平成21年度(社)日本地すべり学会
第48回研究発表会及び現地見学会

地すべり見学ガイドブック

A：山 古 志 コ ー ス
B：柏崎・糸魚川コース

2004年新潟県中越地震で発生した妙見地すべり（長岡市妙見町）
(株)オリス提供

2007年新潟県中越沖地震で発生した米山町地すべり（柏崎市米山町）(株)興和提供

主催　(社)日本地すべり学会
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
協賛　新潟県農地関係地すべり防止事業推進協議会
　　新潟県治水砂防協会

平成21年度(社)日本地すべり学会
第48回研究発表会及び現地見学会

地すべり見学ガイドブック

A：山 古 志 コ ー ス
B：柏崎・糸魚川コース

主催　（社）日本地すべり学会
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
協賛　新潟県農地関係地すべり防止事業推進協議会
　　新潟県治水砂防協会

～～～　目　　次　～～～

新潟県の地質概観 1

中越・山古志地域の地質概要 4

現地見学会コース案内図 5

＜Ａ：山古志コース＞
妙見・岩盤崩壊の発生機構と復旧対策について 12
サンコーコンサルタント(株)　横山久平・堀川滋雄・森山哲朗・田村憲孝

小千谷市横渡地すべりの被災状況と復旧について 16
(株)キタック　伊藤 克己・三膳 紀夫

浦柄地すべりの発生機構と対策工 20
(株)キタック　神保 啓・松田 隆・伊藤 克己

東竹沢地すべりの移動機構とその対策 24
日本工営(株)　田中 靖政・古谷 元・大河原 彰

油夫川地すべりの被災状況と復旧対策 30
(株)興和　池田 伸俊

三石川地すべりの被災状況と復旧対策 34
(株)興和　池田 伸俊

濁沢地すべりの発生機構と対策について 38
応用地質(株)　大曽根 啓介

＜Ｂ：柏崎・糸魚川コース＞
米山町地すべりの被災状況と復旧対策 44
(株)興和　外山 裕一

小滝地すべりの被災履歴と現況 48
(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－ 50
糸魚川市ジオパーク推進室　竹之内 耕・宮島 宏・茨木 洋介

＜新潟県提供資料＞
新潟県の地すべり対策事業

新潟県の地質概観

新潟県は地質から見ると、2つの構造線すなわち糸魚川－静岡線・新発田－小出線によって、大きく西部・中部・東部に分けられる。

糸魚川－静岡線の西側では、先第三系の多種多様な岩石が分布している。ただこの地域では青海・蓮華結晶片岩や青海石灰岩他の古生層が蛇紋岩と共に蛇紋岩メランジュとなり、この地域特有の地すべりを発生させている。これより東側、県の中央部にかけては、一部の火山岩類分布を除けば、主に新第三紀中新世から第四紀にかけての軟質な堆積岩類で占められ、平野部を除けば概ね丘陵性山地を構成し、新潟県下で発生する大半の地すべりが集中している。県北の村上付近からの新発田－小出線東側では、中・古生層や深成岩類等の基盤岩が広く露頭しているが、その間を埋めるような中新統の堆積岩類分布域で地すべりが見られる。佐渡島の大半は中新統の火山岩類であるが、一部に堆積岩類の分布が見られ、地すべり地形を見ることが出来る。

図－1に大まかな地質系統区分と共に、地すべりとの関係により5地域（A～E）の区分を示し以下に概略を記載する。

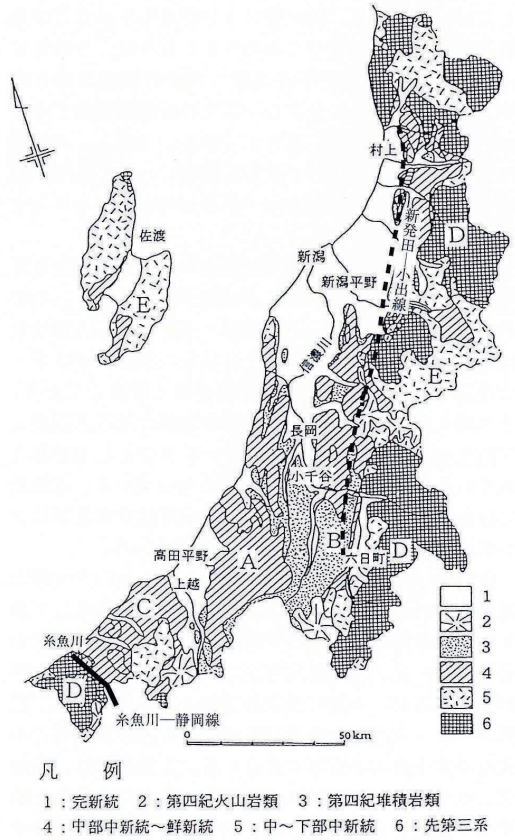
地域A：県央地域。最も著しい地すべり分布地域。
新第三期後期堆積岩分布域。褶曲構造が発達する。
（南部地域）「松之山」「平丸」「八幡」「猿供養寺」「釜塚」「蓮野」「沖見」など。（北部地域）「虫亀」「種芋原」「蓬平」「大野」「半蔵金」など。

地域B：魚沼地域。信濃川両岸域では大規模で明瞭な地すべり地形が残されている。魚沼層群及びそれ以新の礫質系の地質分布域。
「水沢新田」「地獄山」「後山」「滝谷沢」など。

地域C：西頸城地域。地すべり多発地域。西頸城丘陵～山地となり、地質は泥岩優勢の第三系堆積岩を主体とする。この地域では比較的大規模地すべりが発生している。
「柵口」「大洞」「小泊」「高倉」「島道」など。

地域D：県東部地域・糸魚川－静岡線以西地域。地すべり発生は少程度。山地地形が主体となる。
中・古生層、花崗岩類が分布する。糸魚川－静岡線の西側で地すべり発生は少～中程度。
「玉ノ木」「大所」「山之坊」「青ぬけ」「小滝」など

地域E：グリーンタフ地域。東部地域の一部は、変質の進んだ流紋岩～凝灰岩の地すべりがある。
佐渡地域では下部中新統の凝灰岩や中新世頁岩中の地すべりが見られるが発生頻度は低い。
（東部地域）「赤崎」「細越」「西名」「中東」など。（佐渡地域）「梅津」など。

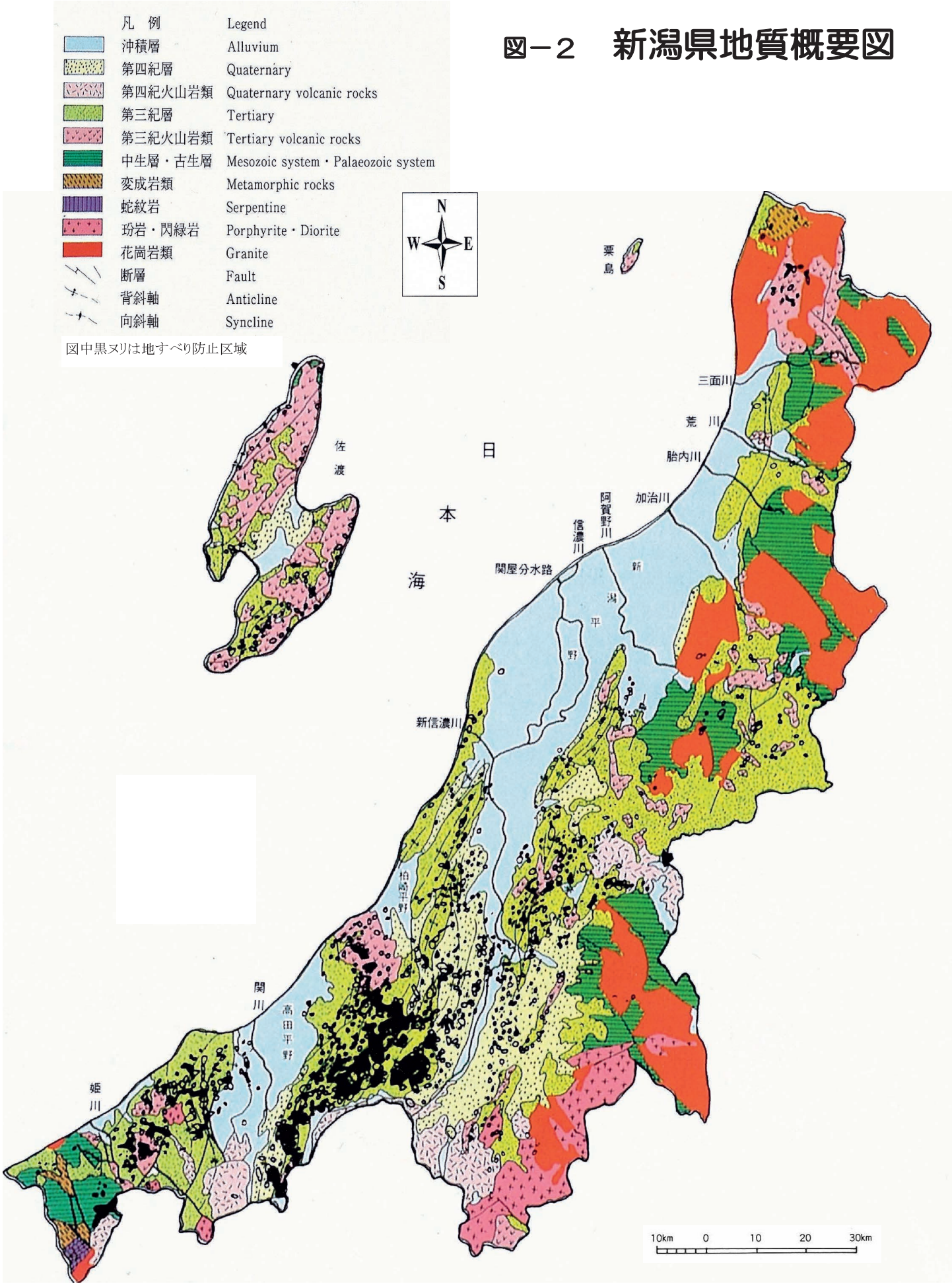


図－1　新潟県の地質系統区分図

となっている。

図－２・３は新潟県の地質概要図と地すべり分布図を掲載した。

図－2　新潟県地質概要図



新潟県土木部砂防課（1989）：新潟県の地すべり

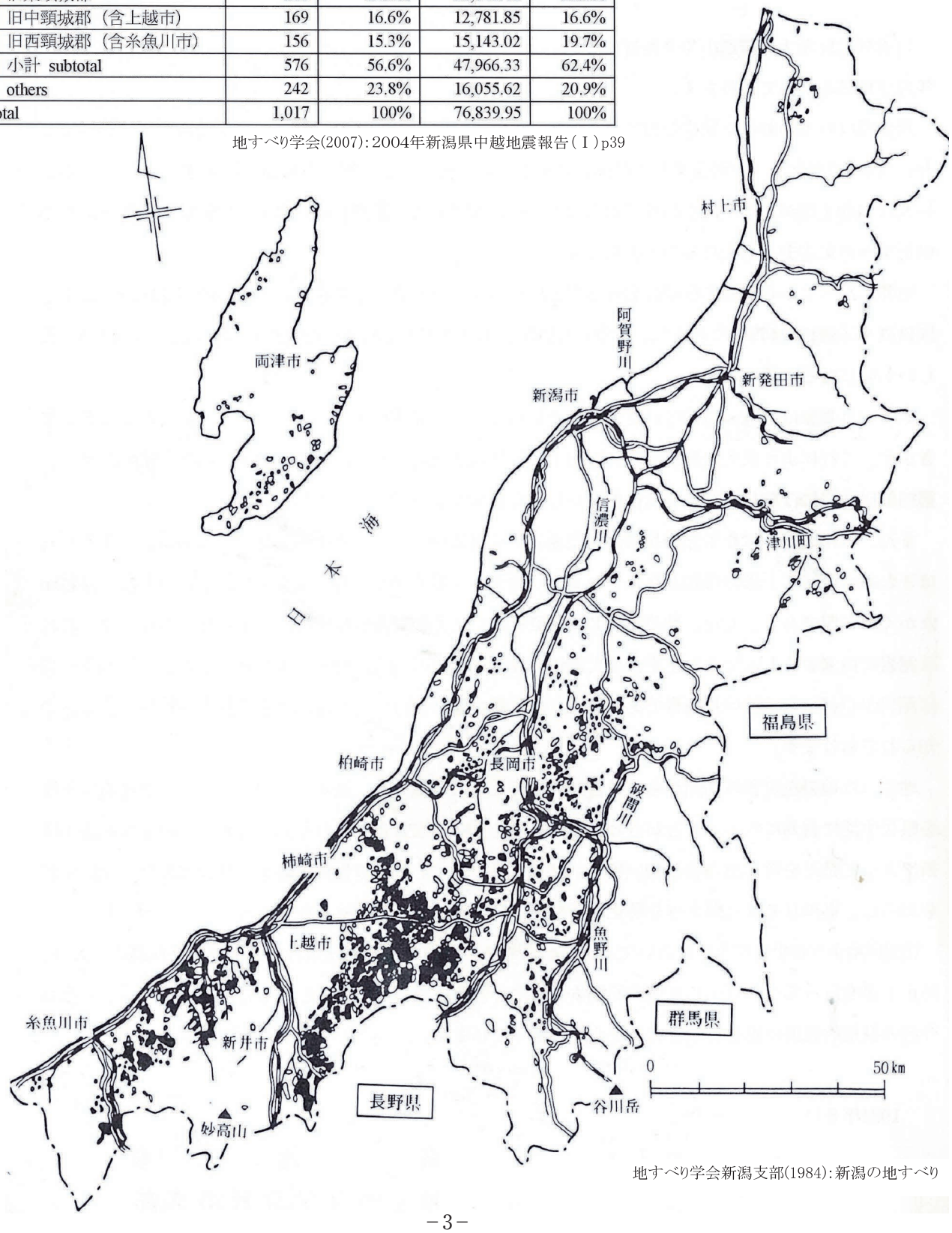
図－３　新潟県の地すべり分布図

地すべり指定状況（1998 年 4 月 1 日現在）

Designation of landslide (as of April 1,1998)

地　域 district		箇 所 number	箇所数比 ratio	面積(ha) area	面積比 ratio
Chuetsu 中越	旧北魚沼郡（含小千谷市）	57	5.6%	4,072.19	5.3%
	旧中魚沼郡（含十日町市）	61	6.0%	4,347.56	5.7%
	旧古志郡（含長岡・栃尾市）	81	8.0%	4,398.25	5.7%
	小計 subtotal	199	19.6%	12,818.00	16.7%
Kubiki 頸城	旧東頸城郡	251	24.7%	20,041.46	26.1%
	旧中頸城郡（含上越市）	169	16.6%	12,781.85	16.6%
	旧西頸城郡（含糸魚川市）	156	15.3%	15,143.02	19.7%
	小計 subtotal	576	56.6%	47,966.33	62.4%
その他 others		242	23.8%	16,055.62	20.9%
合計 total		1,017	100%	76,839.95	100%

