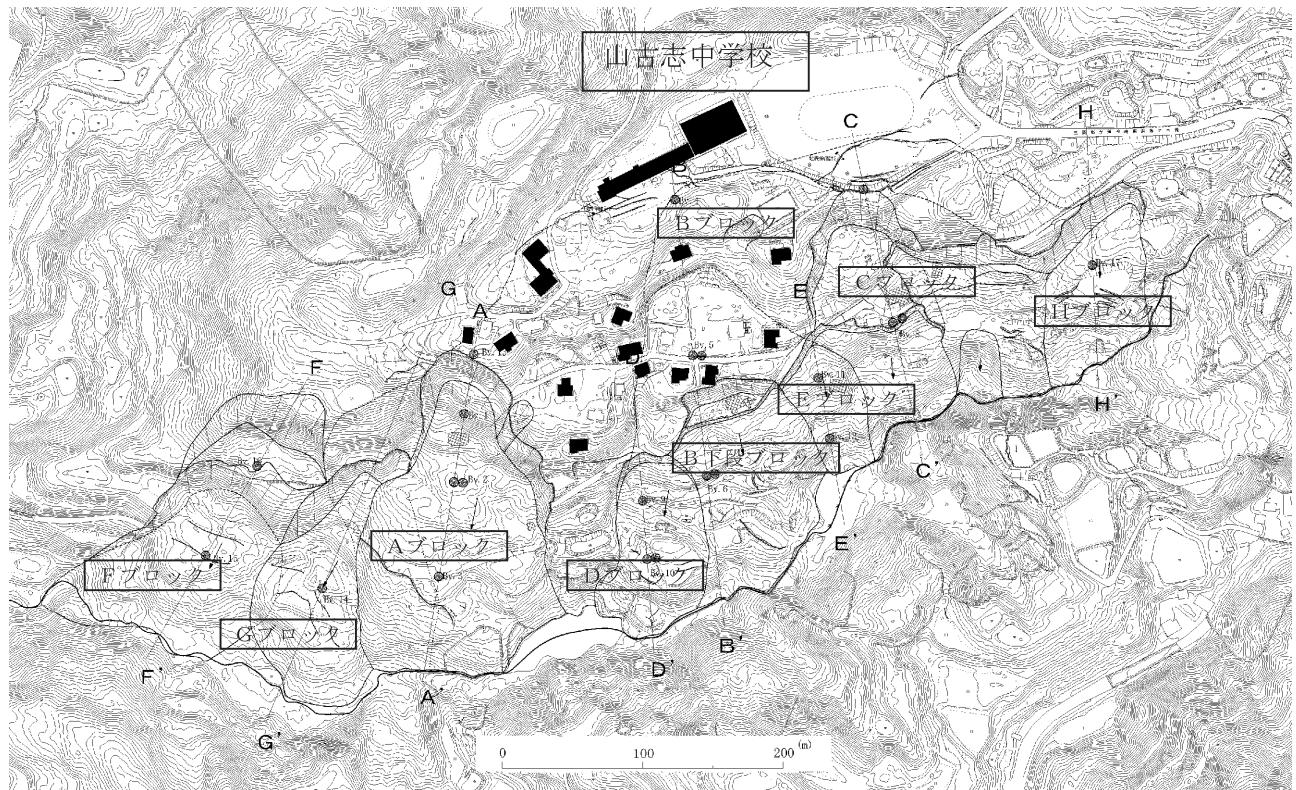


図-1 油夫川地すべり地すべり状況平面図



写真-1 A ブロック頭部滑落崖



写真-2 B 下段ブロック内の被災家屋



写真-3 地すべりで大きく変形した土留工



写真-4 移動土塊で閉塞した油夫沢川

### 3. 調査結果

調査としては、各ブロック中央に主測線を設定し、その測線上で、17箇所（延べ22孔）の調査ボーリングを実施した。

その結果、地すべりの地質構成は、上位から、表土～岩片混じりシルト

強風化泥岩～風化泥岩（一部砂岩挟在）

泥岩（一部砂岩挟在）

に区分され、概ね、地表から 10～15m 付近まで風化を受けていることが判明した。当地は新第三紀鮮新世～中新世の荒谷層の分布域で泥岩を主体とし、地層傾斜と斜面の傾斜方向がほぼ一致し、斜面は流れ盤型斜面となっている。当地の分布する泥岩は未風化の状態では亀裂少なく硬質で安定した岩相を呈するが、風化部は亀裂が多く細片状となり、粘土化軟質化が進んだ状態となる。

すべり面は、風化層中に挟在する強破碎部や強軟質化部分がすべり面の候補となる箇所であると考えられ、すべり面の判定では、

- ・ 流れ盤型地すべりであること
- ・ 頭部は滑落崖や段差地形が形成されていること
- ・ 末端部は油夫川に押し出していることをふまえ、地層傾斜に沿った直線的なすべり面形状を有すると想定した中で、安全側を考慮し、上記の強破碎部や軟質部分から、風化部と新鮮部の

境界となるような最深部分をすべり面として判定した。代表断面として、B ブロック地質断面図を掲載する（図-2）。

### 4. 発生機構

#### 《素因》

- ・ 古い地すべり地形を呈する斜面で、活動履歴を有する斜面であると考えられること。
- ・ 流れ盤型斜面であること。
- ・ 地下水を豊富に賦存すること。

#### 《誘因》

- ・ 台風による異常降雨があったこと
- ・ 新潟県中越地震による地震動の作用

### 5. 地すべり復旧対策工

地すべり対策工の目的は、

- ・ 移動体の安定
- ・ 滑落崖対策

の2点として計画立案した（図-3）。基本的な考え方は、以下の通りである。

移動体の安定は、地下水排除工、頭部排土工、末端押え盛土工の組み合わせを第一に考える。

地下水排除工は、横ボーリング工を主体とするが、地下水がすべり面付近以下に賦存することが多く、深度が深いため、横ボーリング工で届かない場合は集水井工を計画する。頭部排土工は、最

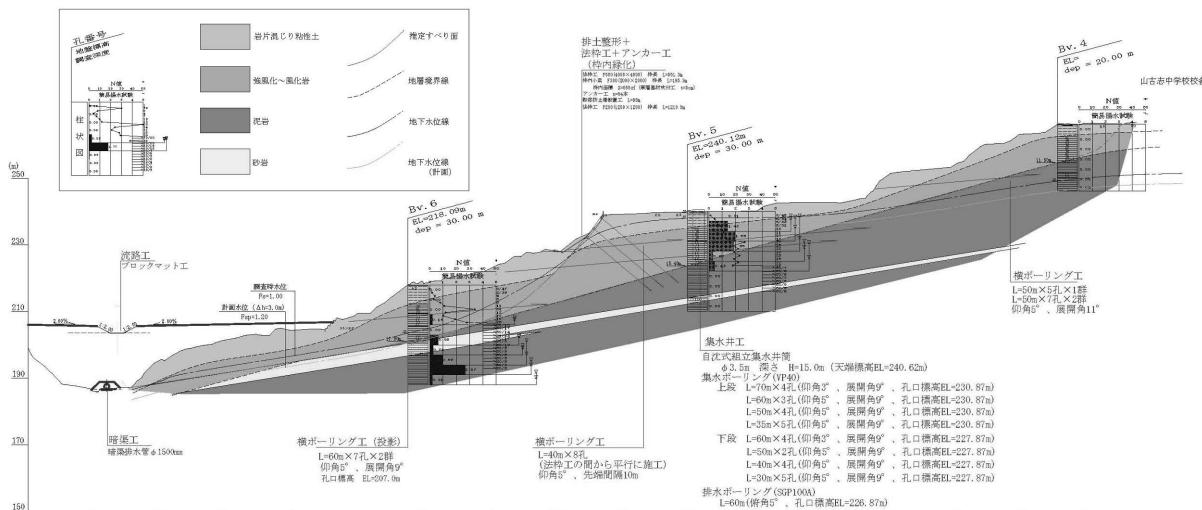


図-2 B ブロック地質推定断面図（復旧対策併記）

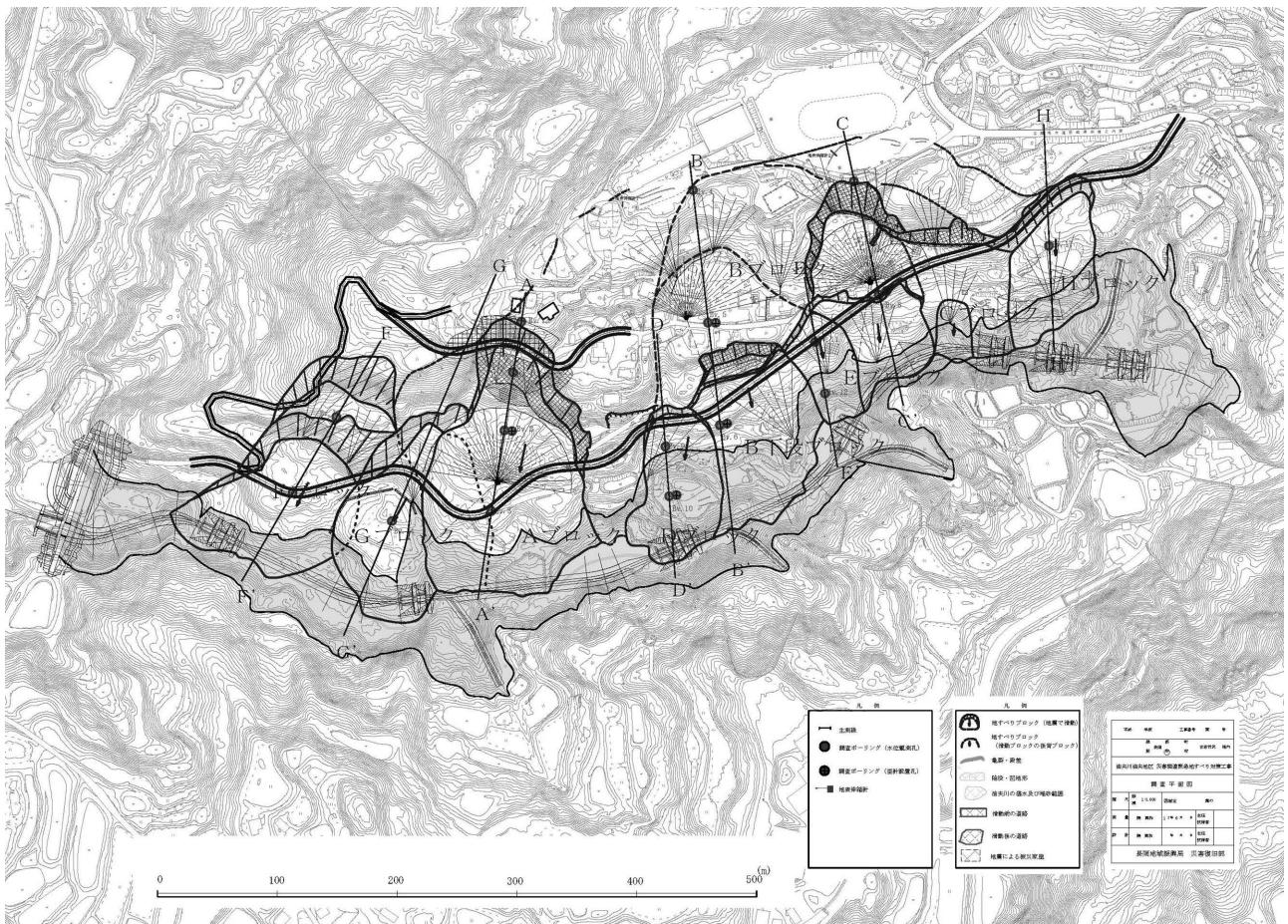


図-3 油夫川地すべり復旧対策平面図

も滑落崖の形成が顕著なAブロックにおいて、滑落崖対策と組み合わせて実施する。基本的には、宅地に影響を及ぼさない範囲で排土整形を行い、滑動力を低減させて地すべりの安定化を図る。

押え盛土は、油夫沢川の砂防設備災害復旧で施工される床固工と谷の埋立て盛土が、地すべりに対して押え盛土として機能する効果を期待する。当地のように、末端部が沢形状を呈し、谷を埋める形で盛土が可能な場合、押え盛土は地すべり末端部の抵抗体として効果的に機能する。

滑落崖対策は、滑落崖背後に人家や道路等の保全対象が存在する場合、滑落崖が後退することによりそれらに被害を及ぼすおそれがあるような箇所において計画する。基本的に安定勾配での切土が可能な場合は、安定勾配切土を行った上で、浸食防止として法枠工+種子吹付工または厚層基材

吹付工を計画する。安定勾配での切土が不可能な場合は、アンカー工を併用する。

主な対策工種と数量は以下の通りである。

- ・ 移動体対策

地下水排除工

横ボーリング工	延べ 23 群
集水井工	延べ 3 基
水路工・開暗渠工	延べ 426m
頭部排土工	2 力所
末端押え盛土工	油夫沢川に面した全ブロック

- ・ 滑落崖対策

斜面整形工+植生工	3 力所
法枠工+アンカー工	2 力所
法枠工	2 力所

-以 上-

# 三石川地すべりの被災状況と復旧対策

The landslide suffering situation and restoration works of the sangokugawa landslide area

池田伸俊（株式会社 興和）

Nobutoshi IKEDA (Co. Kowa)

キーワード：新潟県中越地震、地すべり被災状況、  
地すべり機構、地すべり復旧対策工

Keywords: Niigata Prefecture Chuetsu Earthquake, The landslide suffering situation,  
Landslide mechanism, Landslide restoration works

## 1. はじめに

平成 16 年 10 月 23 日 17:56、新潟県中越地方を震源とする M6.8 の新潟県中越地震が発生した。この地震の特徴は、本震後、40 分弱の短時間で震度 6 を超える強い余震が 2 回発生したことである。本震および 2 回の強い余震では、中越地方の中山間地が強震域であったため、旧山古志村を中心として多数の崩壊や地すべり等の土砂災害が発生した。今回紹介する三石川地すべり地は、このような土砂災害発生箇所の一つである。地震発生後、災害関連緊急地すべり対策事業が採択され、地質調査に基づく地すべり対策工事計画を立案し、平成 17 年度以降、順次地すべり復旧対策工事が施工され、現在は工事を完了し、地すべりは安定化が図られた。

ここでは、

- ・ 地震後の地すべり被災状況
- ・ 調査結果と発生機構
- ・ 地すべり復旧対策工

について、その概要を紹介する。

## 2. 地震後の地すべり被災状況

三石川地すべりの位置する三石川の源流部は、標高約 450～500m の尾根を頂部として、平面形状は全体で一つの馬蹄形をなす斜面である。震災前の地形図を見ると、斜面のほぼ中央部を三石川が流下し、右岸斜面、左岸斜面とも棚田状の水田や養鯉池として利用されていた。また、周辺の地形を概観すると、北～南に伸びる東山丘陵の南部

で三ツ峰山の南東部に位置し、この三ツ峰山から南東方向にほぼ平行に伸びる 2 筋の谷地形と尾根地形が形成されている。この 2 筋の谷地形は、酷似した形状を呈し、北側が滝之林川、南側が三石川となっている。この内、滝之林川源流域では昭和 55 年 4 月 9 日に大規模な地すべり災害（通称：虫亀地すべり）が発生している。

三石川地すべりは、馬蹄形を呈する源流域内の斜面で、A～E の 5 ブロックで、地すべりが発生したものである。この内、最も大きく活動したのは B ブロックで、滑落崖の規模から推定される水平移動量は、約 50m である。また、三石川左岸の E ブロックは崩壊性地すべりで、移動土塊は原形をとどめずに流動化し、三石川を約 500m 流下して県道河川横断部では、県道を土砂が埋塞した。

地震後の調査平面図および被災状況写真を次ページ以降に掲載する。また、三石川地すべりの主な被災状況は以下の通りである。

被災状況	地すべりの規模
	幅 約 60～120m
	長さ 約 150～350m
	推定移動土塊量 延べ約 70 万 m <sup>3</sup>
	ブロック区分 A～E ブロック
	被災道路延長 県道 10m (土砂埋塞)
	農道 370m
	河川延長 三石川 500m
	水田、畑、養鯉池 多数

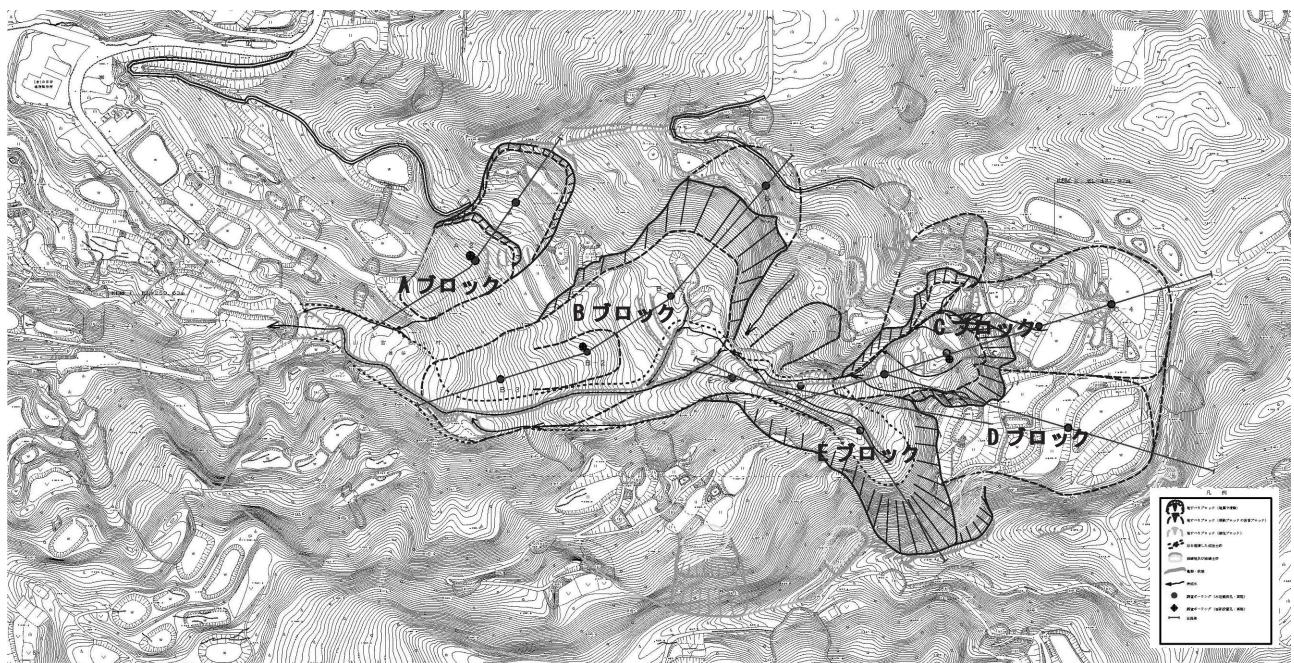


図-1 三石川地すべり地すべり状況平面図



写真-1 三石川地すべり被災直後空中写真（平成 16 年 10 月 28 日撮影）



写真-2 大きく活動した B ブロック



写真-3 流動化した移動土塊

### 3. 調査結果

地すべり調査としては、各ブロック中央に主測線を設定し、その測線上で、12箇所（延べ15孔）の調査ボーリングを実施した（他に土留工の基礎地盤確認調査2孔実施）。

その結果、地すべりの地質構成は、上位から、

表土～岩片混じりシルト

強風化泥岩～風化泥岩（一部凝灰岩挟在）

泥岩（一部砂岩挟在）

に区分され、概ね、地表から10～20m付近まで風化を受けており、風化部の深さはブロックによって変化が大きくなっていることが判明した。当地は新第三紀鮮新世～中新世の荒谷層の分布域で泥岩を主体とし、右岸側は地層傾斜と斜面の傾斜方向がほぼ一致する流れ盤型斜面で、左岸側は受け盤型斜面となっている。当地的分布する泥岩は未風化の状態では亀裂少なく硬質で安定した岩相を呈するが、風化部は亀裂が多く細片状となり、粘土化軟質化が進んだ状態となる。

すべり面は、風化層中に挟在する強破碎部や強軟質化部分がすべり面の候補となる箇所であると考えられ、

- ・ 流れ盤型地すべりであること（A～Cブロック）
- ・ 頭部は滑落崖や段差地形が形成されていること

- ・ 末端部は三石川に押し出していることをふまえ、地層傾斜に沿った直線的なすべり面形状を有すると想定した上で、安全側を考慮し、上記の強破碎部や軟質部分から、風化部と新鮮部の境界となるような最深部分をすべり面として判定した。代表断面として、Bブロック地質断面図を掲載する（図-2）。

### 4. 発生機構

#### 《素因》

- ・ 古い地すべり地形を呈する斜面で、活動履歴を有する斜面であると考えられること。
- ・ A～Cブロックは、斜面の傾斜方向と地層傾斜方向が一致する上に、地表と平行に風化層や旧崩積土が分布するため、流れ盤型斜面となっていること。
- ・ 地下水を豊富に賦存すること。

#### 《誘因》

- ・ 台風による異常降雨があったこと
- ・ 新潟県中越地震による地震動の作用

### 5. 地すべり復旧対策工

地すべり対策工の目的は、

- ・ 移動体の安定
- ・ 滑落崖対策

の2点として計画立案した（図-3）。

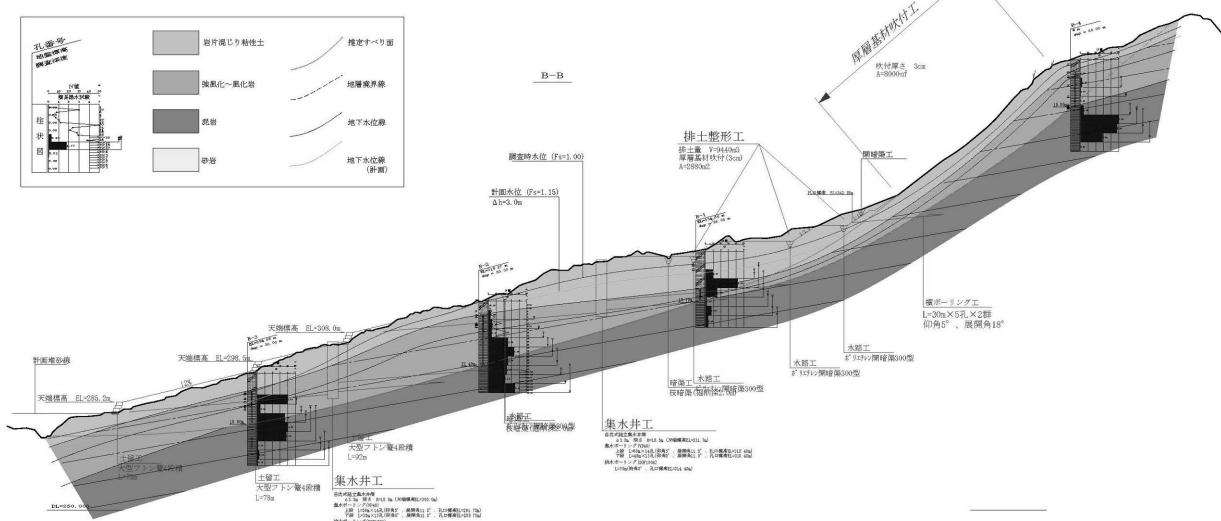
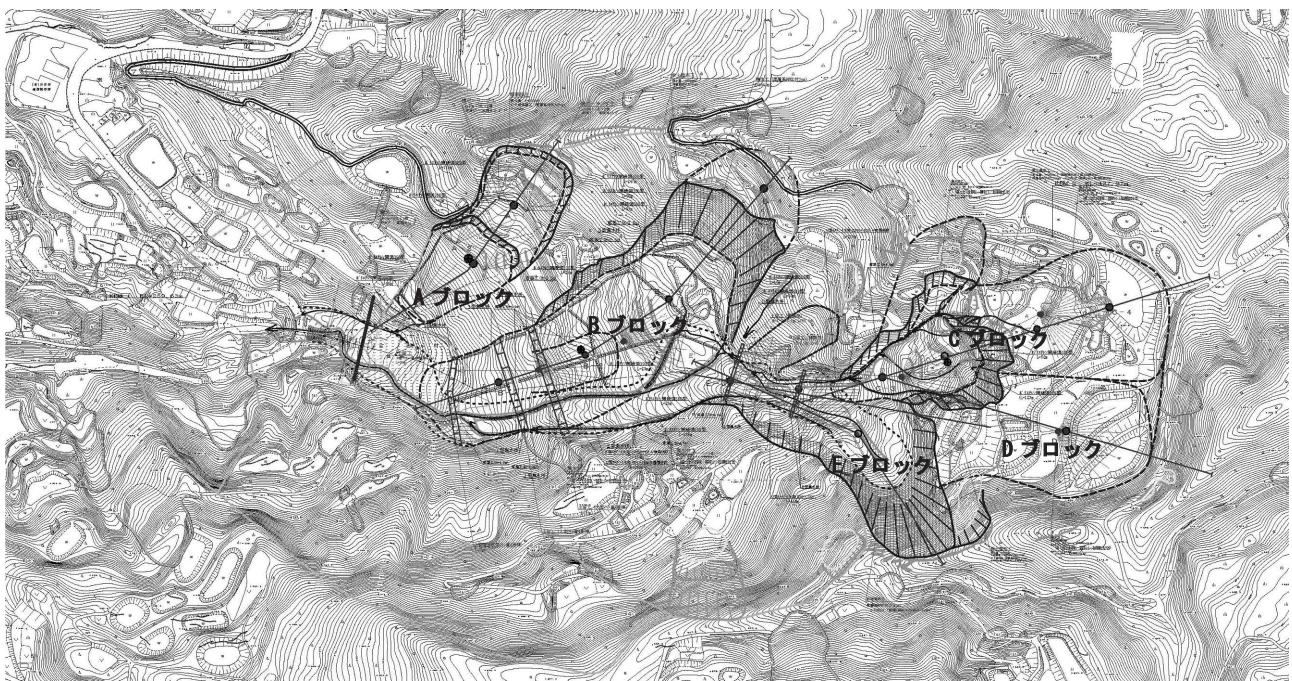