地すべり学会(2007)：2004年新潟県中越地震報告（Ⅰ）p39



地すべり学会新潟支部(1984)：新潟の地すべり

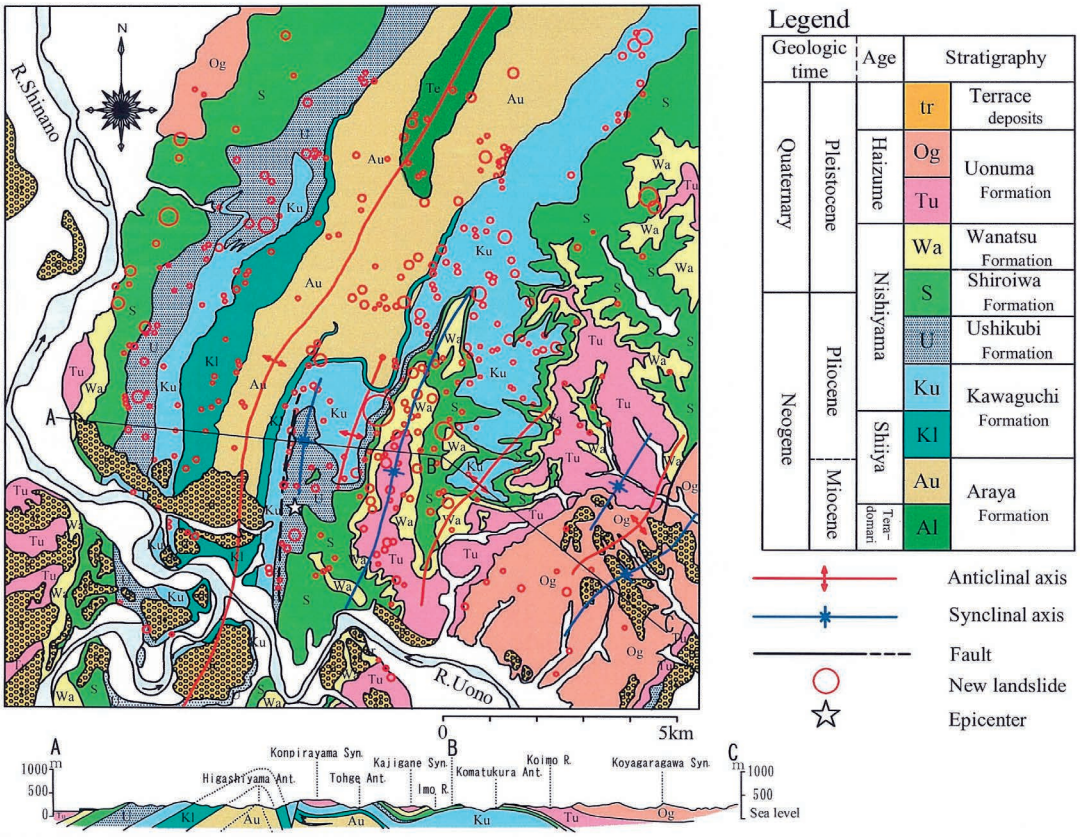
中越・山古志地域の地質概要

新潟県で最も著しい地すべり分布地域となっている県央エリアの北部地域である。2004年新潟県中越地震で多くの土砂災害が発生したところである。

ここでの地質は、新第三系～第四紀更新統の砂岩・泥岩・凝灰岩等の堆積岩類が主体となっている。

下位から順に、新第三紀中新世では、ⅰ)**荒谷層**:東山背斜軸部に広く分布する暗灰色の塊状泥岩を主体とし、デイサイト質火山角礫岩や凝灰岩を一部に挟む。鮮新世のⅱ)**川口層**:主に泥岩優勢砂岩泥岩互層の上部層と、砂岩優勢砂岩泥岩互層の下部層に分けられる。ⅲ)**牛ヶ首層**:塊状泥岩が主体で、一部に砂岩層を挟み、凝灰岩層の薄層が多く見られる。ⅳ)**白岩層**:塊状の砂質泥岩及び砂質泥岩細流砂岩細互層からなり凝灰岩薄層を挟む。更新世のⅴ)**和南津層**:東山背斜の外周を取り巻く、低～未固結砂岩層。ⅵ)**魚沼層**:海成シルト砂相・砂シルト相・礫シルト相に分けられ、多くの凝灰岩薄層を挟む。

この地域は、北北東－南南西の新潟方向と呼ばれる褶曲構造が発達している。大きくは東山背斜およびその西方の小千谷向斜に支配されているが、これ以外にも北東－南西方向に多くの小褶曲が発達している。



図－4　新潟県中越地震被災地域の地質概要および震災地すべり分布

【引用文献】

野崎保・古川昭夫(1998). 新潟の地すべり'98. 地すべり学会新潟支部・新潟県

新潟県土木部砂防課(1989). 新潟県の地すべり.

八木・野崎・小原(2007). 新潟県中越地域の概要. 中山間地における地震斜面災害－2004年新潟県中越地震報告－地形・地質編. (日本地すべり学会). pp 27-31.

平成21年度（社）日本地すべり学会
第48回研究発表会・現地見学会

現地見学会A　山古志コース

案　内　図

Landslide Distribution Map-1

Triggered by Mid Niigata Pref.Earthquake in 2004 Occurred on october 23

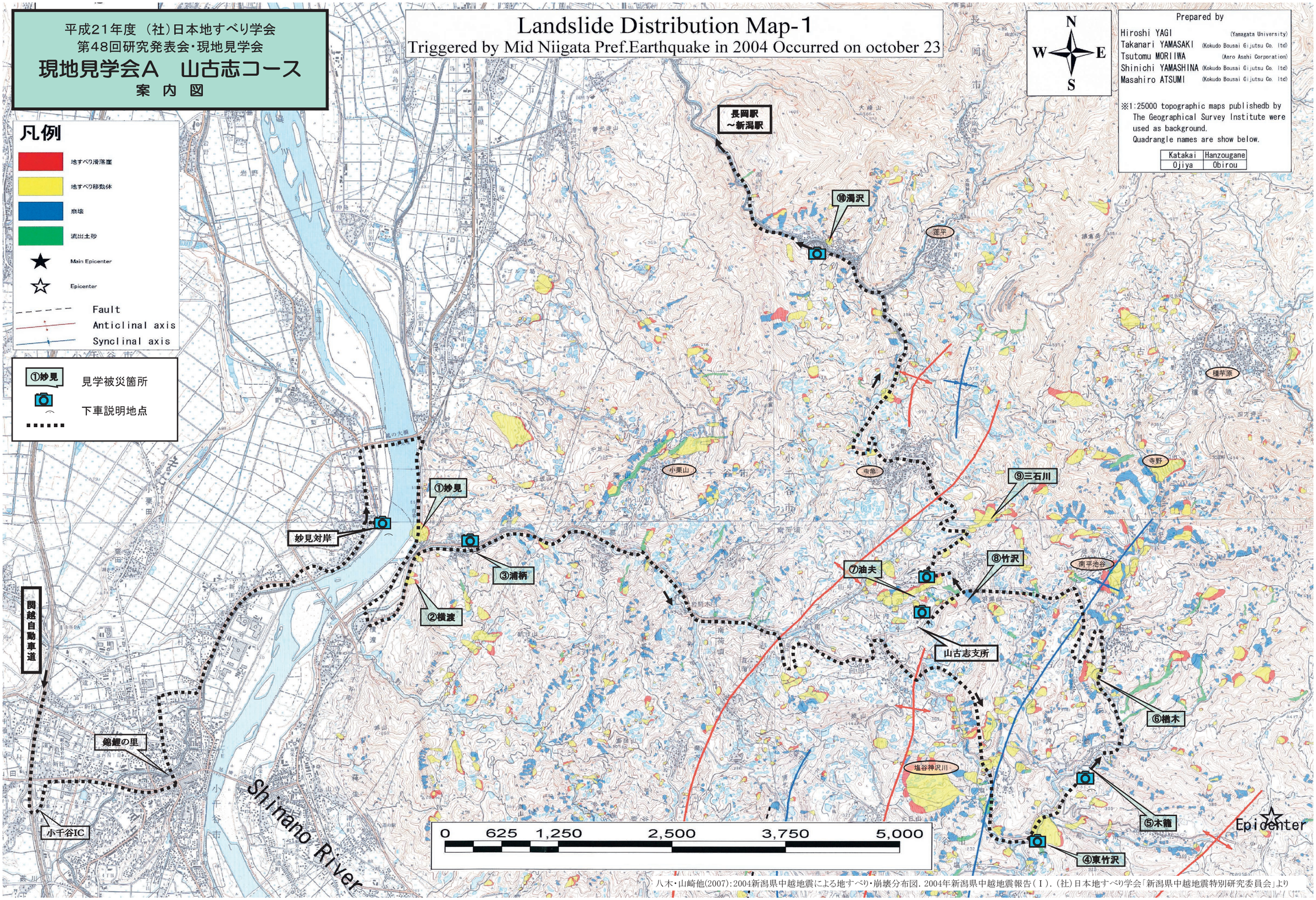
Prepared by
Hiroshi YAGI (Yamagata University)
Takanari YAMASAKI (Kokudo Bousai Gijutsu Co. ltd)
Tsutomu MORIIWA (Aero Asahi Corporation)
Shinichi YAMASHINA (Kokudo Bousai Gijutsu Co. ltd)
Masahiro ATSUMI (Kokudo Bousai Gijutsu Co. ltd)

※1:25000 topographic maps publishedb by The Geographical Survey Institute were used as background.
Quadrangle names are show below.

Katakai	Hanzougane
Ojiya	Obirou

凡例

- 地すべり滑落崖
- 地すべり移動体
- 崩壊
- 流出土砂
- Main Epicenter
- Epicenter
- Fault
- Anticlinal axis
- Synclinal axis
- ①妙見　見学被災箇所
- 下車説明地点



八木・山崎他(2007):2004新潟県中越地震による地すべり・崩壊分布図. 2004年新潟県中越地震報告(Ⅰ). (社)日本地すべり学会「新潟県中越地震特別研究委員会」より

平成21年度（社）日本地すべり学会
第48回研究発表会・現地見学会

現地見学会B　柏崎・糸魚川コース
案内図

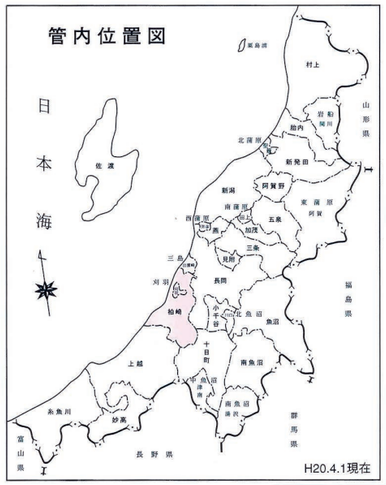
新潟県中越沖地震の被害状況

震央分布図

2007年8月17日6時現在
震央分布図（2007年7月16日以降、深さ40km以浅、M≧2.0）

丸の大きさはマグニチュードの大きさを、色は震源の深さを表す。
地形データには国土地理院の数値地図50mメッシュ（標高）および日本海洋データセンターのJ-EGG500を使用。

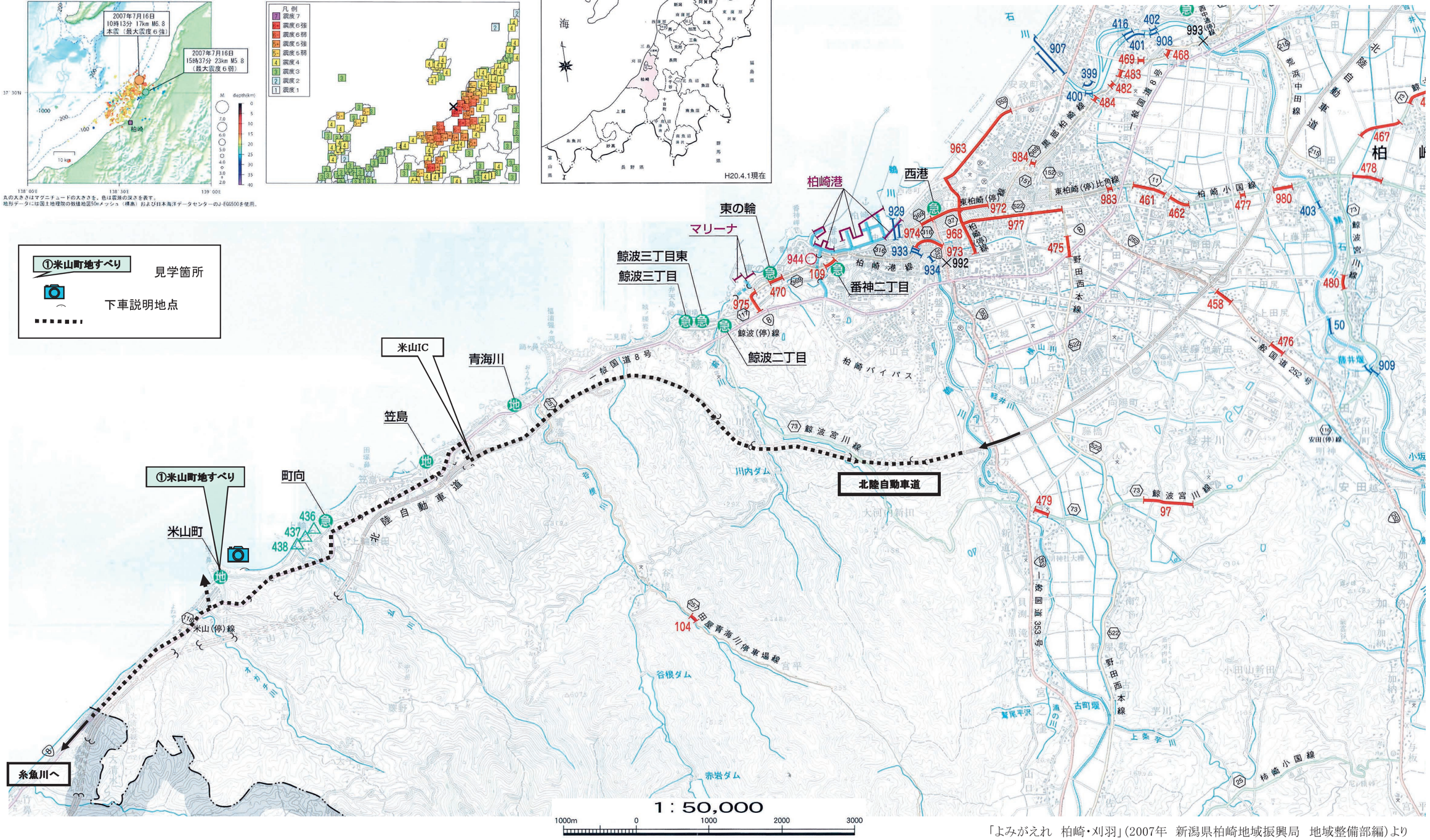
震度分布図



凡例	
	郡市界
	旧町村界
	管内界
	高速自動車国道
	一般国道(8号・116号)
	一般国道
	主要地方道
	一般県道
	道路予定線

被災箇所凡例	
	地震災（道路）
	地震災（河川）
×	地震災（橋梁）
○	地震災（砂防）
△	地震災（海岸）
○	地震災（急傾斜）
	地震災（港湾）
地 急	災害関連緊急事業

※赤文字は道路、青文字は河川。



「よみがえれ　柏崎・刈羽」(2007年　新潟県柏崎地域振興局　地域整備部編)より

糸魚川ジオパーク
Itoigawa Geopark

http://www.city.itoigawa.niigata.jp/geopark/

お問い合わせ Inquiry フォッサマグナミュージアム Fossa Magna Museum
Tel.025-553-1880 Fax.025-553-1881
e-mail: museum@city.itoigawa.niigata.jp

この地図は、国土地理院長の承認を得て、同院発行の2万5千分の1地形図を複製したものである。（承認番号）平20 北複、第134号

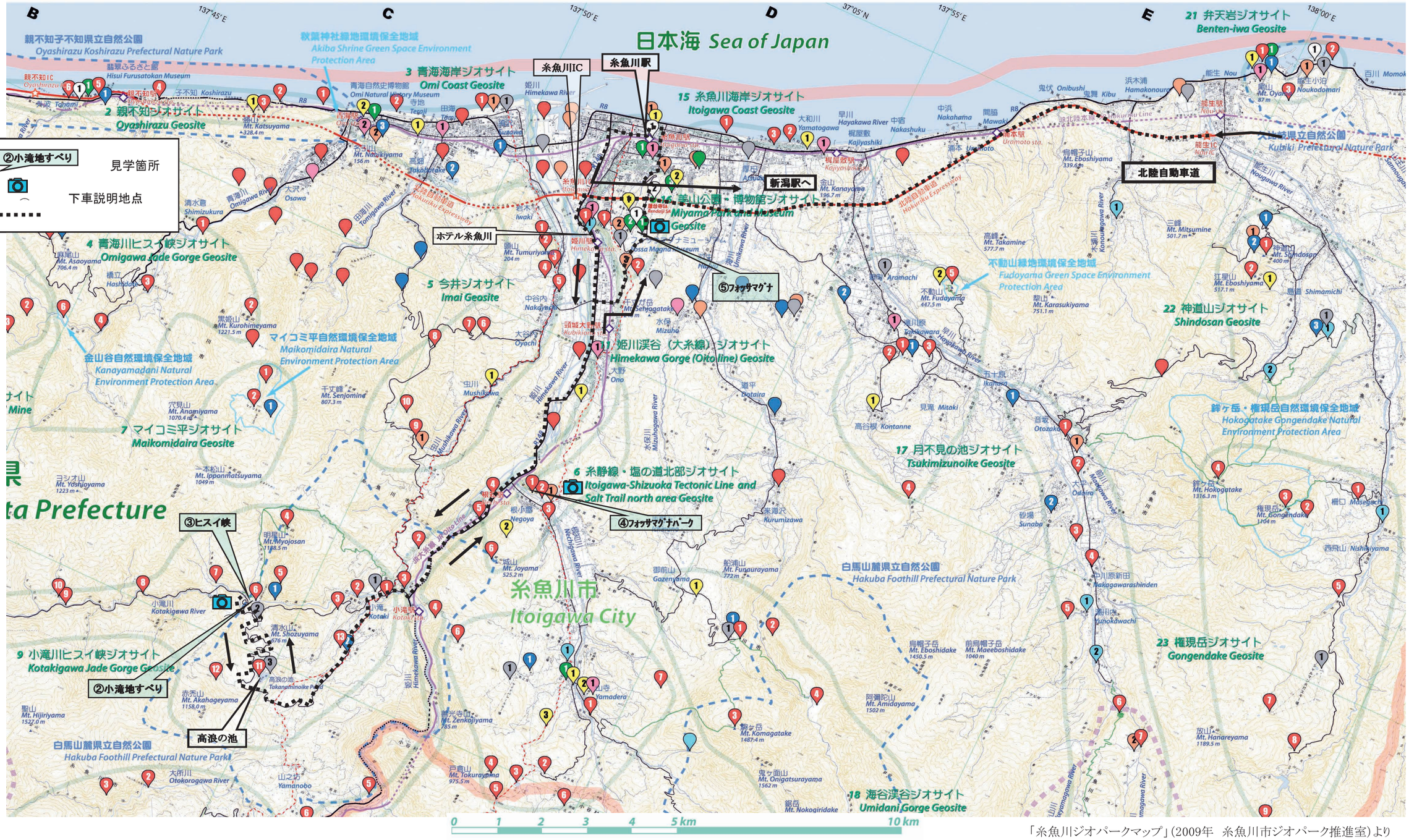
糸魚川ジオパークまでの交通案内 Access for Itoigawa Geopark

起点	鉄道	自動車	From	by Train	by Car
東京	3時間	4時間	Tokyo	3 hours	4 hours
大阪	4時間30分	5時間	Osaka	4.5 hours	5 hours
名古屋	4時間30分	5時間	Osaka	4.5 hours	5 hours
新潟	2時間	2時間	Niigata	2 hours	2 hours

ジオスポット凡例 *Legend of Geospots in Itoigawa Geopark*

- 地質・地形・景勝地 *Geology, Geography and Scenic spots*
- 博物館・美術館・資料館 *Museums and Art Museums*
- 庭園・公園 *Gardens and Parks*
- 動物・植物 *Animals and Plants*
- 温泉 *Hot springs*
- お土産・物産店 *Souvenir shops*
- 文化財 *Cultural properties*
- 神社仏閣 *Shrines and Buddhist temples*
- スポーツ・山小屋・キャンプ場 *Athletic fields, Stadiums, Huts and Campsites*

鉄道 *Railroad* / 高速道路 *Expressway* / 一般道 *Road* / 狭い道路 *Narrow path and forest road* / 登山道 *Mountain trail* / 塩の道 *Salt trail* / ジオサイト *Geosite* / 糸魚川ジオパーク *Itoigawa Geopark* / 国立公園 *National park*



「糸魚川ジオパークマップ」(2009年　糸魚川市ジオパーク推進室)より

Ａ：山古志コース

妙見・岩盤崩壊の発生機構と復旧対策について

Occurrence mechanism and Restoration works of the Rock failure in the Myoken area

横山久平，堀川滋雄，森山哲朗，田村憲孝（サンコーコンサルタント株式会社）

キーワード：岩盤崩壊，地震，地下空洞，グラウンドアンカー，空洞充填

1. はじめに

平成 16 年 10 月 23 日(土)17 時 56 分に，新潟県川口町の深さ 13km を震源とする M6.8 の内陸直下型地震が発生した。この地震は，川口町で最大震度 7，長岡市，小千谷市など中越地方の広範囲で震度 6 を記録し，甚大な被害をもたらしたことから，「中越大震災」と呼ばれている。

本報告では，この地震により多発した斜面崩壊の内，長岡市妙見町（一般県道小千谷長岡線）の大規模崩壊の発生機構と復旧対策工についてその概要を紹介する。

写真-1　被災地全景

2. 崩壊地の概要

2.1 被災状況

崩壊は，JR 上越線榎峠トンネルの南側坑口に近い斜面で，幅（道路延長）約 250m，長さ（奥行き）140m，厚さ（推定）30m，崩壊土量約 50 万 m^3（推定）に及び，崩壊土砂は現況道路より最大で約 100m信濃川方向へ到達した（写真-1)。この崩壊により車両 4 台が崩壊に巻き込まれ，男児 1 名がレスキュー隊により救出されたが，2 名の尊い命が犠牲となり，当該箇所はその被災規模の大きさから，中越大震災を象徴する場所となった。

2.2 崩壊箇所の地質

崩壊箇所の地質は，新第三紀鮮新世の白岩層（約 300 万年前）で，砂質泥岩，泥質砂岩，凝灰質砂岩/泥岩からなる。層理面の走向・傾斜は，概ね *N10E･20W* で，信濃川に向かって傾斜し，斜面に対して流れ盤構造をなす。調査地全域では，砂質泥岩が主に分布し，新鮮部は塊状無層理で割れ目も少ない。砂質泥岩中に挟在する凝灰質砂岩は透水性が高く，コアでは酸化褐色化して脆弱で，強度低下していることから，当箇所ではこの凝灰質砂岩部がすべり面を形成したと判断した。さらに，この層は磨き砂として用いられたことから広範囲にわたって採掘され，斜面内部には坑道･空洞が存在して，地震時に一部崩壊した。南方の小千谷市横渡にも同じように凝灰岩部分をすべり面とする崩壊が発生しているが，当崩壊箇所では，坑道や地下空洞の存在が，異なる複雑な崩壊形態を呈する一因となった。

図-1　位置図

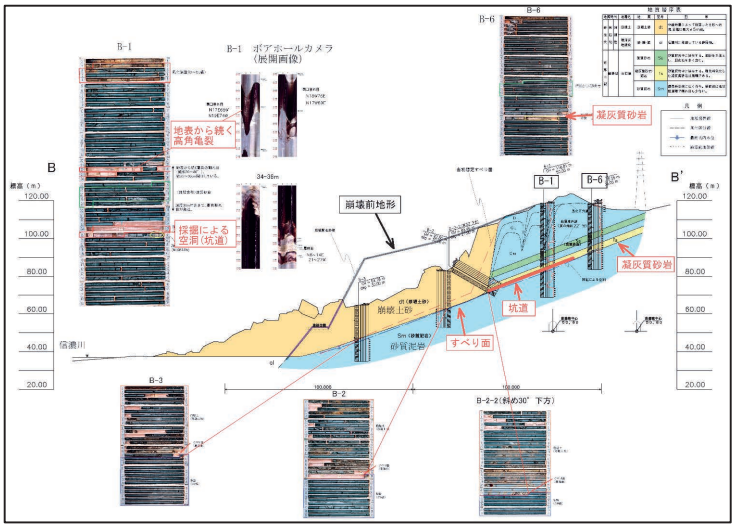


図-2　地質断面図（B-B’ 断面）

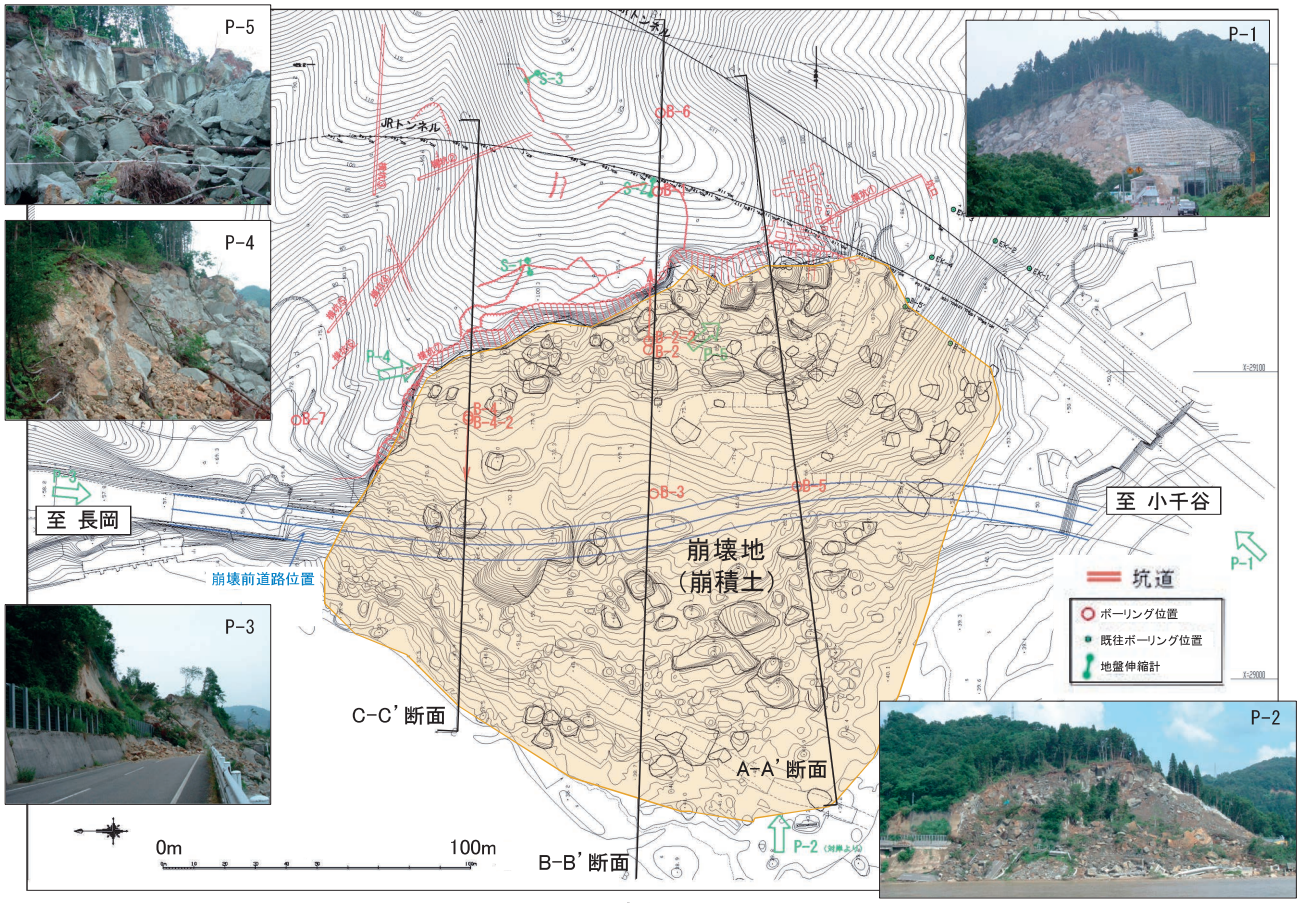


図-3　調査位置平面図

2.3 坑道調査

坑道・空洞の存在は，滑落崖背後のボーリング調査（B-1 孔）を進めていく中で認められた（深度 35m 付近で高さ約 1.5m の空洞）。また，調査地の斜面上では坑道の入り口が 7 箇所確認されていたことから，地元住民への聞き取り調査および坑道内部の測量調査を実施した。

(1) 聞き取り結果

・現在でも県道小千谷長岡線沿い（崩壊地の長岡側）の崖下周辺（信濃川縁）には，8～9 箇所の横穴が確認される。

・空洞は戦時中の学徒動員（旧制小千谷中学校）で掘削されたとの記録がある。

・県道沿い（道路擁壁の裏）に大きな坑道（空洞）があったらしい（未確認）。

・坑道には東の集落側から西の信濃川沿いまで通じていたものがあった。

(2) 坑道内部の測量結果

・磨き砂（凝灰質砂岩）は地層の傾斜沿いに採掘されたことから，採掘跡（坑道）は山側から川側（地層の傾斜方向）に緩いスロープを形成し，すべり面に一致する。また坑道の高さは概ね 1～2m の規模である（写真-2，3）。