図-2 Bブロック地質推定断面図（復旧対策併記）



・ 滑落崖対策

- |         |      |
|---------|------|
| 斜面整形工   | 3 力所 |
| 植生基材吹付工 | 3 力所 |
- ・ 砂防対策
- |              |     |
|--------------|-----|
| 砂防ダム（鋼製セルダム） | 1 基 |
|--------------|-----|

この内、移動体対策については、地すべり本体の安定と、流動化して三石川を埋塞した移動土塊の安定の2点において立案した。地すべり本体は、地下水排除工や頭部排土工、土留工等によって安定化を図った。流動化して三石川を埋塞した移動土塊は、表流水による下刻が活発で土砂の再移動による地すべりの不安定化が懸念されたため、水路工と土留工を被災後の地形条件に合わせる形で配置するとともに、地すべりブロックより下流については、三石川に砂防対策として砂防ダム（鋼製セルダム）を配置し、土砂流出防止を図った。

一方、滑落崖対策としては、斜面整形工や頭部排土工により表層の不安定土塊を除去した後、植生基材吹付工によって復旧を図るものとした。

主な対策工種と数量は以下の通りである。

・ 移動体対策

地下水排除工

- |          |           |
|----------|-----------|
| 横ボーリング工  | 延べ 17 群   |
| 集水井工     | 延べ 5 基    |
| 水路工・開暗渠工 | 延べ 1,830m |
| 頭部排土工    | 2 力所      |
| 土留工      | 6 基       |



写真－4 工事完了後の状況

－以 上－

# 東竹沢地すべりの移動機構とその対策

Mechanism and counter measure of Higashi-takezawa landslide at Yamakoshi, Niigata, North-east Japan

田中靖政\*, 古谷 元, 大河原 彰 (日本工営株式会社)

Yasumasa TANAKA, Gen FURUYA, Akira OKAWARA (Nippon Koei co., Ltd.)

キーワード：新第三紀層，河道閉塞，新潟県中越地震

Keywords: Neogene, Landslide dam, Mid Niigata prefecture earthquake

## 1. はじめに

2004年10月23日に新潟県中越地方でマグニチュード6.8の内陸直下型地震（以後中越地震と称す）が発生した。この地震では、中山間地域、特に全国有数の地すべり多発地域の直近で強い内陸型地震が発生したことにより、中山間地に甚大な斜面災害が引き起こされた。特に旧山古志村芋川流域では多数の地すべりダムが形成されたため、二次災害の防止のための緊急対応が急務になった。本報告では、数多くの斜面災害発生箇所のうち、旧山古志村東竹沢に位置する東竹沢地すべり（図1および2）における事例について取り上げた。

## 2. 中越地震および地すべり災害の概要

中越地震では、川口町で観測史上最大の震度7が記録され、その後のマグニチュード6.0さらに6.5の余震により観測史上最大加速度2,515galが記録

された。気象庁の平成16年10月地震・火山月報によると当該地近傍の旧山古志村竹沢（震央より4.3km）では、本震時に震度6強、合成最大加速度1,131.9galが記録された。

国土交通省の調査によると中越地震による斜面崩壊等の発生箇所は約3,800箇所、推定崩壊土砂量は総計約1億立方メートルと報告された。従来の認識において地震時には急傾斜の尾根部や凸型斜面で斜面崩壊が多発し、比較的緩い斜面における再滑動型地すべりはあまり発生しないとされてきた。しかしながら、この地震では旧山古志村を中心として未曾有の地すべりが発生する結果となつた。

中越地震による地すべりや斜面崩壊の規模は大小様々であり、形態も多様であるが、主要な現象

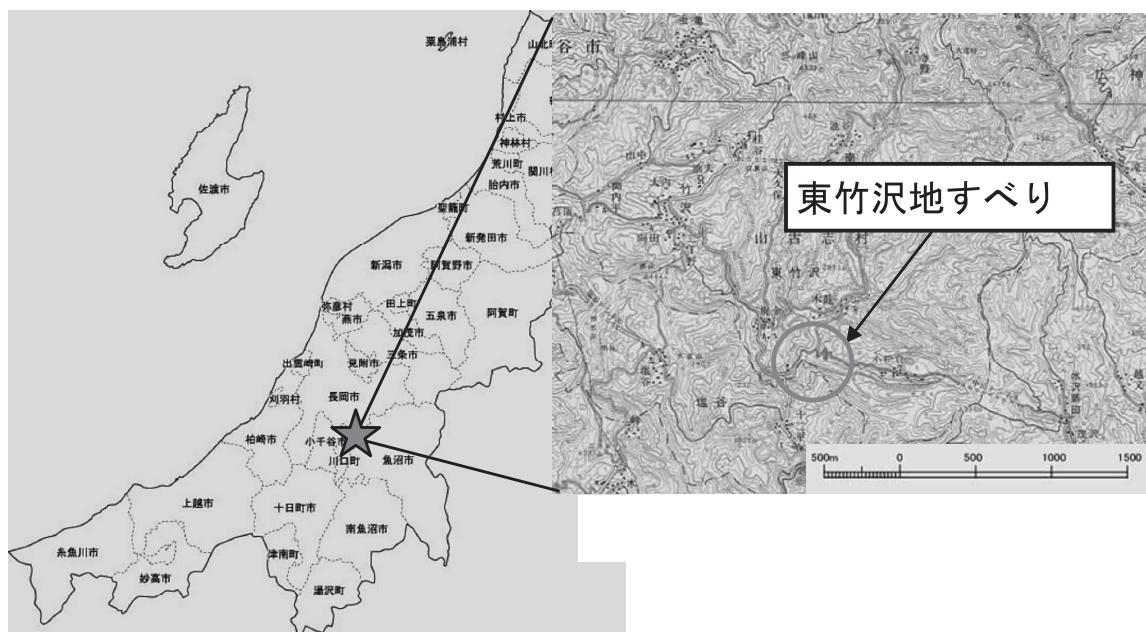


図1 東竹沢地すべりの位置

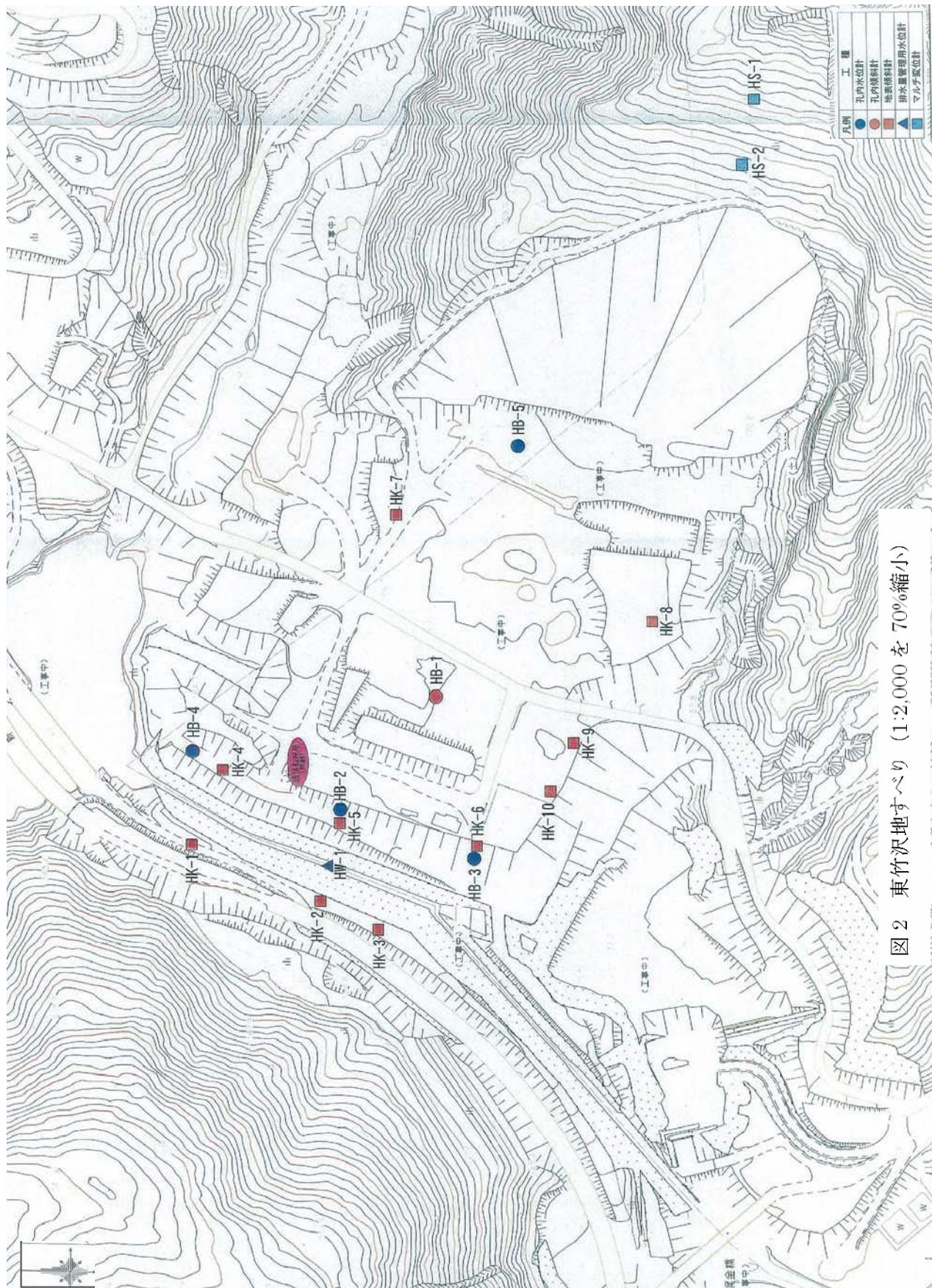


図2 東竹沢地すべり (1:2,000を70%縮小)

は大別して以下のように要約される。

- ①標高の高い、尾根付近の急斜面における崩壊、
  - ②河川沿いの溪岸崩壊、
  - ③中間の比較的緩い斜面における地すべり、
  - ④地すべりダムによる河道閉塞、
- 東竹沢地すべりは主として③と④に該当する。

これまでの報告（例えば丸井 2008）によると、東竹沢地区をはじめとした旧山古志村の斜面崩壊・地すべりの多発地域は、北北東-南南西方向に連なる、標高 400~700m の東山丘陵に位置する。同丘陵は主として新第三紀鮮新世～第四紀更新世の地層からなり、岩質は砂岩、泥岩、砂岩泥岩互層を主体とする。この地域は活褶曲が卓越する地域であり、地質構造は北北東-南南西方向に並行する幾つかの背斜軸と向斜軸に規定され、地層は大局的には同方向の走向を有している。そのなかで斜面崩壊・地すべりの発生は、砂岩あるいは砂質シルト岩地域の旧地すべり地形部に多い。当該地域周辺部では、泥岩地域でも旧地すべり地形が数多く存在しているが、中越地震による斜面崩壊・地すべりの発生が少ない。このことは、中越地震による斜面崩壊・地すべり発生の特徴といえる。

### 3. 東竹沢地すべりの移動機構

中越地震時において地震に起因した斜面崩壊や地すべりの崩落土砂による河道閉塞は、50 箇所以上発生した。芋川本川で規模の大きい河道閉塞は5 箇所有り、東竹沢地すべり（写真 1）はそのうちのひとつに挙げられる。

東竹沢地すべりは、中越地震時に芋川流域で発生したほとんどの地すべりと同様に、かつて地すべりが生じた箇所で再度発生した（再滑動地すべり）。防災科研によると、中越地震の前にすでに地すべり地形として認定されていた（図 3）。

東竹沢地区において中越地震時に芋川を閉塞した地すべり土塊の規模は、延長約 350m、幅約 300m、移動土量は約 130 万  $m^3$  と推定されている。地質は砂質泥岩および砂質泥岩と細粒砂岩の互層から構成されている。地層の走向、傾斜は N6° E, 17~22° W である。地すべりは傾斜方向に移動する「流れ盤地すべり」の形態を示しており、頭部で約 70m の移動量が見られる（写真 2）。東竹沢地区で今回滑動した地すべりの背後には明瞭な地すべり地形が



写真 1 中越地震直後の東竹沢地すべりと河道閉塞状況（丸井撮影）

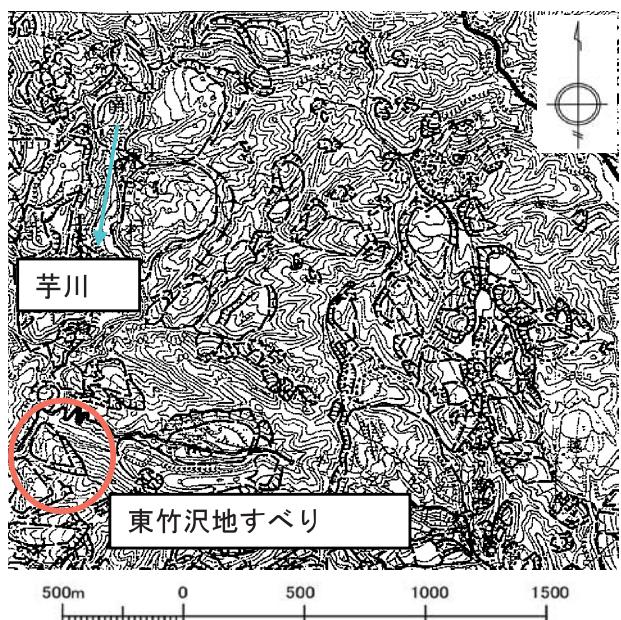


図 3 防災科研による地すべり地形判読  
(地すべり地形分類図 小千谷, 防災科学技術研究所に加筆)



写真 2 中越地震直後の東竹沢地すべり頂部状況（丸井撮影）

認められ、旧い地すべり移動体の一部が今回分離して再滑動したものと考えられる。今回の移動土塊の形状を見ると、頭部では比高 25m、傾斜約 25° の滑落崖が形成され、その延長は約 100m に亘っている。中央部では、地すべり崩土の厚い堆積が見られる。一方、末端部では上流側には地すべり崩土の押し出しによる圧縮亀裂が生じており、下流側は沢に規定されている。芋川の旧河道は国道 291 号線にほぼ並行していたが、地すべり土塊の末端部は旧河道を閉塞し、国道付近まで土砂が盛り上がり、地塊状に堆積している（写真 3）。地すべりの末端部はこの盛り上がり地塊の山側斜面付近までの範囲であると推定される。

東竹沢地すべりにおいては、河道閉塞による影響が重大となった。すなわち地すべり地の上流側に位置する木籠地区が水没し（写真 4）、家屋の移

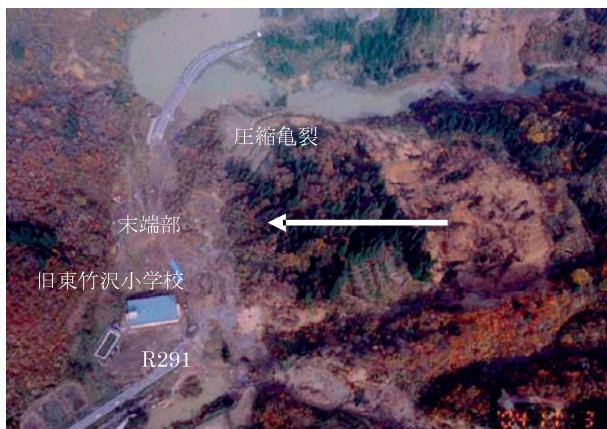


写真 3 東竹沢地すべり平面写真  
(丸井撮影)



写真 4 河道閉塞による木籠地区の水没状況  
(丸井撮影)

転が余儀なくされた。

地すべり地内では、写真 5 および写真 6 に示すように主滑落崖で明瞭なすべり面が観察された。東竹沢地すべりでは、青灰色の砂質シルト岩の上面をすべり面として褐色の砂質土塊部分が今回の地震によって大規模に滑落移動したと考えられた。

丸井ほか（私信）によると、すべり面付近の土試料に対してリングせん断試験を実施した結果、残留強度は 18~22° の範囲であった。この値は、一般的な新第三紀層の地すべりにおけるすべり面の残留強度に比べてかなり高い。東竹沢地すべりにおいては、砂質土のせん断強度を反映した特徴を有している。

東竹沢地すべりの発生機構は、誘因として中越地震時の強震動が挙げられるが、素因として古い地すべり地形の末端部に芋川が流れていることより、侵食による末端部の強度低下と地震前の降雨（台風）によるもとの推察されている。



写真 5 主滑落崖で観察されたすべり面  
(丸井撮影)



写真 6 すべり面（拡大）

#### 4. 東竹沢地すべりのおける対策

東竹沢地すべりでは、河道閉塞箇所の背後に大規模な貯水池が形成されたが、水深に対して地すべりダム堤体の規模がかなり大きいため、地すべりダムが水圧により一挙に決壊する危険性は小さいと判断された。また、地すべり移動土塊による閉塞区間の長さは約300mであり、貯水池の水圧の作用する堤体比高28mの10倍近い値を示していることから、パイピングの発生による破壊の可能性も小さいと判断された。一方、地すべりダム決壊防止の観点から、貯水池の水位上昇による越流を防止することが不可欠であった。全体として必要な対策は緊急対策、応急対策、恒久対策の3段階に位置づけられた。まず、緊急対策として、越流防止のために、河道閉塞箇所に緊急排水路を開削し、上流側にポンプを設置して排水し、貯水池の水位の低下が計られた。同時に、地すべり土塊中の標高の低い部分に大型土嚢による土堤が築堤された。しかしながら、ポンプによる排水のみではポンプ機能の維持管理上の問題が発生した他、緊急排水路末端部で異常侵食が進行する事態が生じた。そこで、緊急排水路末端部が地すべり土塊の範囲外のより侵食されにくい領域に移設された。さらに、予備的措置として、地すべり土塊末端部背後の凹地部に埋設管路による代替水路が施工された（写真7）。次に、応急対策として春先の融雪による出水にも対応できる十分な通水断面を有する仮排水路開削が実施された（写真8）。

恒久対策としては芋川の計画流量を長期に亘って安全に流下させるための本格的な水路の設置が必要となる。仮排水路の掘削に際しては、地すべり土塊末端部を相当量掘削するため、地すべり土塊の安定性を低下させないために頭部で排土工が施工された（写真9）。



写真7 埋設管路による代替排水路  
(丸井撮影)



写真8 仮排水路施工状況  
(丸井撮影)



写真9 東竹沢地すべり頭部排土工  
(丸井撮影)

#### 5. 2005年の豪雪と中越沖地震の影響

中越地震後の2004年末から本格的な降雪が始まり、2005年の冬は19年振りの豪雪となり、旧山古志村は3mの積雪下におかれた。特に、地震動による住宅の被害が大きかった地域では、既に損傷を受けた住宅が積雪荷重のため倒壊するケースが多く見られた。斜面の安定性に関しては、急激な融雪による地すべりや斜面崩壊の拡大あるいは新規の発生が懸念された。写真10は融雪初期における東竹沢地すべりの全景である。地すべり土塊上部では排土工が施工されたが、上端部には背後からの崩落に備えるために約5mの土留工が施工された。この時期においては全く異常が見られない。その後4月22日に同地すべり地主滑落崖において約3万m<sup>3</sup>規模の融雪が誘因になった崩壊が発生した（写真11）。しかしながら、崩落土砂の大半は前述の土留工の範囲内に留まっており、安全率上も地すべり本体の安定性には何ら問題が無い状況であった。

2007年7月に柏崎市沖を震源とする中越沖地震が発生した。この地震により柏崎市周辺で斜面崩壊が発生し、道路や鉄道への被害が生じた。東竹



写真 10 2005 年 3 月の東竹沢地すべり  
(丸井撮影)



写真 11 主滑落崖の融雪崩壊 (2005 年 4 月 22 日発生) (丸井撮影)

沢地すべりにおいては、中越沖地震による土砂災害の影響が懸念されたが、幸いにもこの影響は無かった。

## 6. 現状とおわりに

写真 12 は中越地震発生より 2 年半経過した東竹沢地すべりの状況である。地すべり土塊や滑落崖の対策は概成し、国道 291 号線の付け替えも完了した。また現時点においては地すべりの再滑動も確認されていない。2007 年には水没した木籠地区の民家の移転も始まり本格的な復興が進み出した。

2005 年および 2008 年にパキスタン北部、中国四川省、および宮城・岩手県境で大規模な内陸地震が発生した。これらの地震においては、調査および対応に中越地震の経験が生かされたケースもある。我国は言わずとした地震大国である。プレート型地震のみならず今後も内陸直下型地震の発生は避けられないと思われる。東竹沢地すべりをはじめとした中越地震で被った斜面災害とその対策の経験が風化されないことを望む。



写真 12 震災発生の 2 年半後の東竹沢地すべり (丸井撮影)

## 謝辞

本報告では、新潟大学災害復興科学センターの丸井秀明教授より、震災直後から対策工に至るまでの貴重なお話と資料の御便宜をいただいた。紙面を借りて御礼を申し上げる。

## 参考文献

- 防災科学技術研究所 (2004) : 山古志村周辺地すべり地形分布図.
- 丸井英明 (2008) : 地震に起因する地すべりとその対応における問題点、地すべり防止工事士講習会資料、19p.
- 小林巖雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫 (1991) : 長岡地域の地質、地域地質研究報告 (5 万分の 1 地質図幅), 地質調査所.
- 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤禎一 (1986) : 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.