・全域の広がり，規模，連続性や採掘量等の詳細は不明であるが，明治時代から昭和初期にかけて長期間採掘されていることから，広範囲に採掘している可能性がある。

・採掘の方法は，ルーム＆ピラー方式（残柱方式）を採用しており，採掘跡の充填は行っていなかった。

写真-2　坑道内部状況

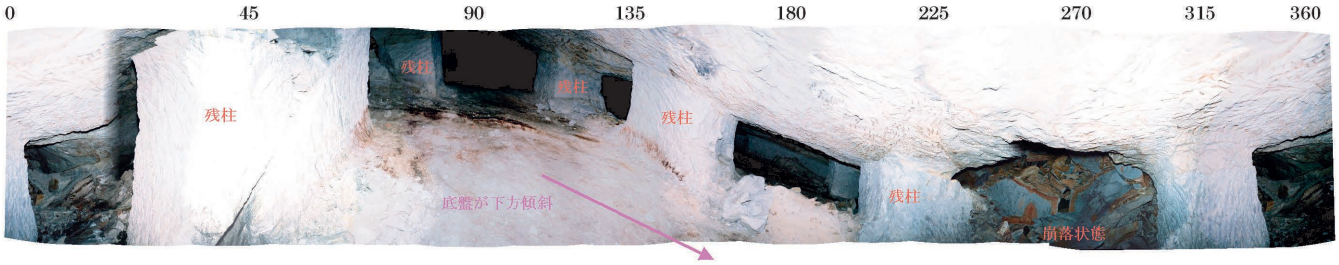


写真-3　坑道内部状況（アンカー施工時，挿入式カメラによる撮影：360°）

3. 崩壊機構

妙見地区の崩壊地の状況を概観すると，当斜面災害は単純ではなく複雑である。
その複雑化の一つは災害形態にあり，層理面に沿った崩壊（流れ盤）と斜面崩壊（局所的）の両者が認められる（複合災害）。二つ目は，災害発生の時間差の問題である。最初に層理面に沿った崩壊が発生し，遅れて滑落崖周辺の斜面崩壊が発生したものと考えられる。三つ目は，岩塊の移動成分（水平・垂直方向）が区域ごとに異なることである。以下，崩壊地の構造規制，発生状況および岩塊の移動量について記す。

(1) 崩壊地の構造規制について

ほぼ南北方向に連なる滑落崖は *NS･80W*，北端の側壁は *N85E･75S* の亀裂に規制されている。また，滑落崖近辺に分布している巨岩塊の分布配列は，*EW･77N* の亀裂に規制されている。

(2) 斜面崩壊発生状況

最初の変動は，層理面に沿った流れ盤すべりの発生である。変動は層理面のみならず，空洞（採掘坑道）の存在・分布にも影響されたと考えられる。2 回目の変動は滑落崖背面の岩盤が亀裂に規制され，1 回目に発生した移動岩塊の上部に転倒･崩壊する形で生じたと考えられる。

(3) 岩塊の移動量について

最初に発生した層理面すべりに伴う移動岩塊は，全面にわたって信濃川に達しているが，その移動量は地点ごとに異なっている（表-1）。

表-1　各断面における岩塊移動量

断 面 線	水平変位量 H (m)	垂直変位量 V (m)	比率 H/V
A-A’（南端）	45	15	3.0
B-B’（中央）	70 76	21 21	3.3 3.6
C-C’（北端）	34 20	22 22	1.5 0.9

A-A’（南端）周辺では，比較的単純に層理面に沿って移動し，ルーム＆ピラーの採掘跡が全面的に分布していたとしても，その規模は大きくなかったと考えられる。B-B’（中央）周辺は，水平および垂直変位がともに大きく，移動岩塊が信濃川まで大きく張り出している。C-C’（北端）は，水平変位が比較的小さく垂直変位が卓越して他の断面と異なっている。

このような違いは残柱式の採掘部（坑道）だけの箇所では層理面に沿った崩壊の発生だけであるのに対し，大きな垂直変位を伴って陥没現象を呈している部分では規模の大きな空洞があったことが想定される。

つまり，地下空洞の存否・大小が，崩壊の形態を左右しているものと考えられる。

当崩壊は，層理面と高角の亀裂系に規制された崩壊（層理面すべり）であり，隣接する横渡地区においても同様の崩壊（すべり）が発生している。しかしながら，当地においては採掘坑道や地下空洞が存在していたことで，異なる崩壊形態を呈したものと考えられる。

以上より，妙見地区の斜面崩壊のメカニズムは，下記のように考えられる。

◆当地は流れ盤をなし，かつ，高角の亀裂系が発達しており，層理面（脆弱な凝灰質砂岩層を挟在）に沿った崩壊が発生しやすい条件を有していた。
◆さらに，磨き砂の採掘坑道や地下空洞があった。

⇩ 地震動

①層理面に沿った大崩壊の発生
②地下空洞による複雑な垂直変位の発生
③滑落崖における 2 次崩壊（上部波及）の発生

4. 復旧対策について

4.1 線形概要

崩壊前の道路位置で復旧した場合には崩壊土砂上に道路を構築することとなる。崩壊土砂は脆弱で，スレーキング性に富むことから，転圧しても沈下することが懸念された。そのため，岩盤上に道路を構築できるよう平面線形，縦断線形を計画した。また，切土計画においては，崩壊頭部にある送電線，遺跡（会水城跡）に掘削線が達しないよう安定勾配（1 割）よりも急な 6 分勾配を採用した。

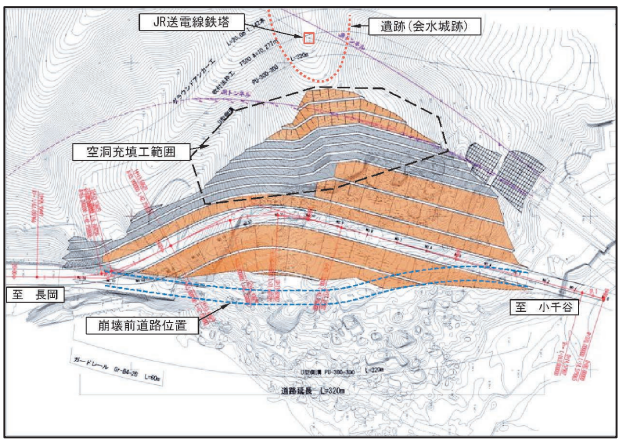


図-4　計画平面図

4.2 法面対策工

掘削後の背面地山の大部分は砂質泥岩から構成される。ただし，崩壊部のすべり面の延長線上には凝灰質砂岩の層があり，その層に沿って人為的な空洞が確認されている。道路復旧によ

り掘削を行った後も凝灰質砂岩の層が潜在的なすべり面となるため，切土面とすべり線の間にできるくさび土塊をとめる抑止工としてグラウンドアンカー工を施工した。

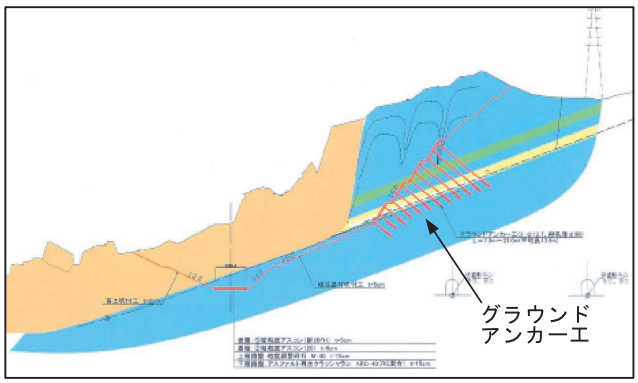


図-5　標準横断面図

4.3 空洞充填

坑道・空洞の体積は約 7,700m^3 で，法面安定対策工として，グラウンドアンカー工を行ったが，アンカーの確実性を確保するため，ロータリーパーカッションによる削孔を行う際に，空洞を充填しておく必要があった。対策工の範囲としては，グラウンドアンカーの定着位置を考慮し決定した。

また，充填材としては，セメント系可塑状注入材を選定し，施工時にはアンカー孔を利用して観察カメラを挿入し，坑道の位置や方向を確認してから充填した（写真-3）。

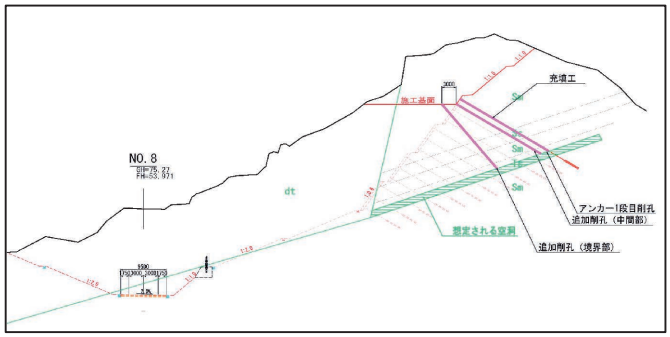


図-6　坑道・空洞対策工断面図

4.4 既設 JR トンネルへの影響検討

既設 JR トンネルの上部斜面を掘削し，グラウンドアンカー工を配置することから，その影響をマニュアルやＦＥＭ解析で検証し，問題の無いことを確認した。施工時には裏込注入の実施と挙動を観測し，影響は確認されなかった。

5. おわりに

5.1 復旧工事概要

復旧工事は，平成 18 年 4 月より着工され，関係各位の努力によって，平成 19 年 3 月 24 日に無事開通式を迎えた。表-2 に施工実績を示す。

当該工事は多量の掘削土と約 11 ヶ月の厳しい工期，坑道・空洞の充填で特徴づけられる。掘削では 100t 級のブルドーザや 3.5m^3 級の大型土工機械が活躍した。また坑道･空洞の充填では結果的にスレーキングしやすい地山の開口亀裂にも充填され，アンカー工とともに掘削のり面の安定度を高めた。

表-2　復旧工事実績

復旧延長	L=354m　W=6.0(9.5)m
掘削土量	V=約 27 万 m^3
アンカー工	N=826 本　L=約 18,000m
空洞充填工	V=約 7,700m^3
工事費	約 20 億円

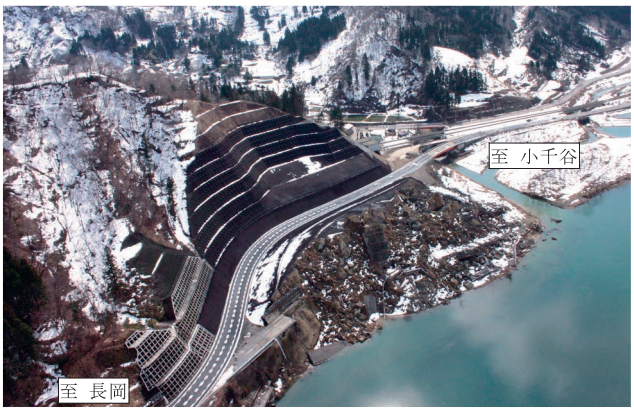


写真-4　復旧後全景（平成 19 年 3 月 21 日撮影）

5.2 中越沖地震後の状況

供用開始後の平成 19 年 7 月 16 日に中越沖地震（最大震度 6 強，M6.8）が発生し，当崩壊箇所では震度 5 強を記録した。地震発生直後に，復旧した法面の背後に残置してあった孔内傾斜計で，地中変位量が 0.1mm 以下であることを確認し，斜面全体にも変状が確認されないことから復旧は無事完了し，法面は所定の安定度を保っているものと思われる。

参考文献

1) 高峰正俊・中川登志彦・安井和也（2006）：一般県道小千谷長岡線道路災害復旧について，北陸地方整備局 平成 18 年度管内事業研究会
2) 山本一富・高峰正俊・中川登志彦・安井和也・横山久平他（2007）：妙見・岩盤崩壊箇所における調査及び対策工設計について，日本地すべり学会 新潟支部 第 35 回シンポジウム
3) 高峰正俊・中川登志彦・安井和也・七澤正人（2007）：空洞の存在により複雑な崩壊を生じた長岡市妙見町の県道地震災害復旧，北陸地方建設事業推進協議会 平成 19 年度建設技術報告会
4) 山本一富・高峰正俊・中川登志彦・安井和也・横山久平他（2007）：妙見・岩盤崩壊箇所における初動調査から復旧迄，新潟応用地質研究会 新潟県民会館 40 周年記念講演会

小千谷市横渡（よこわたし）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。先端は野辺川を閉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の，最大φ2m 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っ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)。