# 濁沢地すべりの発生機構と対策について

Occurrence mechanism of landslides and construction for Nigorisawa landslide

大曾根啓介（応用地質株式会社）

Keisuke OHZONE (OYO Co., Ltd)

キーワード：地すべり、地震、動態観測

keywords : landslide, earthquake, movement observation

## 1.はじめに

濁沢地すべりは、JR長岡駅の南南東約9km地点の太田川の右岸となる長岡市濁沢地区で発生した（図-1参照）。

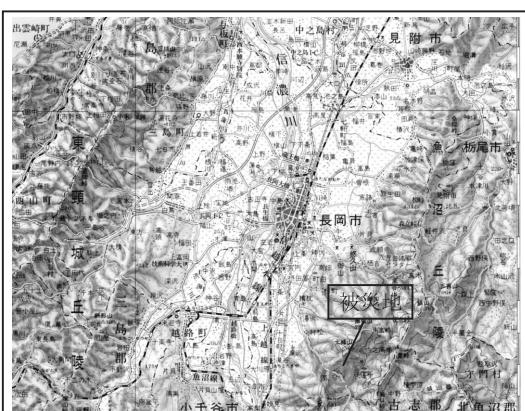


図-1 調査位置

1:20万「長岡」使用

地すべりにより、死者2名、住宅全壊2戸、道路被害70m（主要地方道柏崎・高浜・堀之内線への土砂堆積）、河川被害70m（一級河川太田川への土砂流入・河道一部閉塞）、その他農地等に甚大な被害が発生した（写真-1参照）。

本文では地すべりの発生機構と対策工、ならびに対策期間中の動態観測結果について報告する。

## 2.濁沢地すべりの概要

濁沢地すべりは、太田川沿いの沖積低地、段丘平坦面に面した山腹斜面末端部で発生した。全体の長さが400m、最大幅150mの規模であるが、変状の特徴から、大きな被害をもたらした「災害ブロック」とそれにつづく「背後ブロック」に分けることができる。災害ブロックは、滑落崖と側方崖に囲まれた凹地状の馬蹄形地形を呈しており、背後ブロックは変状箇所を取り囲むように存在する段差地形、開口クラックにより区分できる。

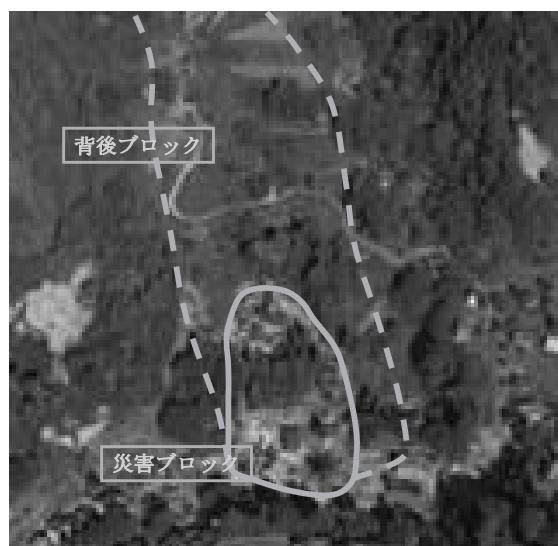


写真-2 被災地空中写真（H16.11撮影）



写真-1 被災後状況写真（H16.11撮影）

### 3. 地質概要

周辺の地質は、下位から順に新第三紀の荒谷層、川口層、牛ヶ首層及び栖吉層とこれらを被覆する未固結の堆積物からなる。

このうち地すべりに分布する基盤岩は新第三紀鮮新世牛ヶ首層である。被害をもたらした災害ブロックの移動体は、崩積土と牛ヶ首層起源の風化泥岩の混在層である。

牛ヶ首層は塊状泥岩であるため地質構造を把握することが容易でない。しかし、砂岩層をうすく挟在すること、東山背斜の西側にあたることから、地区の全般的な走向・傾斜は北北東-南南西 ( $N3^\circ \sim 38^\circ E$ ) の走向、傾斜は西側へ約 30~40 度程度を有している。この走向・傾斜から地すべり主測線方向では緩い流れ盤構造となる。

図-2 に地すべり平面図を図-3 に調査地断面図を示す。

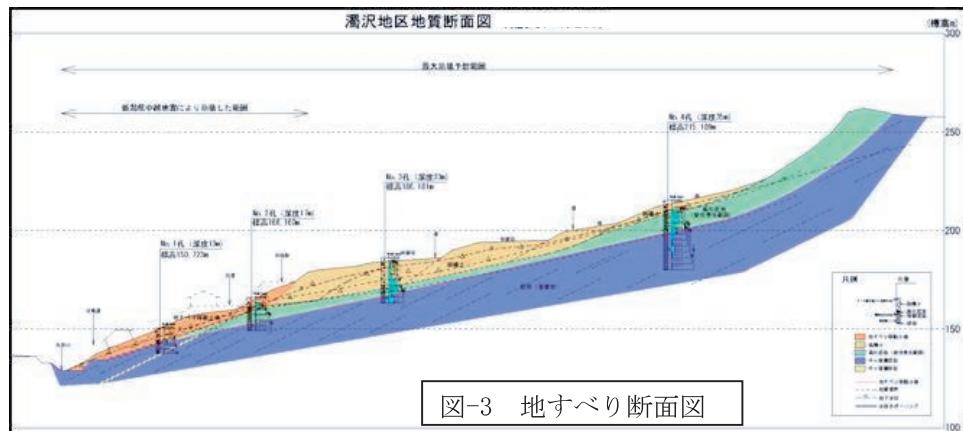
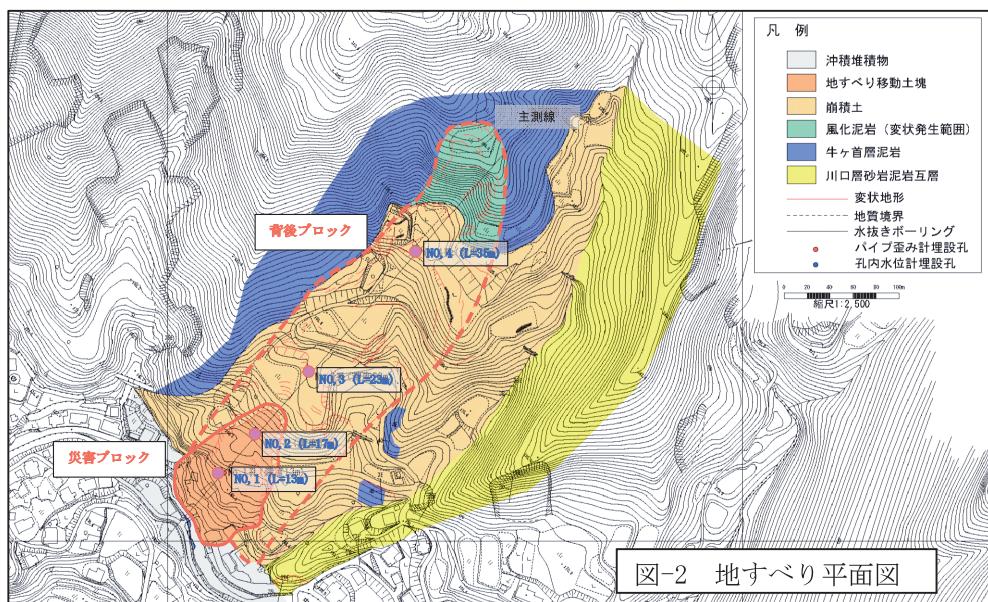
### 4. 調査結果

地すべり機構解析及び地すべり防止施設検討のための基礎資料を得ることを目的としてボーリング調査を各ブロックにおいて 2 孔づつ実施した。

地すべりは、下位より新鮮な塊状泥岩、風化泥岩、地すべり移動土塊より構成されている。新鮮な泥岩は、暗灰色泥岩で、ナイフで削れる程度の硬さをもつ。風化泥岩は、灰色を呈し、指圧により容易に変形する。地すべり移動土塊は、風化泥岩礫を含む粘土よりなる。

地下水位は、地すべり地内に湧水が多く見られることからも高く、簡易揚水試験では崩積土中から推定すべり面にかけて地下水賦存量が多い。

ボーリング掘進後にパイプ歪み計を設置したが地震後、融雪期を経て、観測期間中に明瞭な地すべり地中変位を確認することができなかった。このため、すべり面はコア観察結果、掘進時の地下水変化、地すべり平面形状から判定した。



## 5. 地すべり発生機構

災害ブロック～背後ブロックの斜面は地表水を集めやすい集水地形である。地震発生時には、地すべり深部で「濁沢トンネル」が施工途中であった。このトンネルの減渇水モニタリング孔としてBV14-1孔（深度15m）の観測を実施していたがこの観測結果によると、過去の水位変動から秋～積雪前期にかけて約1ヶ月程地下水位が上昇する傾向をもつ水位上昇が、地震発生を含み2ヶ月間にわたって地下水が高い状態にあった。さらに、中越地震発生前の10月20日に竹之高地地区において86.5mm/日の降雨があったことを確認している。

このような状況から、地すべり発生機構は震度6弱の地震慣性力に加えて、間隙水圧がかなり上昇して作用したために発生したものと推察できる。

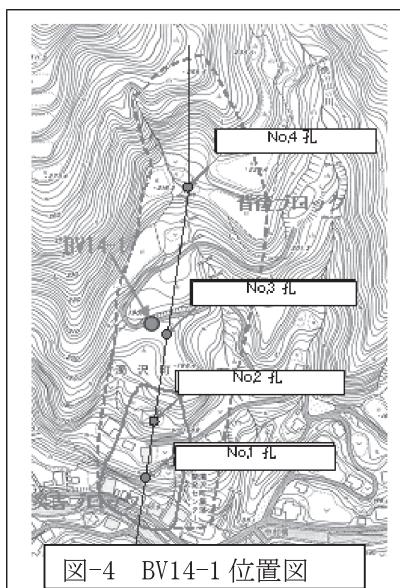


図-4 BV14-1 位置図

## 6. 地すべり対策工

地すべり発生直後に応急対策として、融雪期における不安定土塊の抑制ならびに太田川の河道閉塞を防止する目的で、地すべり上部での横ボーリング工施工と太田川護岸工（大型フトン籠工）を実施した。この対策により、融雪期～梅雨期を経ても地すべり活動の活発化にはいたらなかった。

恒久対策は、各地すべりブロック毎に以下の方針で設計検討を行った

### 1) 災害ブロック

#### ①横ボーリング工

- ・集水地形内部で地すべりが発生したこと。
- ・地すべり土塊内に地下水が浸透しやすく、すべり面付近に地下水が介在する。
- ・既往の地下水位モニタリングより豪雨・融雪時は地下水位が顕著に上昇する時期があること。

#### ②アンカー付鋼管杭工

アンカー付鋼管杭工は、地下水排除工のみで計画安全率を満足させることができないため適用した。

### 2) 背後ブロック

#### ①横ボーリング工、集水井工

背後ブロック内では高く豊富な地下水を有しており、災害ブロックへの地下水供給源となっている。この事由の他、横ボーリング工、集水井工は、「災害ブロック」と同様の理由により適用した。なお、集水井工は地すべりブロック地表面勾配が約10°と緩勾配であり、横ボーリング工が適用出来ないことから採用した。

図-6に対策工平面図、図-7に断面図を示す。

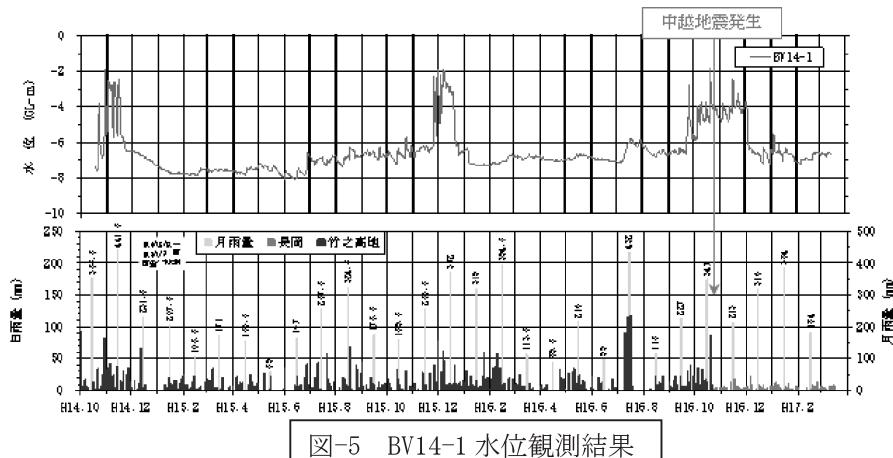
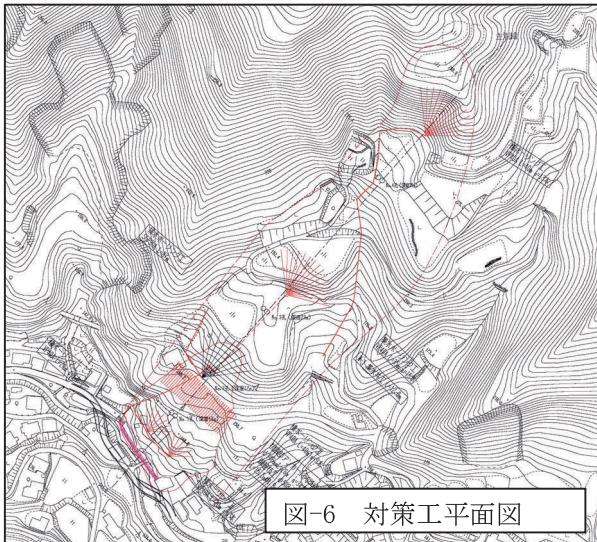


図-5 BV14-1 水位観測結果

## 7. 動態観測結果

対策工施工期間中の地すべり挙動を監視する目的で災害ブロック滑落崖における地表面伸縮計の自動観測を行った。

観測の結果、降雨や工事に伴う影響をうけて若干変形が進む傾向が見られたが、累積性のあるものでなかつたことから、地すべりの挙動はなかつたと判断できる。

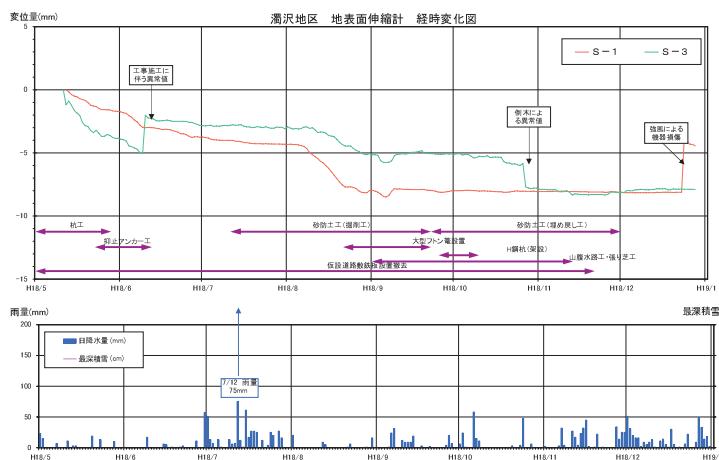
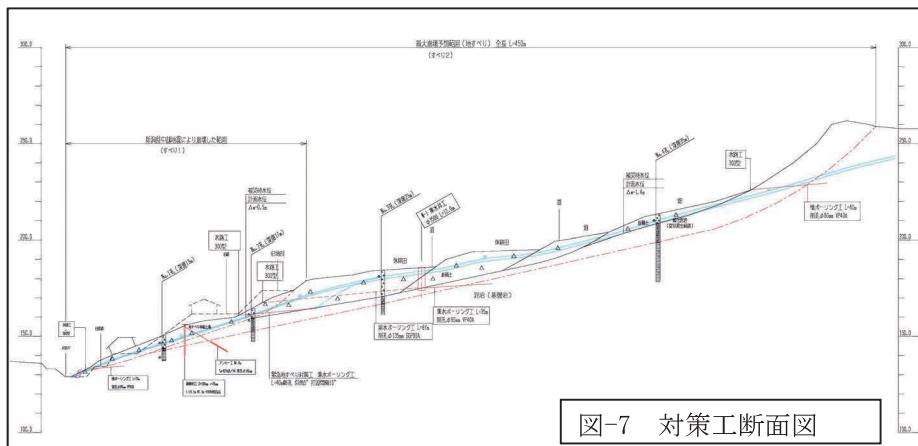


## 8. まとめ

地すべりは、幸いにも発生直後から明瞭な地中変位は現れず、対策工施工後においても安定を保っている。しかし、これは決して地すべりがすでに「安定」しているわけではなく、中越地震によつてもたらされた地すべり起動力が、通常の融雪・豪雨よりも強大であったために、通常の季節変動では動かなかつたと考えることもできる。

これまで地震により発生した地すべりの事例や対策の考え方に関する論文は少なく、明瞭な指標を得ることはできていない。しかし、地震後数年経過して豪雨により崩壊した地すべりの事例も報告されている。

今後も、濁沢地すべりに限らず、地震で活動した地すべりに関しては十分な監視が必要と考える。



## 米山町地すべりの被災状況と復旧対策

外山裕一 ((株) 興和) \*

Yuichi TOYAMA (KOWA Co.ltd)

キーワード：新潟県中越沖地震，地すべり，排土工，アンカー工，法枠工

## 1. 位 置

米山町地区は、新潟県柏崎市の市街地から 11 Km 程南西に行った位置にある集落である。集落の北西側には日本海が広がり、北東側は米山 (993 m) から伸びて日本海に至る尾根によって画されている。尾根の先端部は聖ヶ鼻と呼ばれる岬になっており、米山崎灯台が設置されている（図-1）。



図-1 米山町地区位置図

国土地理院発行 1/25000 地形図「柿崎」より引用

## 2. 地質の概要

米山町地区周辺の基盤は、後期中新世の堆積物である「聖ヶ鼻層」に相当する砂岩・礫岩および砂岩泥岩互層によって構成されている。また、米山崎灯台の載る凸地には同じく後期中新世の堆積物である「米山層」に相当する輝石安山岩溶岩および火山碎屑岩類が分布している(図-2)。現地では、すべりによって形成された頭部滑落崖あるいは側方崖で、部層の厚さ30~200cmの砂岩優勢な砂岩泥岩

互層が確認される。砂岩泥岩互層では、走向N20°～50°Wで西に65°～90°で傾斜する、卓越した亀裂系が認められる。一方、地質構造は、北北東に向かって20°前後で傾斜している。

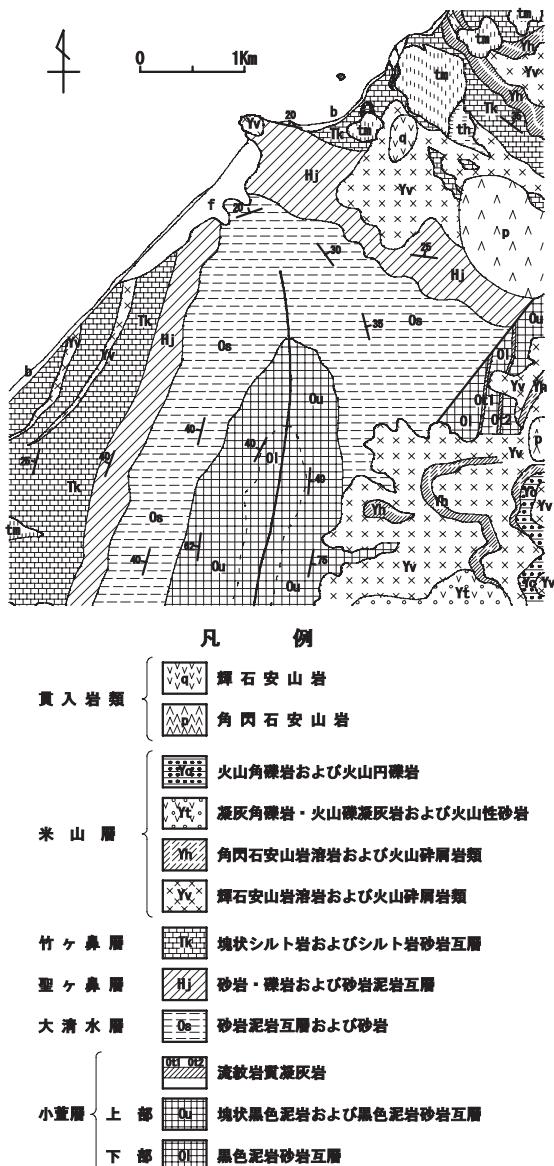


図-2 周辺地質図

地質調査所発行 1/50000 地質図「柿崎」 H8.12 版に基づいて作図

### 3. 被災状況

地すべりは、中越沖地震とほぼ同時に集落の北東側を画す尾根の斜面内で発生したものであり、現地踏査では、大小5つの地すべりブロックが確認された。

その中で、南西側斜面内の2つ（Aブロック、Bブロック）と北東側斜面内の2つ（Cブロック、Dブロック）の規模が大きく、特にA、Bの2つは、米山集落とJR北陸線への直接的な被害の発生する危険性が大きいと判断されるものであった。

A、B、CおよびDブロックの諸元は以下のとおりである。

#### ◎ 地すべりブロック諸元

Aブロック	巾 90m	長さ 120m
Bブロック	巾 100m	長さ 30m
Cブロック	巾 100m	長さ 120m
Dブロック	巾 100m	長さ 180m

なお、前項で述べた地質構造との関係でいえば、南西側斜面で発生したA、B 2つの地すべりブロックは受け盤斜面での地すべり、北東側斜面で発生したC、D 2つの地すべりブロックは流れ盤斜面での地すべりとなり、特にDブロックでは層理面と一致する平滑なすべり面が広く露出している。

地すべり発生直後の状況写真を写真-1～写真-5に示す。

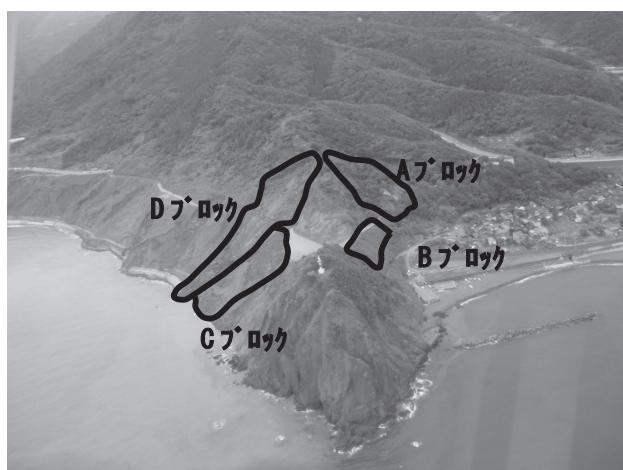


写真-1 被災状況全体写真

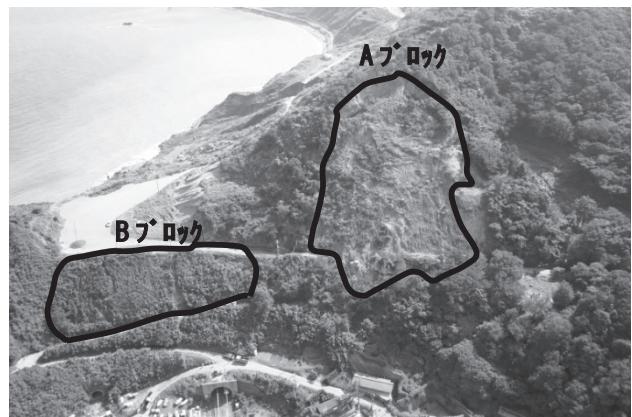


写真-2 A, Bブロック全景



写真-3 C, Dブロック全景



写真-4 Dブロックに露出するすべり面



写真-5 Dブロックに形成された側方崖

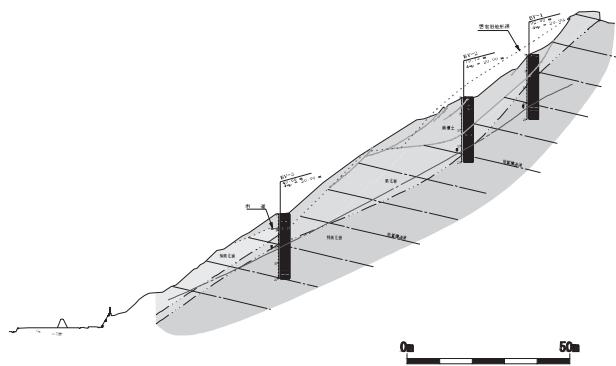


図-3 Aブロック推定地質断面図

#### 4. 地質調査結果

地質調査では、現地踏査と併せて、Aブロックで5孔、Bブロックで2孔、Dブロックで1孔の地質調査ボーリングが実施されている。

地質調査ボーリングで確認された地質等の概要は以下のとおりである。

##### ①. 地すべりの地質は、上位から

- ・岩塊および岩塊の間を充填する土砂（強風化泥岩）
- ・風化した泥岩および砂岩（風化泥岩・砂岩）
- ・風化度の低い泥岩および砂岩（弱風化泥岩・砂岩）

によって構成される。

##### ②. 上記3つの地質のうち、最上位にある強風化泥岩は著しく乱されたことが明らかな崩落土塊である。

##### ③. 2層目および3層目の風化～弱風化泥岩・砂岩は、亀裂の発達や酸化鉄汚染は認められるものの乱された様子のない不動層である。

##### ④. 地下水賦存は、Aブロックの末端部で実施した1孔（BV-3）の深度13m～20m間で4.80ℓ/分以上の揚水量が確認されたのみで、他では認められない。また、掘削後の地下水位もすべり面より深い位置に存在しており、地すべりの安定に影響を与える地下水は存在しない。