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-1 被災状況（新潟県砂防課、2007）

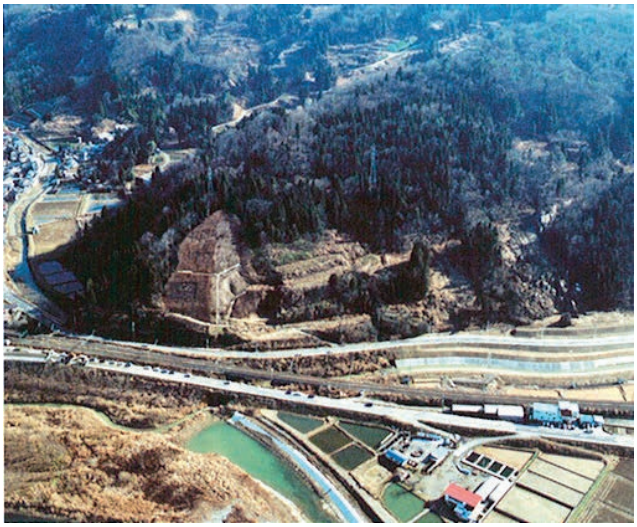


写真-2 復旧状況（新潟県砂防課、2007）

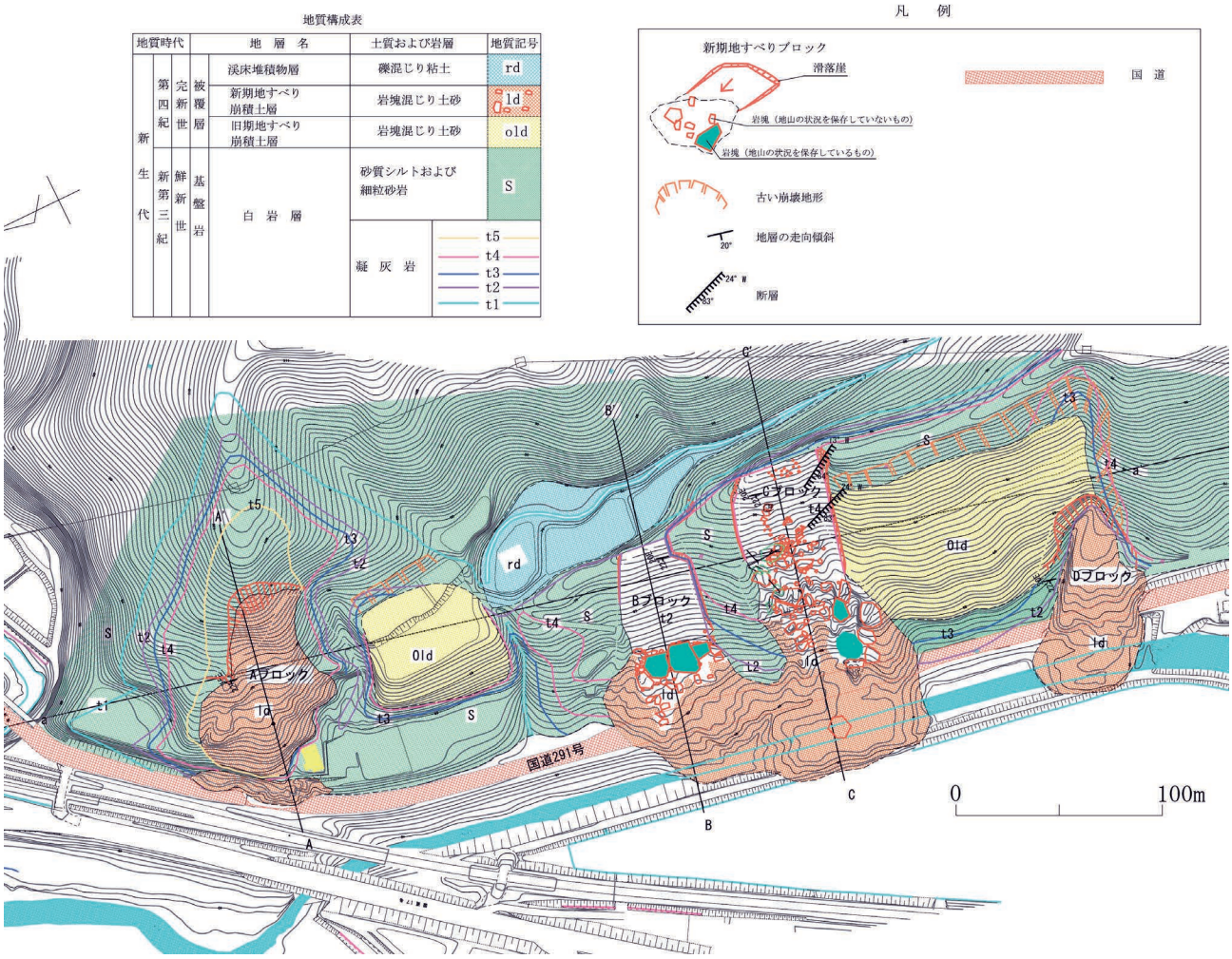


図-1　地質平面図

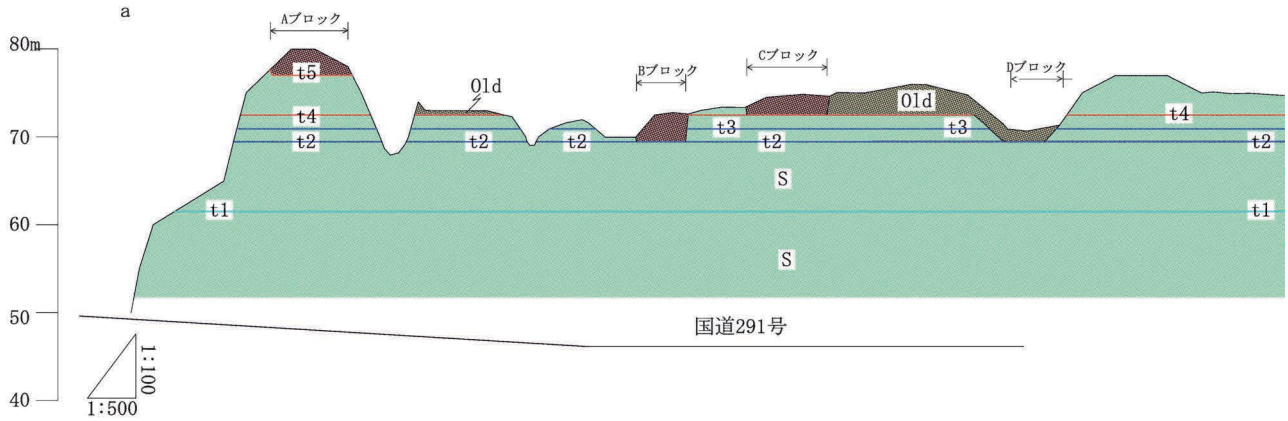


図-2　斜面横断方向の地質断面図

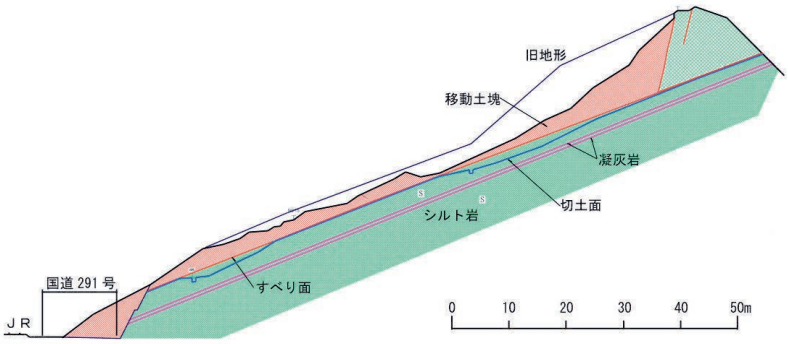


図-3　A ブロック地質断面図

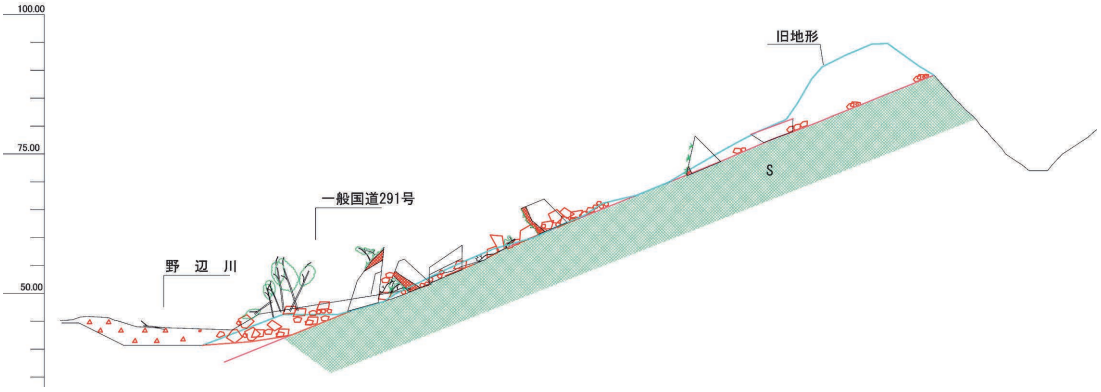


図-4　C ブロック地質断面図

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.

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

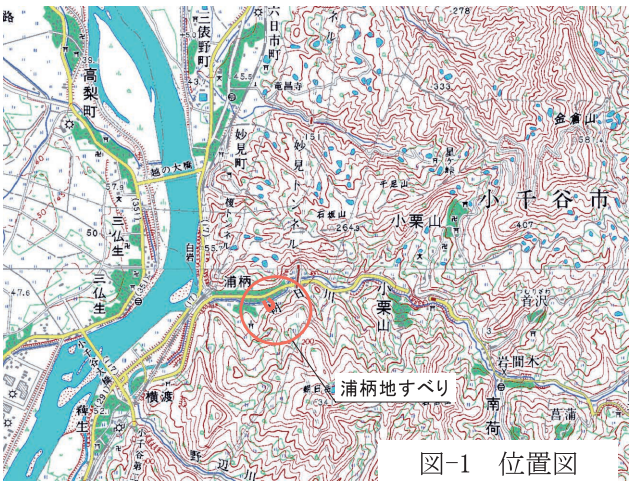


図-1　位置図

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っている。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砕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。

写真-2　滑落崖から移動体

写真-3　下流側側方崖

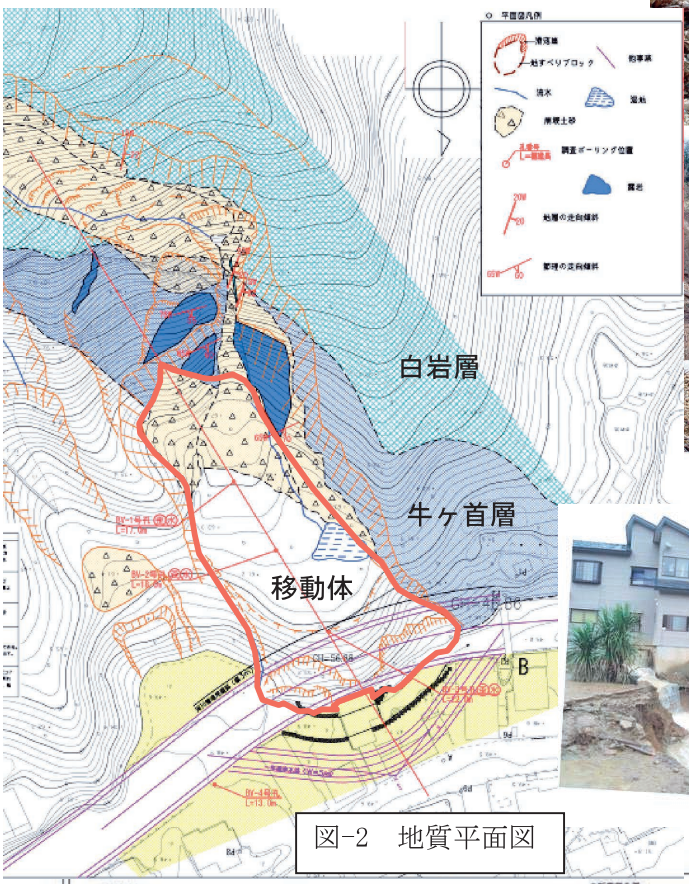


図-2　地質平面図

写真-4 末端部押出状況

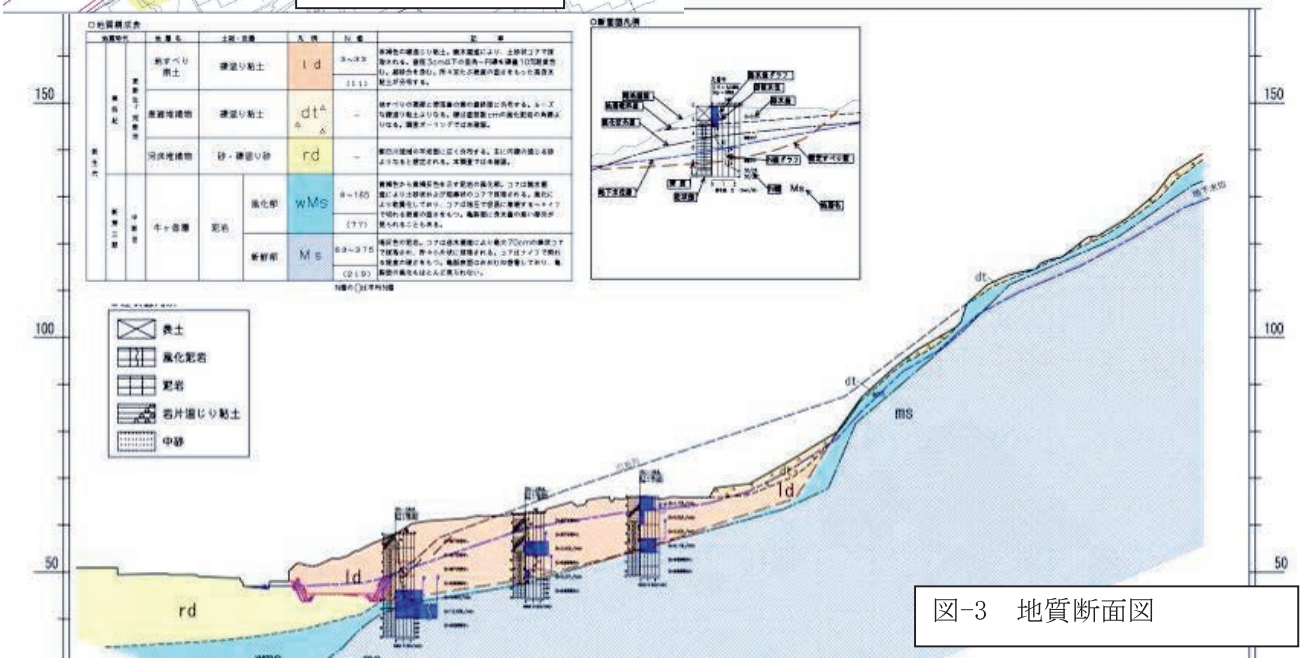


図-3　地質断面図

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 Fs=1.00 とした場合、末端切土後の安全率は Fs=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止工により仮設の安全率 Fs=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 pFs=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 Fs=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 Fs=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 Fs=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