地質調査ボーリング結果に基づいて作成された推定地質断面図を図-3および図-4に示す。

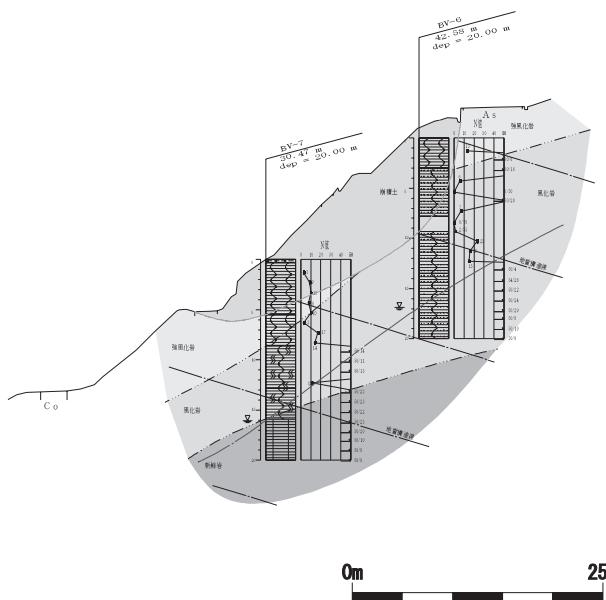


図-4 Bブロック推定地質断面図

#### 5. 復旧対策

Aブロックに対する対策工は、

- ①. 移動土砂量が50000m<sup>3</sup>程度と想定されること
- ②. 斜面にへばりつくような形で土砂が残っていることによって地区住民の心理的な不安が増長していること

を考慮して、排土工によって地すべりの安定を図ることとし、国定公園内に位置することから景観にも配慮して現場打法枠工と枠内緑化による法面保護を

実施した。

一方、Bブロックに対しては、

- ①. 将来的に発生する地すべりが傾斜の急な斜面における「表層崩壊型地すべり」となると想定されること
- ②. 推定されるすべり面の傾斜が急であること
- ③. 排土して斜面勾配を緩くすることが斜面上部にある市道との関係で困難であること
- ④. 移動層を構成する泥岩に亀裂が発達し、一部に空洞も存在していることから、今後斜面表層で小規模崩落の発生する可能性が高いと考えられること

等を考慮して、抑止工によって地すべりの安定を図り、現場打法枠工と枠内緑化によって小規模崩落に対処すると共に景観を維持することとした。

また、Dブロック南側外縁部の尾根に不安定な形で岩塊が残っていて、将来それらが崩落した際にその影響がAブロック対策工におよぶ可能性があることから、この部分でも小規模な斜面整形を行い、現場打法枠工と枠内緑化による法面保護を実施している。

図-5に対策工平面図を、図-6および図-7にA, Bブロック対策工断面図を、写真-6にA, Bブロック対策工完成写真を示す。

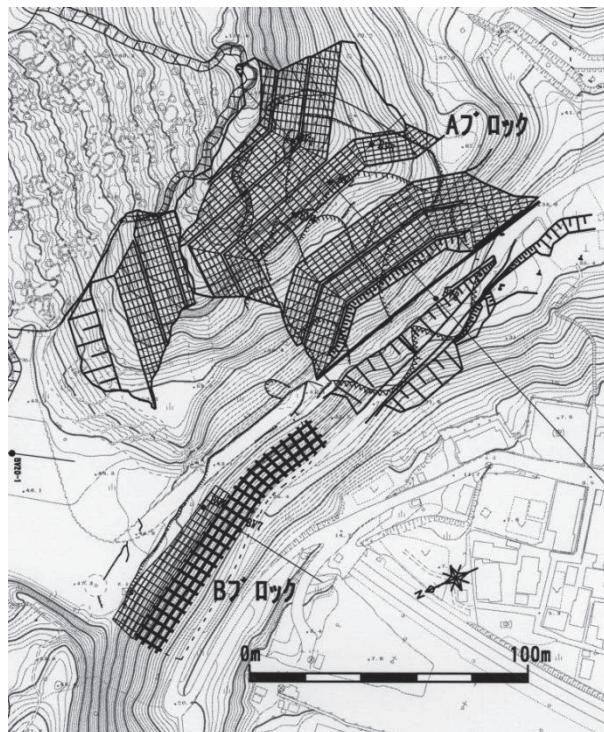


図-5 対策工平面図

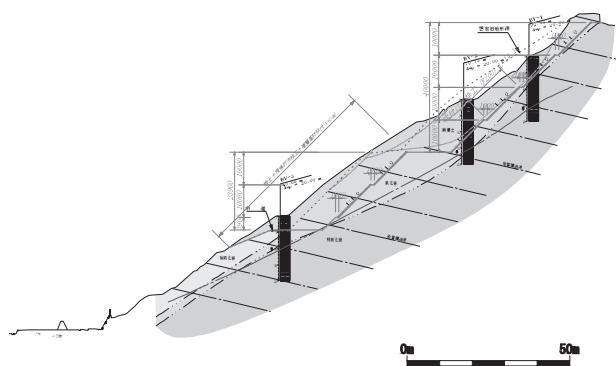


図-6 Aブロック対策工断面図

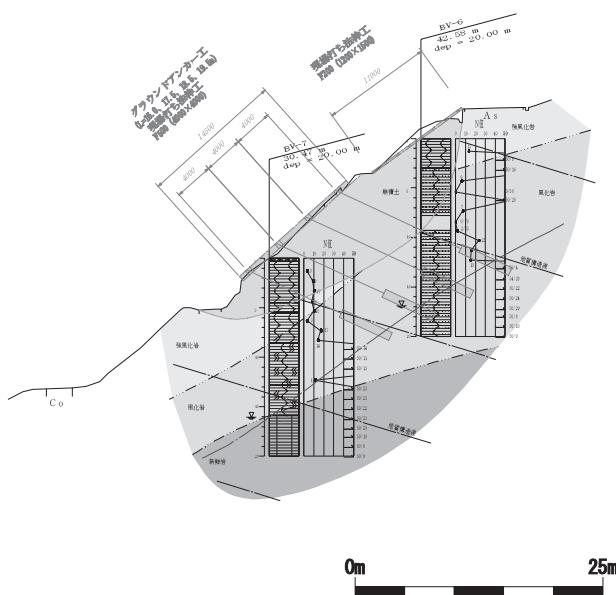


図-7 Bブロック対策工断面図



写真-6 A, Bブロック対策工完成写真

# 小滝地すべりの被災履歴と現況

滝川義治\*, 堀田 亨(株式会社キタック)

キーワード: 大規模地すべり、孔内傾斜計、移動杭観測

## 1. 地すべり概要

当地区は、糸魚川市街地の南西約13kmに位置し、姫川水系一級河川小滝川の中流域右岸側斜面にあたる。

周辺の地質は、古生代の蛇紋岩・石灰岩・粘板岩、中生代の泥岩・砂岩・礫岩から構成される。地すべり地には、主に粘板岩・蛇紋岩が分布する。

赤禿山（標高1,158m）の北斜面から小滝川ヒスイ峡（標高約250m）にかけて長さ約2km、幅約1kmの大規模な地すべり地形が存在し、①上部ブロックと②中央ブロックに大区分される。中央ブロックには末端Aブロック・災害関連ブロックが包括される。図-1 ブロック区分平面図を示す。

## 2. 被災履歴

これまでの地すべり対策事業は、末端Aブロックを主な調査対象とし、さらに末端部に位置する災害関連ブロックに対して対策工が実施されている。

平成3年融雪期に小滝川ヒスイ峡に面した右岸側斜面で、幅約300m、長さ約150mの規模の地すべりが発生した（災害関連ブロック）。同年度から災害関連緊急地すべり対策事業として地すべり調査および対策工事を実施してきた。

しかしながら、すべり面より深い深度で地すべり滑動が継続的に観測され、Cブロックの抑止杭の変位も収束していない状態が継続した。平成16年融雪期には小滝川に面した法枠工の亀裂が拡大し、背後の地すべりDブロックの滑動が確認された。同年度から災害関連緊急地すべり対策事業として集水井工3基が追加施工された。

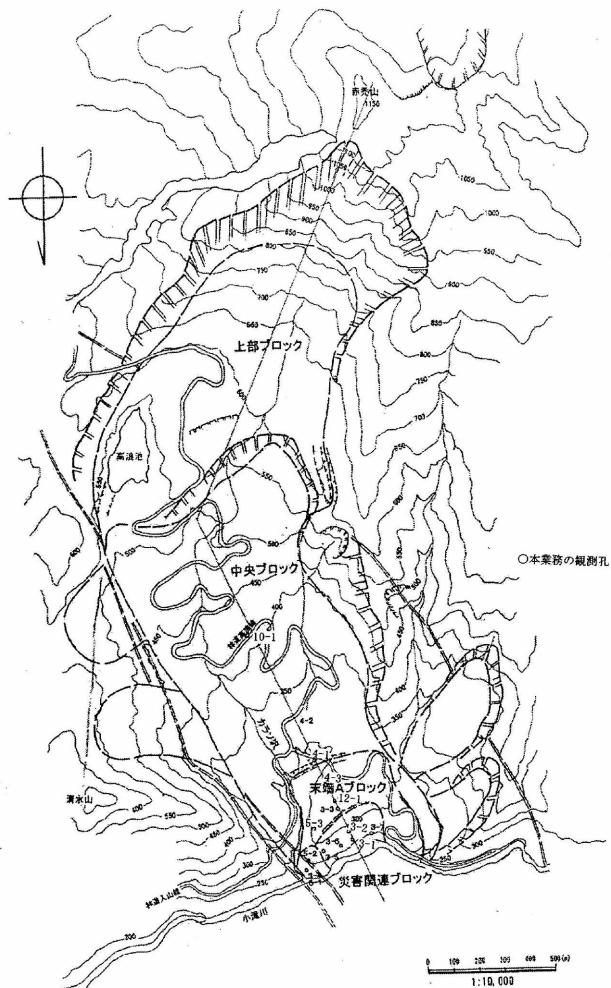


図-1 ブロック区分平面図



図-2 Dブロック対策工平面図

### 3. 現況

Dブロック上部～中部は、集水井および横ボーリング工の施工効果により水位低下が見られるが、末端では地下水の低下が認められない。地すべり末端には不透水性地盤の粘土化した蛇紋岩が分布するため、地下水排除工の効果が発揮されにくいものと推定される。

滑動状況は緩慢であるが、小滝川に面するCブロックで比較的大きい。

Cブロックの対策として鋼管杭内に設置した傾斜計の結果では、平成7年～平成19年9月時点の累積杭頭変位が約66cmとなる。杭の降伏最大変位は57.41cmであり、杭の抑止効果が低下していることが懸念された。

平成20年度から移動杭観測を開始した結果、付近の移動量は年間5mm/6ヶ月程度を示す。移動杭観測結果と比較して、鋼管杭に設置した傾斜計の杭頭変位の方が大きくなる傾向が見られた。傾斜計の水平変位量は、観測深度ごとの傾斜から求めた算出値であるため、差異が生じているものと思われる。