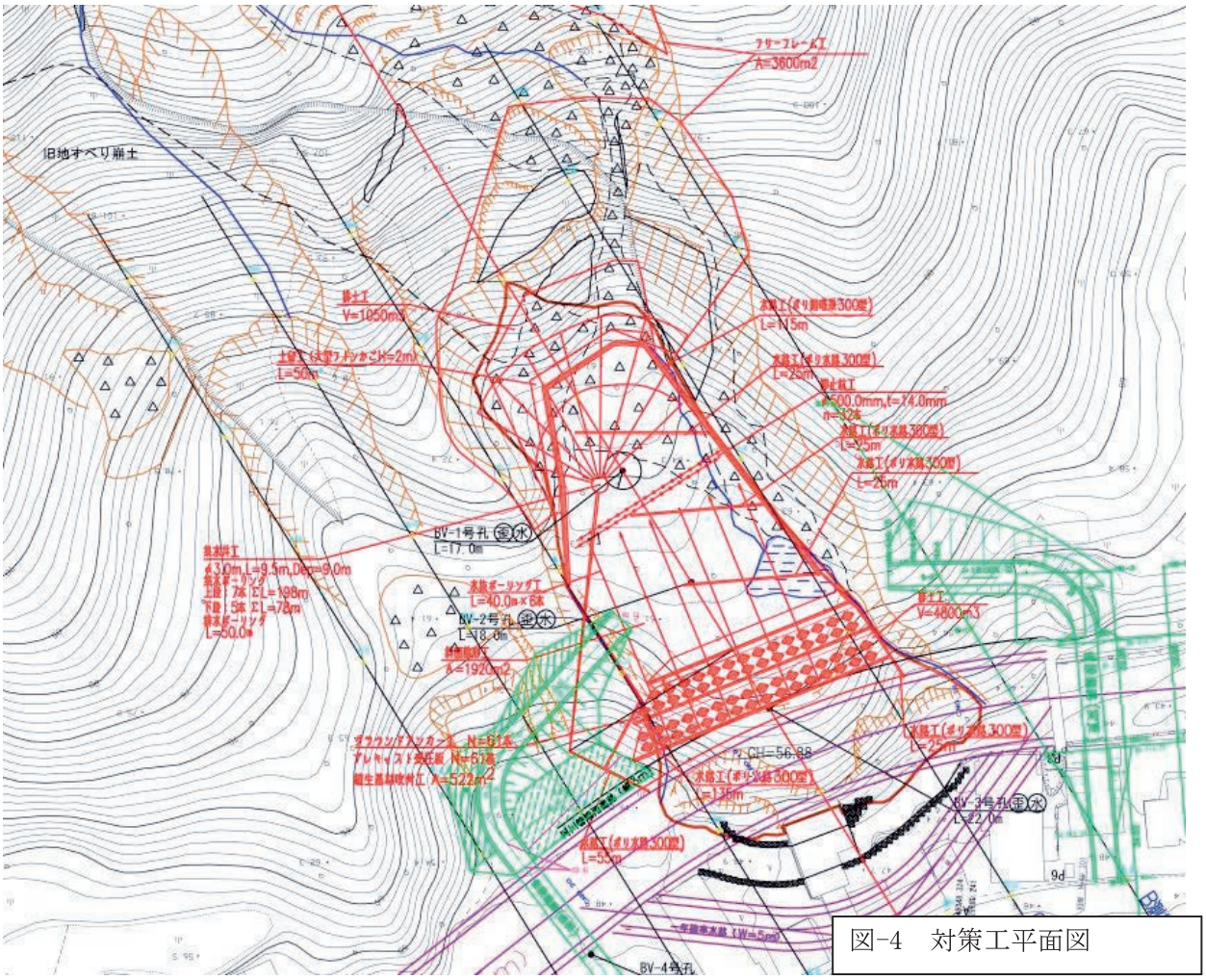


図-4　対策工平面図

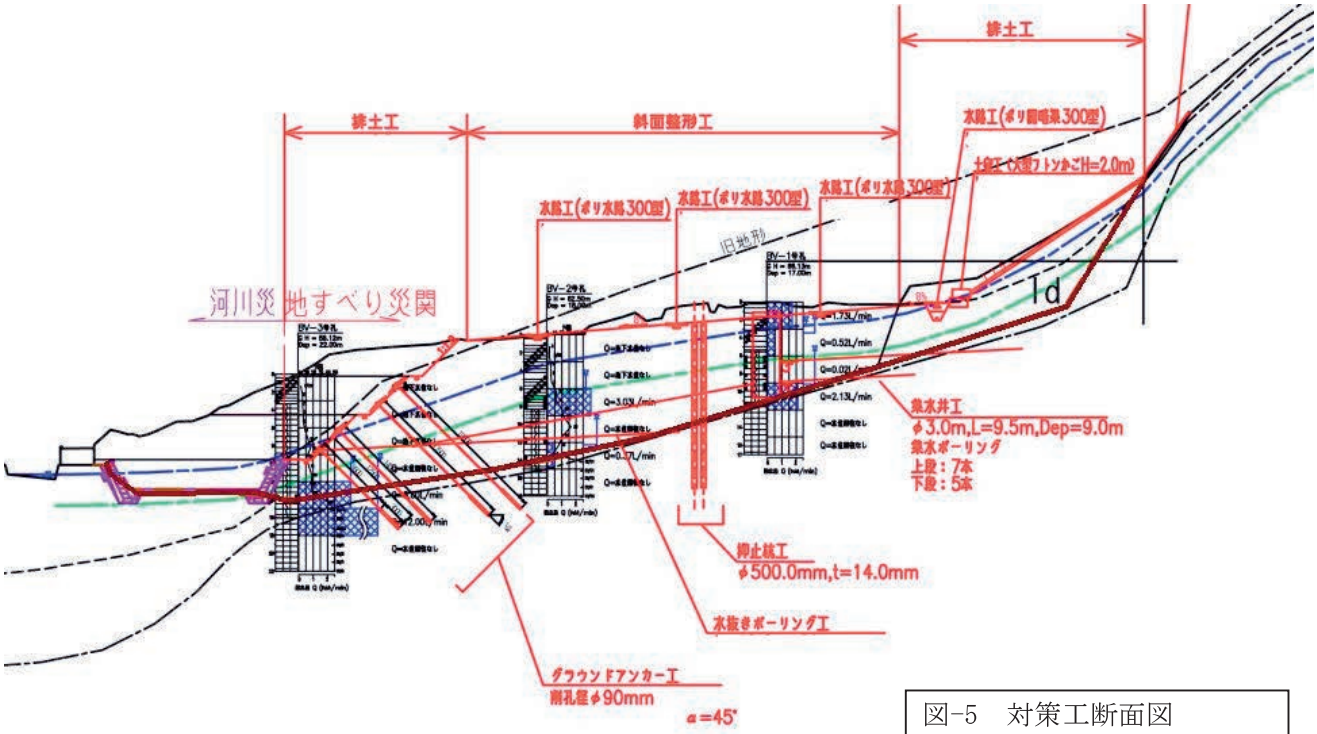


図-5　対策工断面図

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る）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った。

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

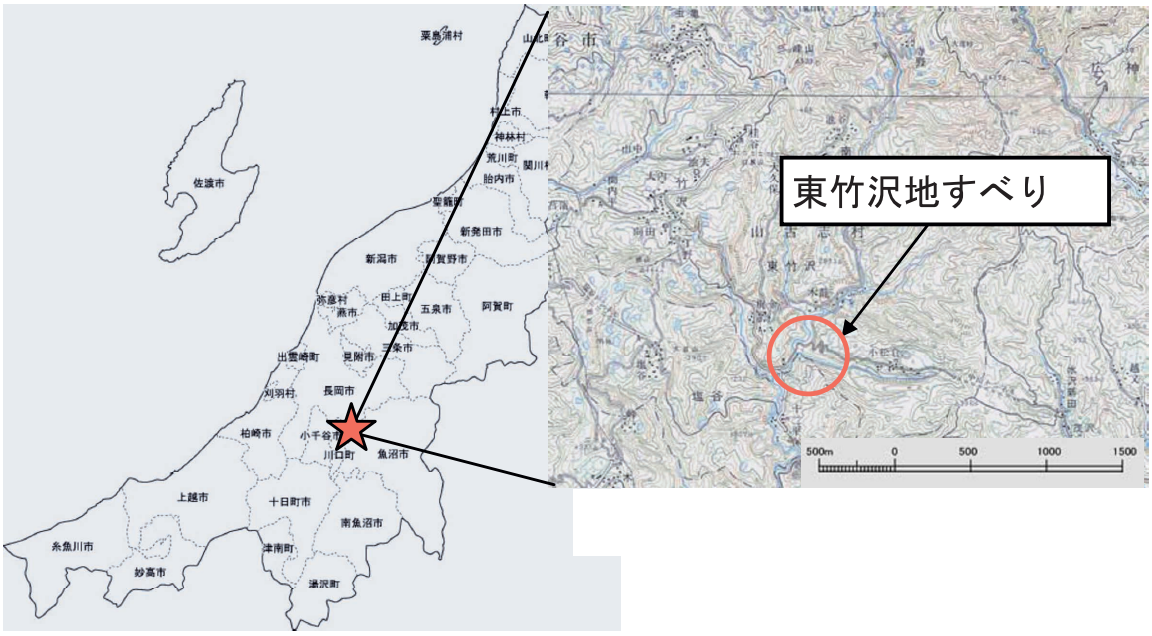


図１　東竹沢地すべりの位置

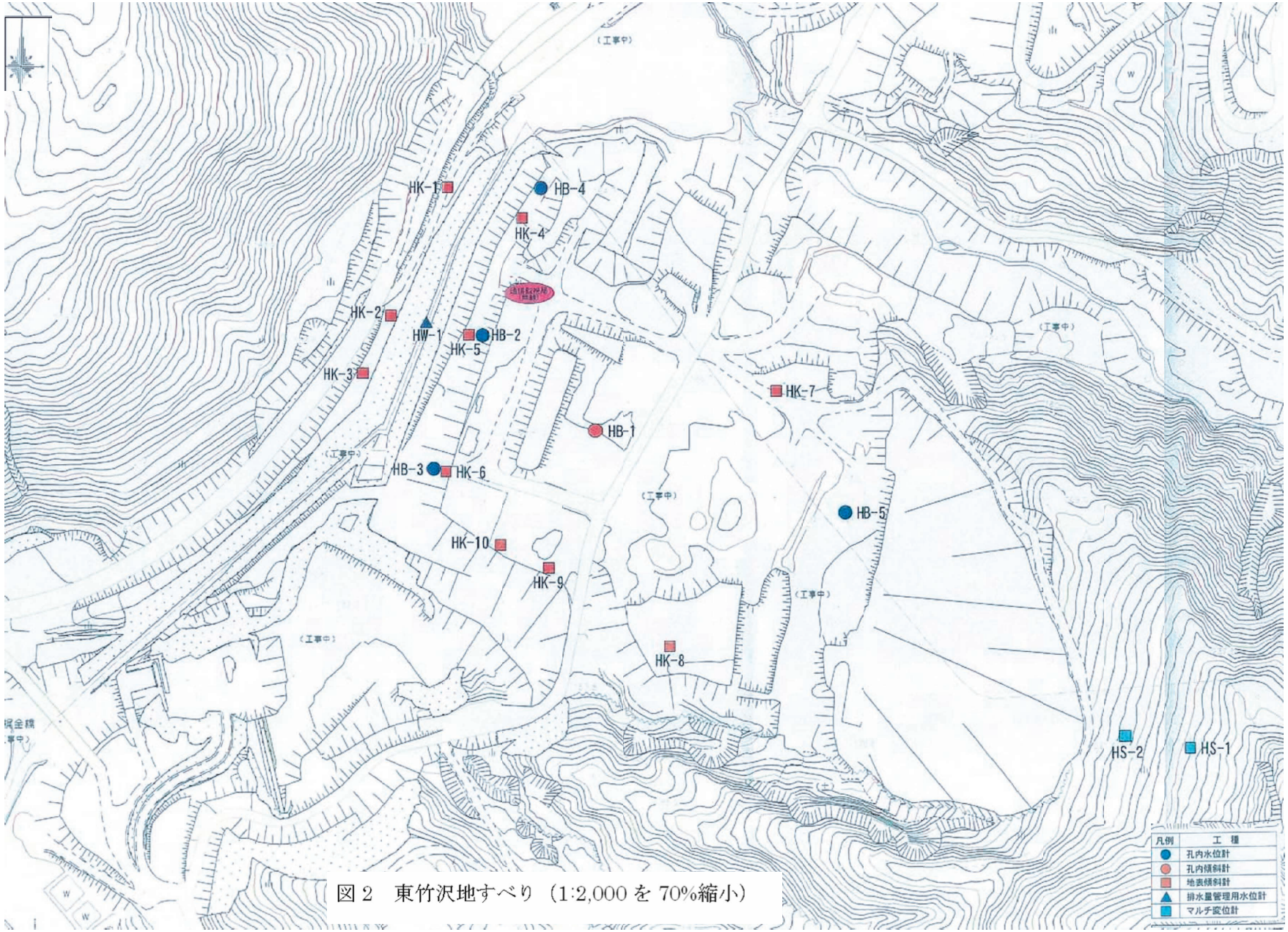


図２　東竹沢地すべり（1:2,000 を 70%縮小）

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河川沿いの渓岸崩壊，
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）

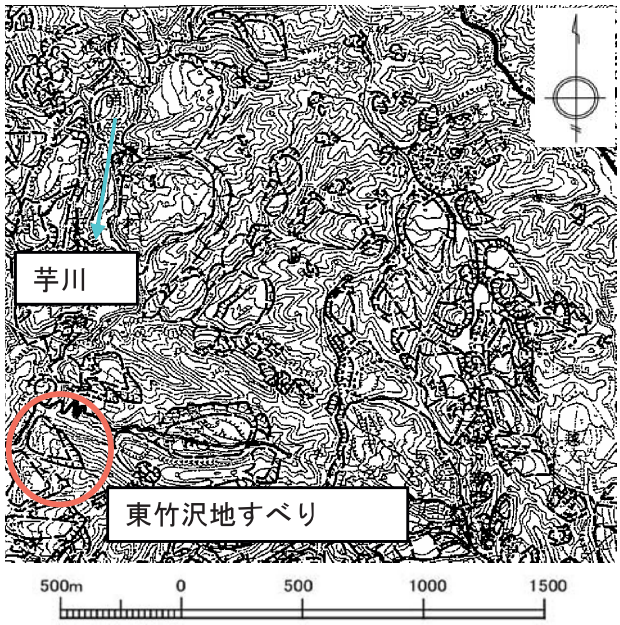


図 3　防災科研による地すべり地形判読
（地すべり地形分類図　小千谷，防災科学技術研究所に加筆）

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），家屋の移転が余儀なくされた。

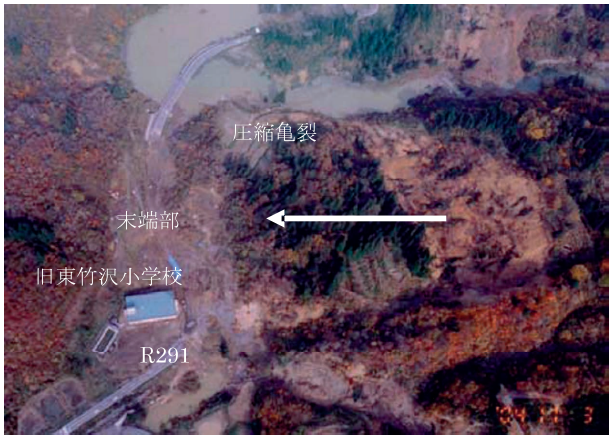


写真 3　東竹沢地すべり平面写真
（丸井撮影）

写真 4　河道閉塞による木籠地区の水没状況
（丸井撮影）

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々見られた。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^3 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

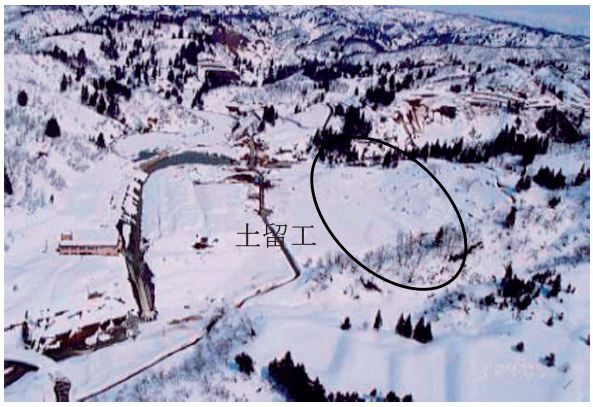


写真 10　2005 年 3 月の東竹沢地すべり（丸井撮影）

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。我国は言わずとしれた地震大国である。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.