移動杭観測により、地すべりブロックごとの移動状況が判明してきたが、まだ観測期間が短いため、観測の継続により滑動状況をさらに詳細に把握することが今後の課題である。

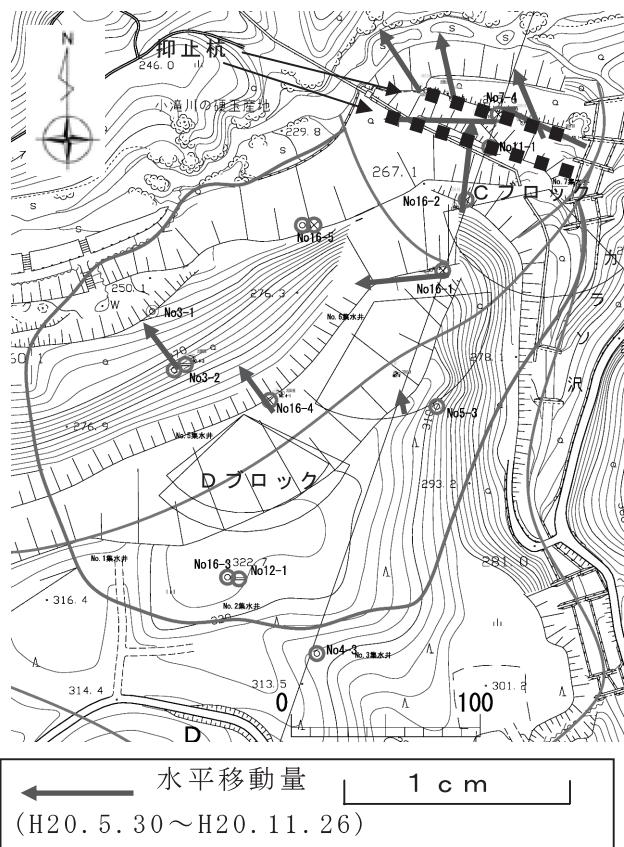


図-3 Dブロック移動杭観測結果平面図

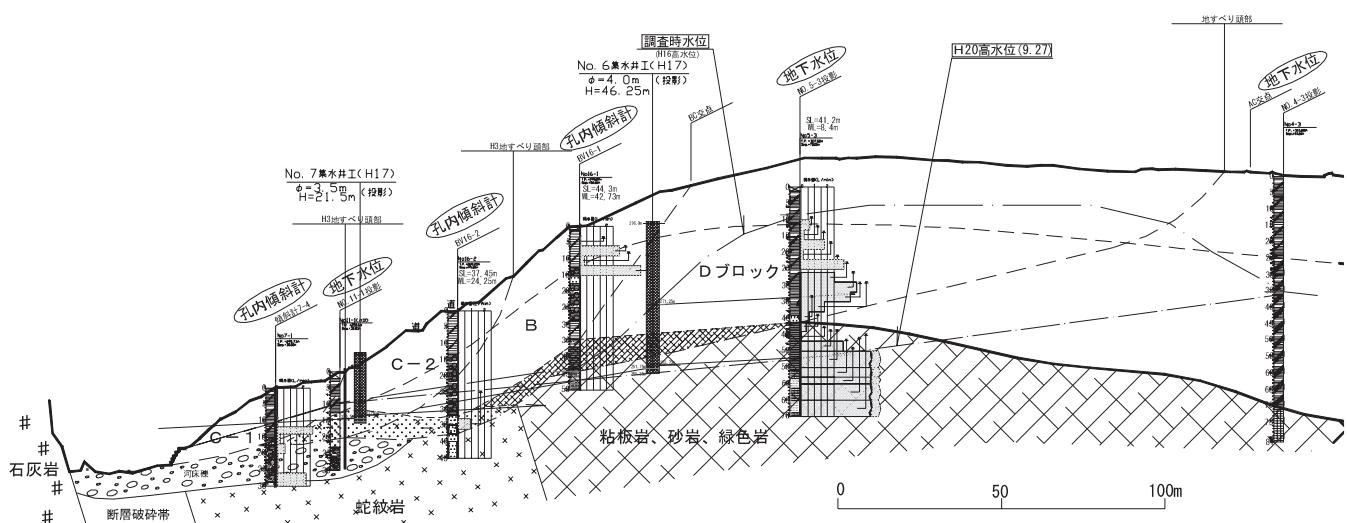


図-4 副測線 地質対策工断面図

# 世界ジオパークをめざす糸魚川 －地質災害と防災教育のフィールドとしての活用－

Itoigawa aiming to be the Global Geopark  
-use as fields for education of geologic hazards and disaster prevention-

竹之内 耕, 宮島 宏, 萩木 洋介 (糸魚川市ジオパーク推進室)  
Ko TAKENOUCHI, Hiroshi MIYAJIMA, Yousuke IBARAKI (Geopark Promotion Office, Itoigawa City)

キーワード：ジオパーク，地質災害，防災教育  
Keywords: Geopark, Geologic hazard, Disaster prevention

## 1. ジオパークとは何か

「ジオパーク」は、単に「地質公園」かというと、後で述べるように正しくない。「地球や大地を楽しみながら学ぶフィールド公園」とでもいった方が適切である。ある地域が「ジオパーク」と名乗るためには、審査に合格する必要がある。審査があるということは、ジオパークになるための基準がある。この基準を定めているのが、ユネスコ（国連教育科学文化機関）が支援する「世界ジオパークネットワーク（以下、GGN）」である。また、それぞれの国は、事情に合わせて GGN 基準に比べてゆるやかな基準をもっていることがある。ヨーロッパ諸国は、ヨーロッパジオパークネットワークとしての基準があるし、日本の場合、「日本ジオパーク委員会」が日本基準を設けている。

## 2. ジオパークの二つの格付け

ジオパークには、二つの格付けがある。一つは、国内の基準を満たした「国内ジオパーク」、もう一つは、GGN の基準を満たした「世界ジオパーク」である。世界ジオパークは、現在、18ヶ国に 57 地域あるが、日本にはまだない。

日本では、昨年 12 月、日本ジオパーク委員会が日本基準を満たした「日本ジオパーク」を 7 地域発表した。洞爺湖有珠山（北海道）、アポイ岳（北海道）、糸魚川（新潟県）、南アルプス（中央構造線）（長野県）、山陰海岸（京都府・兵庫県・鳥取県）、室戸（高知県）、島原半島（長崎県）である。また、それに先立つ 10 月に、洞爺湖有珠山、糸魚川、島原半島の 3 地域を世界ジオパーク候補として推薦した。これらの地域は、昨年 12 月に GGN に加盟申請書を提出した。夏ごろに現地調査を受け、秋には日

本最初の世界ジオパークが誕生する予定である。世界ジオパークになるということは、GGN の一員となることである。GGN は、会議やワークショップを開催して各地域の交流を行い、ジオパークの質の向上と数の拡大に取り組んでいる。

## 3. ジオパークはどんな公園なのか

ジオパークは、ユネスコの職員だったヴォルフガング エーダー氏（ドイツの地質学者）が発案者の一人らしい。もともと地すべりの専門家で日本にも来られたことがあるし、糸魚川にも立ち寄られたことがある。エーダー氏のジオパークに関する報告や彼から聞いたことを総合すると発案理由は以下のようなものになる。

世界の人々にジオ（地球や大地）にもっと興味を持ってほしい。ジオが人類の生存に関わるものもっとも基本的な事柄だからである。ただ、教科書的にジオを普及しても、人々は受け入れてくれない。だったら、ジオに振り向いてくれるよう、仕掛けをつくればよい。たくさんの扉を用意して、ジオの世界に入っていくように。

GGN が定めた世界ジオパークになるための基準を整理して示すと以下のようになる。

- ・ 優れた大地（地形・地質）の遺産があること。
- ・ その他の自然遺産（動植物）や文化遺産（歴史・産業・食など）があること（→これがジオにいざなう扉となる。多くがジオに関連付けられるので。）
- ・ ジオパークの明確なエリアをもつこと。
- ・ 博物館（ビジターセンター）があって、教育活動を行っていること。
- ・ 野外には、自然観察路があり、解説板やガイ

- ドック、マップ、リーフレットがあつて、来訪者が理解しやすい状態になっていること。
- ・現地にガイドがいて、ツアーを行うこと。  
(→対話をしながら説明すると理解が格段にすすむ)
  - ・ジオパークを将来にわたって運営していくよう、組織・財政計画がしっかりしていること。  
(→「持続可能」を要請)
  - ・運営組織には、市民、観光、農業、教育、水産、大学、自治体、会社などさまざまな人たちが参画していること。
  - ・ジオパークをしっかり運営して地域経済の振興をはかること。  
(→「持続可能」を要請)
  - ・大地の遺産、その他の自然遺産、文化遺産は法によって確実に保護すること。  
(→「持続可能」を要請)

このような仕掛けのもとに、ジオパークは、知らず知らずのうちに、楽しみながら、ジオのことに気づいていく公園であり、単に「地質公園」と表現できない理由はここにある。

#### 4. 糸魚川ジオパークの特徴

糸魚川ジオパークを糸魚川－静岡構造線が通過することによって、西側の西南日本内帯と東側のフォッサマグナの対照が明瞭である。地質年代幅は5億年以上におよび、大陸時代も含めて島弧の主要な形成過程を示すことができる。まさに、糸魚川は、「地質のデパート」といえる。

この多様なジオをわかりやすく来訪者に示すために、テーマをもった24のジオサイトを準備している。糸魚川ジオパークの中にジオサイトがあり、ジオサイトの中にいくつかの見学地がある、という構造をもっている。

#### 5. 地質災害を知るテーマパーク

糸魚川は、多種多様な地質と複雑な地質構造、さらに第四紀以降の隆起運動によって、地質災害が多い。地すべり、崩落、土石流、火山災害などがあり、そのタイプも豊富である。

災害がテーマのジオサイトを以下に2例あげる。

#### (1) 月不見の池ジオサイト

泥岩の上に、火山岩が乗っており（いずれも鮮新統）、隆起運動によって、巨大なクリープ型地すべりが生じた。滑落崖、移動地塊（長径1km以上）、巨礫集積地などの地すべり地形が明瞭である。

すべり面を流下した地下水は、巨礫集積地で湧水となり、いくつかの池を形成した。湧水により、縄文集落が形成され、現在は飲料水や山葵栽培に利用されている。地すべり斜面は、棚田に利用され、巨礫集積地は、「八十八ヶ所（88体の石仏めぐり）」として信仰の対象となっている。地すべりによる里山景観がここに現れている。

#### (2) 姫川渓谷ジオサイト（大糸線による）

中・古生界からなる大隆起山地を刻んで流れる姫川は、大量の土砂が通過して深いV字谷を形成している。中・古生界は断層や節理が発達して脆弱である。姫川渓谷は、年間4～5mmの速度で隆起しているため、崩壊や地すべり、土石流が多発し、河川の土砂生産量が極めて大きい。このため、大きな降水量があると、たちまち堆積した土砂を巻き込んで土石流が発生する。

姫川渓谷では、様々なスケールの地すべり・崩壊があり、砂防堰堤がある。渓谷を縫うように走るJR大糸線（昭和初期に設計）は、トンネルと橋梁を巧みに駆使して危険な地域を避けている。当時の国鉄地質技師の考えがしのばれる。

#### 6. ジオパークを防災教育のフィールドに

人類が持続可能に幸福を享受するためには、自然災害の克服が不可欠である。人々は、生命と財産を守るために、災害科学・災害体験談・災害地や大地の成り立ちなど、知識とフィールドが結びついた総合的な防災教育を身につけることが求められている。

糸魚川ジオパークは、古い変動帶と新しい変動帶の地質遺産をもっている。古い変動帶で地質現象を学び、新しい変動、すなわち自然災害を見ることで、自然災害は、長い歴史の中の一地質過程であることを知ることができる。

ジオパークは、災害を切り口としてジオを伝え、防災教育のフィールドとして人々の地学リテラシーの向上に大きく貢献できると考えられる。

第37回地すべりシンポジウム  
災害から復興した地すべり地を巡る  
－新潟大会現地見学会にむけて－

2009. 5

編集・発行 (社)日本地すべり学会新潟支部  
印刷 株式会社 文久堂

(社)日本地すべり学会新潟支部のホームページ  
URL <http://www.landslide-niigata.org>