小林巌雄・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・小林巌雄・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.

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。

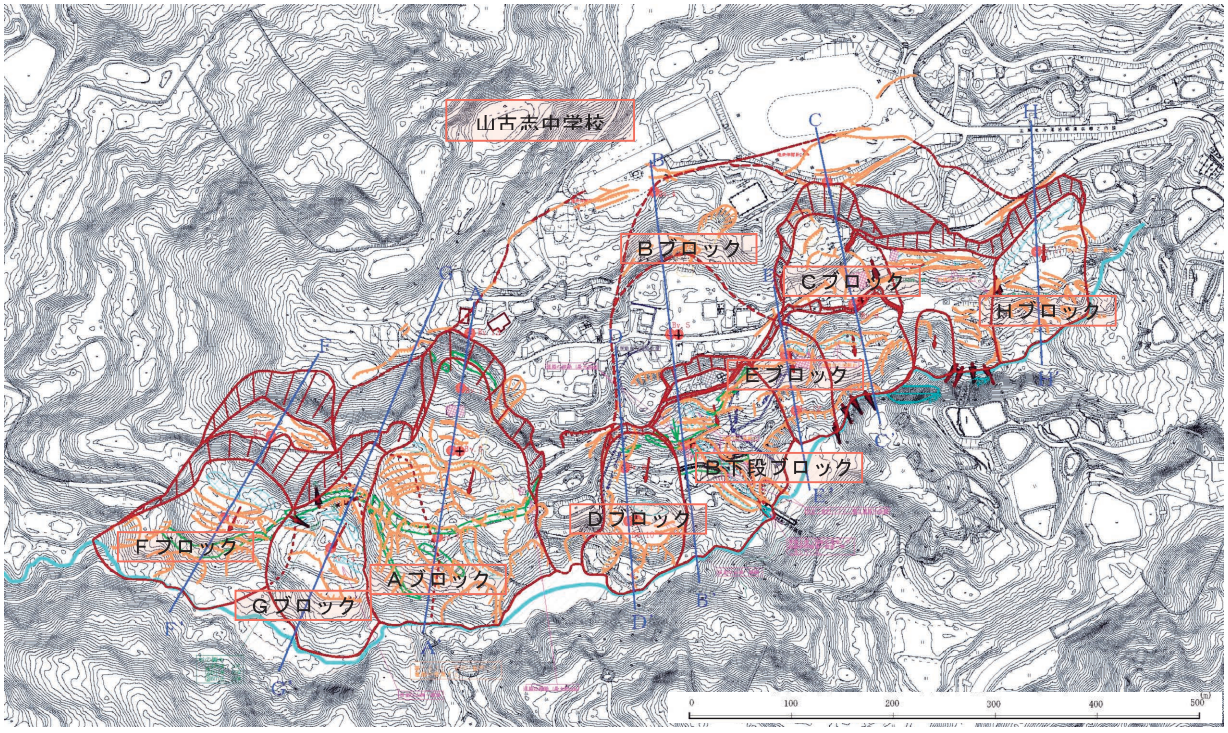
２．地震後の地すべり被災状況

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単斜面で、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^3 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砕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、上記の強破砕部や軟質部分から、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

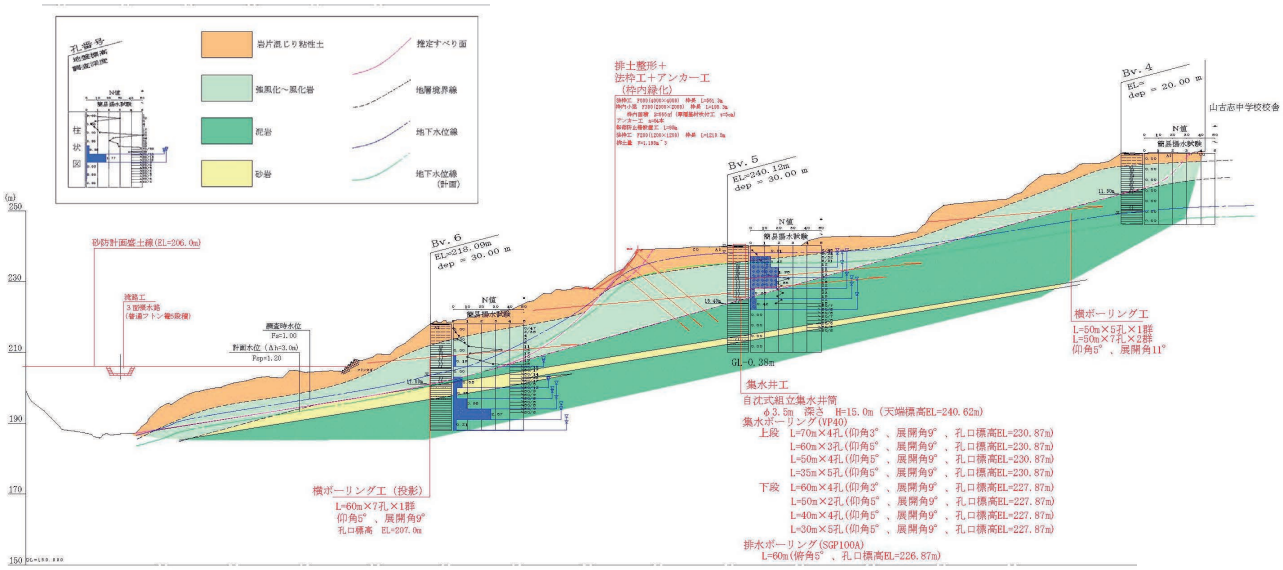
地すべり対策工の目的は、

- 移動体の安定
- 滑落崖対策

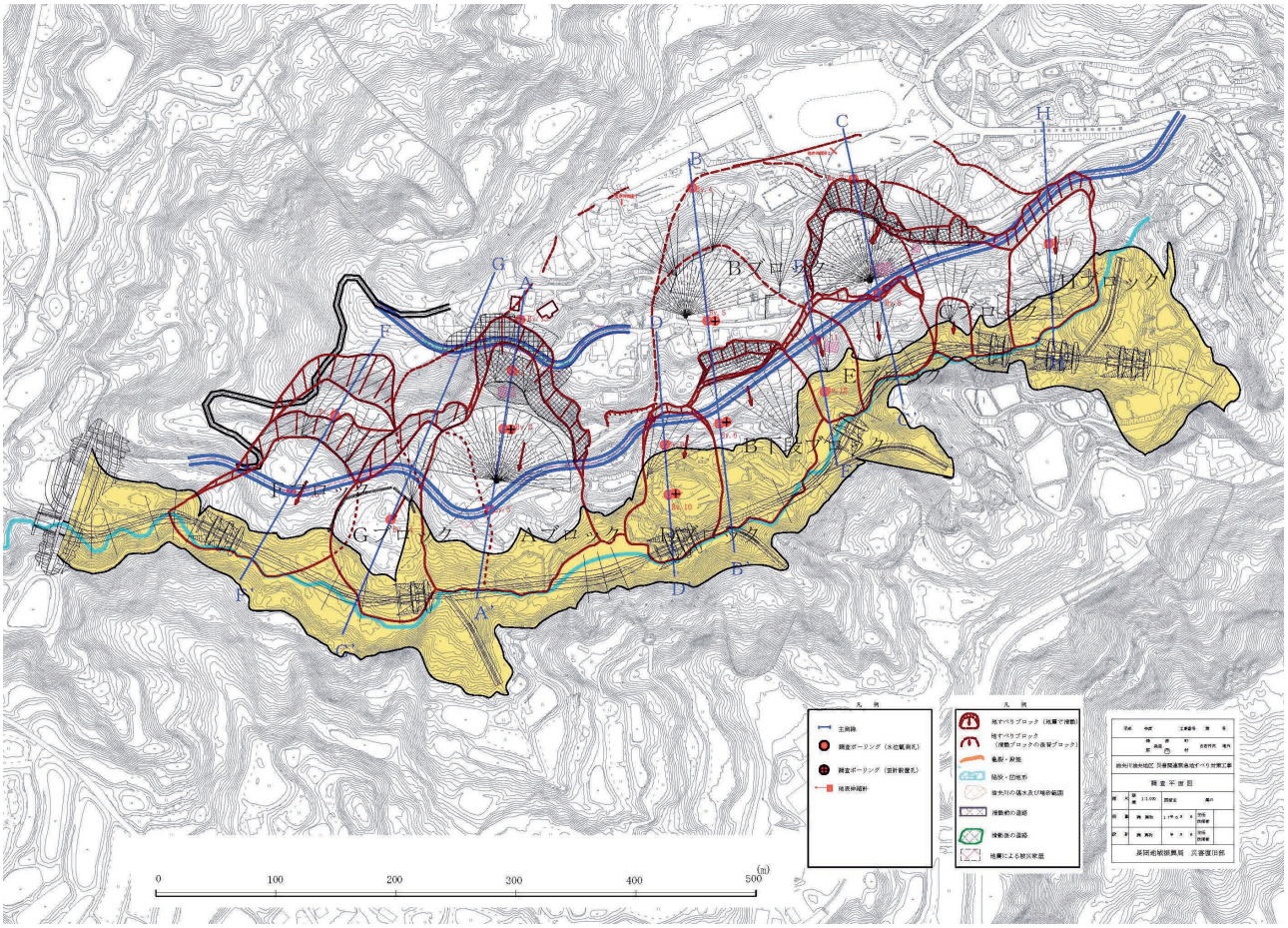
の２点として計画立案した（図－３）。基本的な考え方は、以下の通りである。

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 カ所
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 カ所
法枠工＋アンカー工	2 カ所
法枠工	2 カ所

－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。

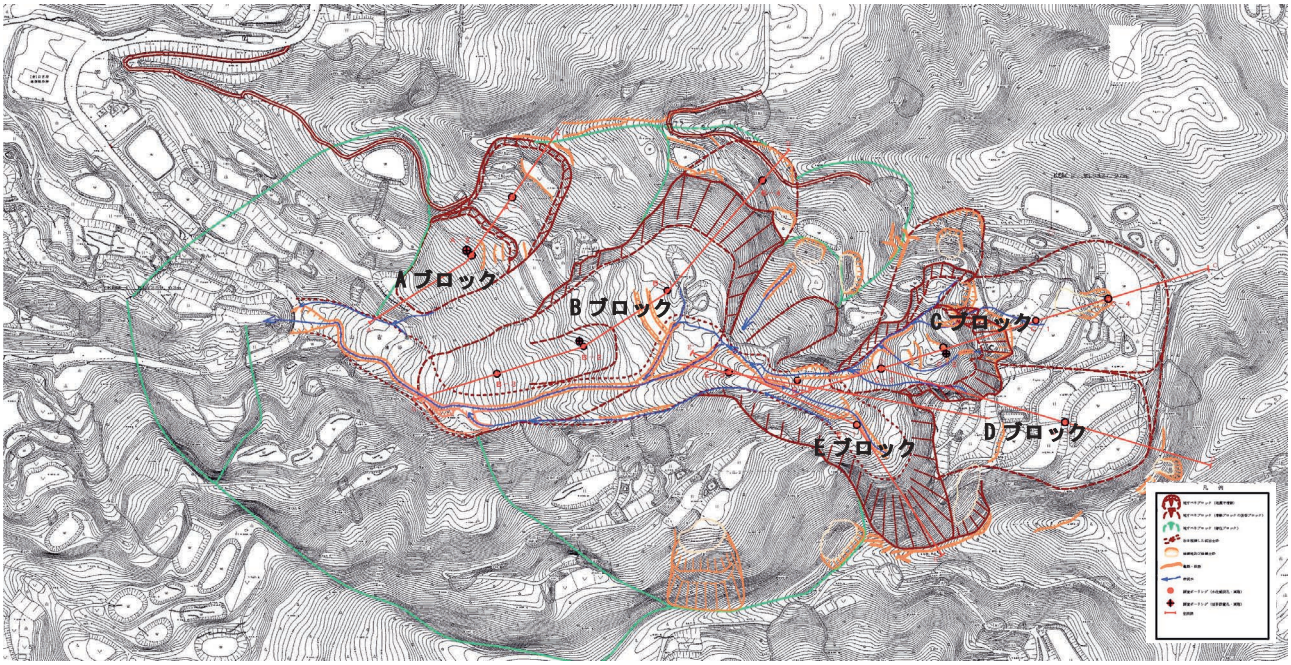
２．地震後の地すべり被災状況

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。

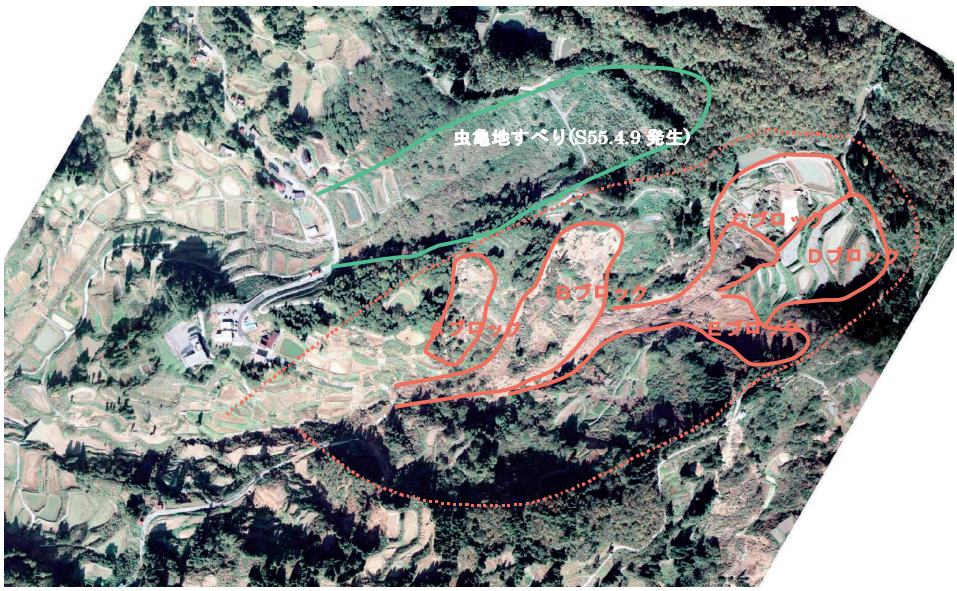
三石川地すべりは、馬蹄形を呈する源流域内の斜面で、A～E の 5 ブロックで、地すべりが発生したものである。この内、最も大きく活動したのは B ブロックで、滑落崖の規模から推定される水平移動量は、約 50m である。また、三石川左岸の E ブロックは崩壊性地すべりで、移動土塊は原形をとどめずに流動化し、三石川を約 500m 流下して県道河川横断部では、県道を土砂が埋塞した。

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^3
	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砕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中で、安全側を考慮し、上記の強破砕部や軟質部分から、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》

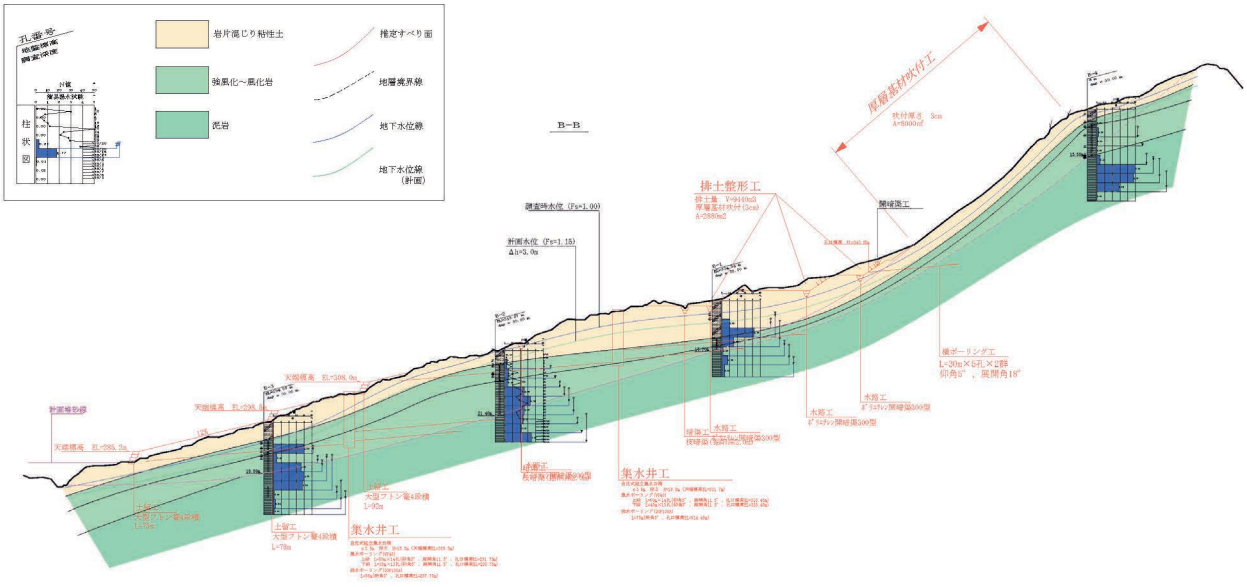
- 台風による異常降雨があったこと
- 新潟県中越地震による地震動の作用

５．地すべり復旧対策工

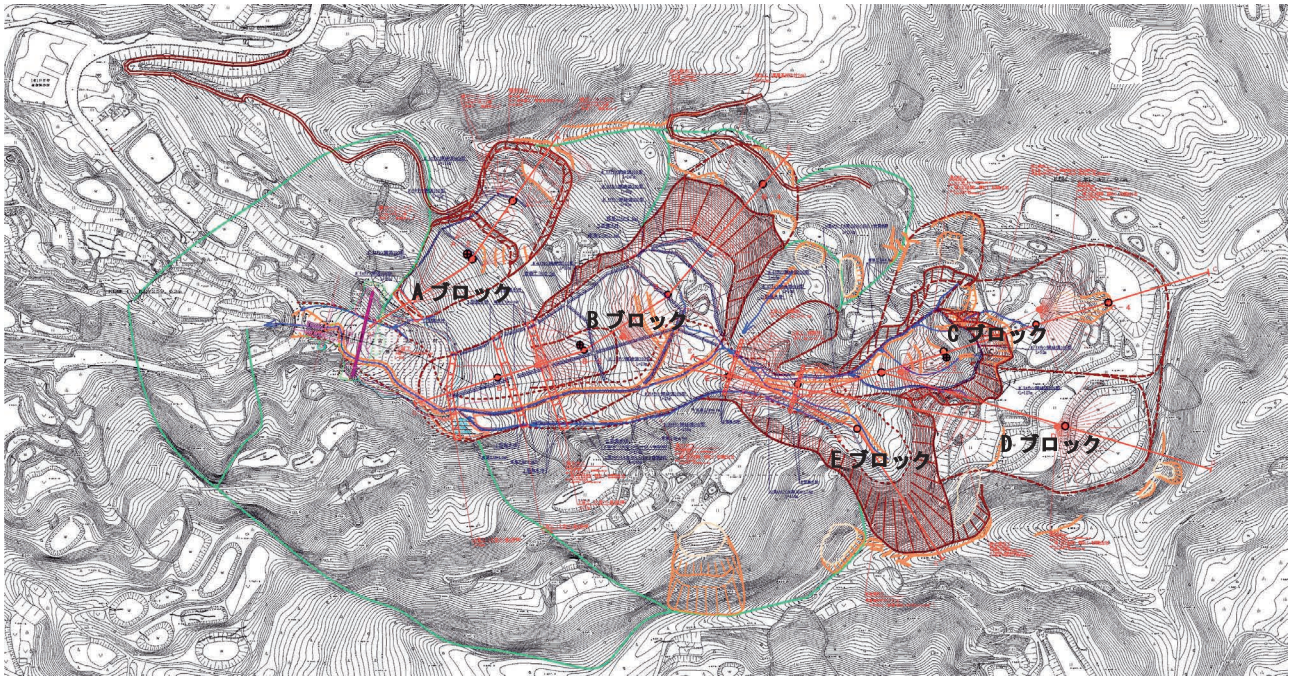
地すべり対策工の目的は、

- 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）



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点に重点をおいて立案した。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 カ所
土留工	6 基

・　滑落崖対策

斜面整形工	3 カ所
植生基材吹付工	3 カ所

・　砂防対策

砂防ダム（鋼製セルダム）	1 基

写真－４　工事完了後の状況

－以　　上－

濁沢地すべりの発生機構と対策について

Occurrence mechanisum of landslides and construction for Nigorisawa landslide

大曽根啓介（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、砂岩層をうすく峡在すること、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°～38° 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孔つづ実施した。

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。

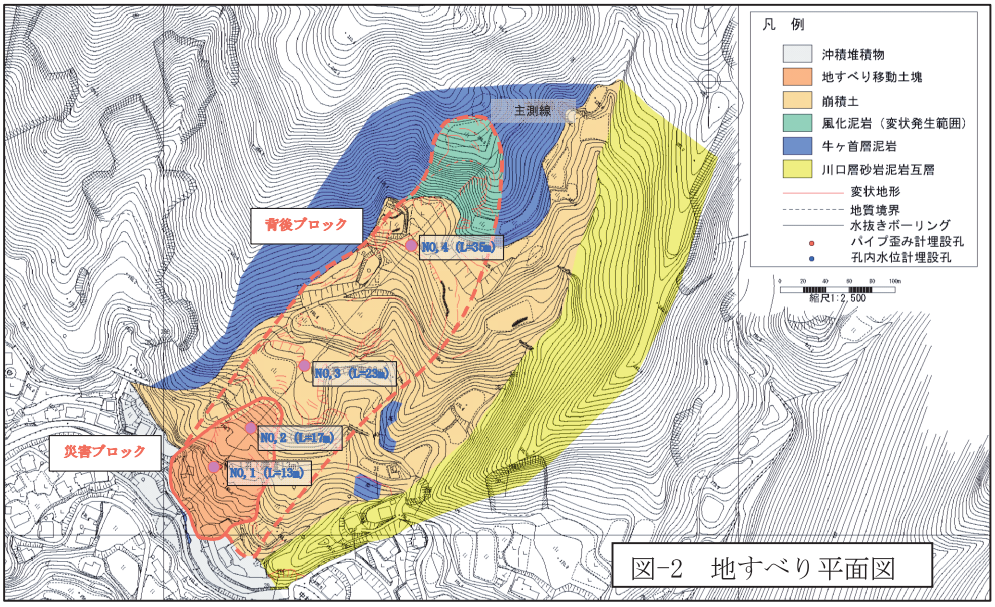


図-2　地すべり平面図

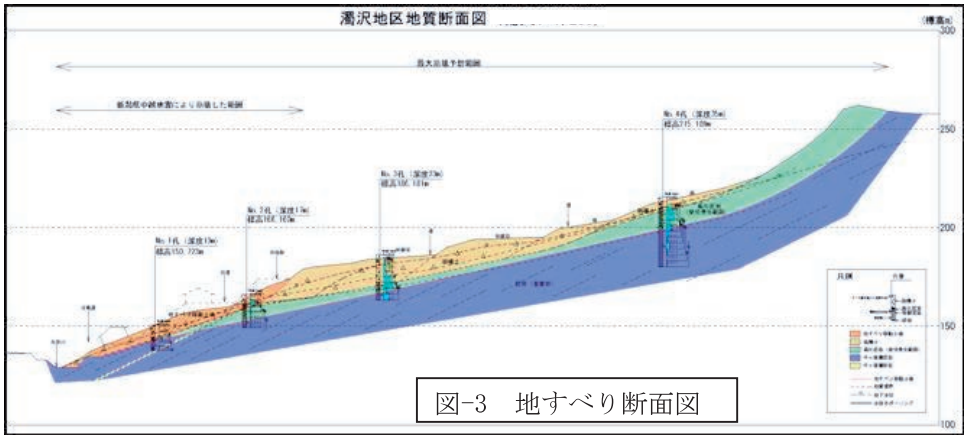


図-3　地すべり断面図

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。

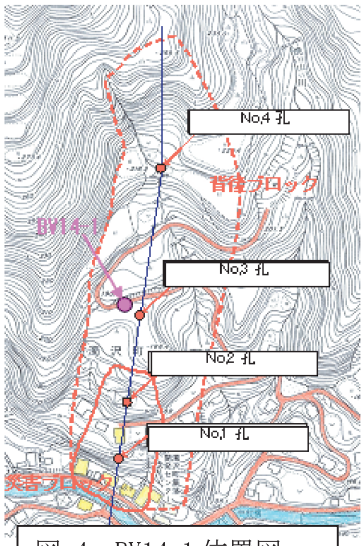


図-4　BV14-1 位置図

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出来ないため適用した。

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。

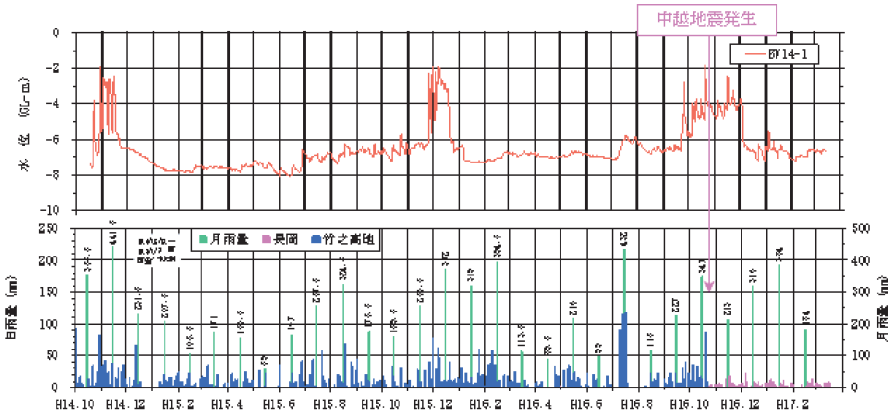


図-5　BV14-1 水位観測結果

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ったことから、地すべりの挙動はなかったと判断できる。

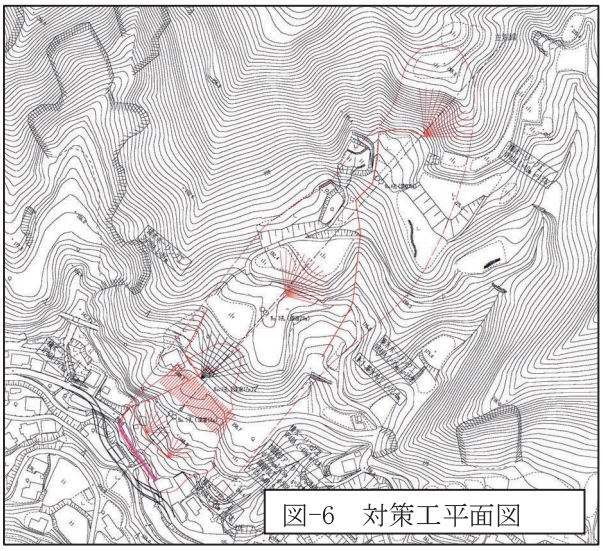


図-6　対策工平面図

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」しているわけでなく、中越地震によっ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っ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。

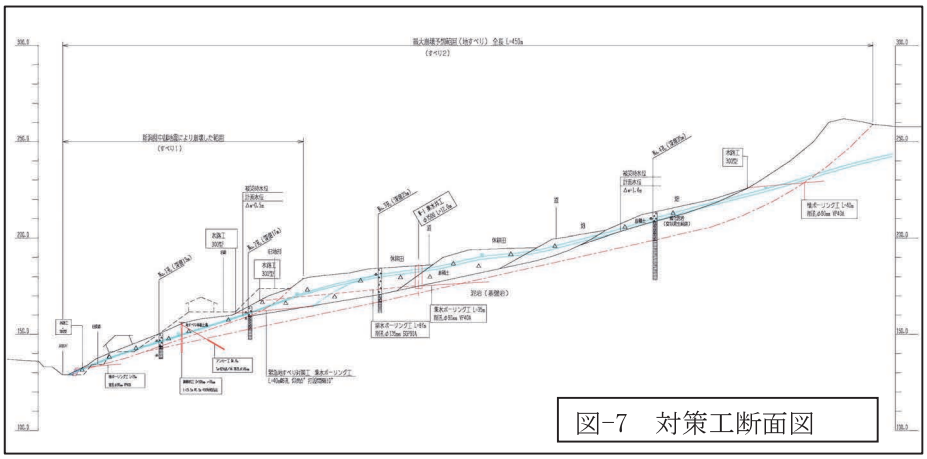


図-7　対策工断面図

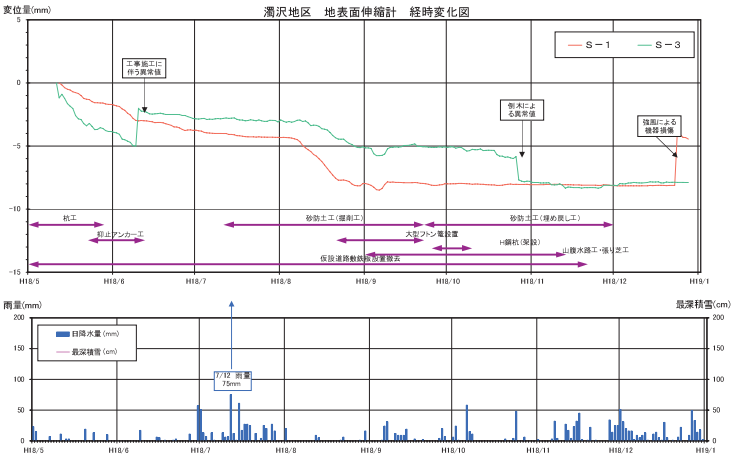


図-8　伸縮計測定結果図

Ｂ：柏崎・糸魚川コース

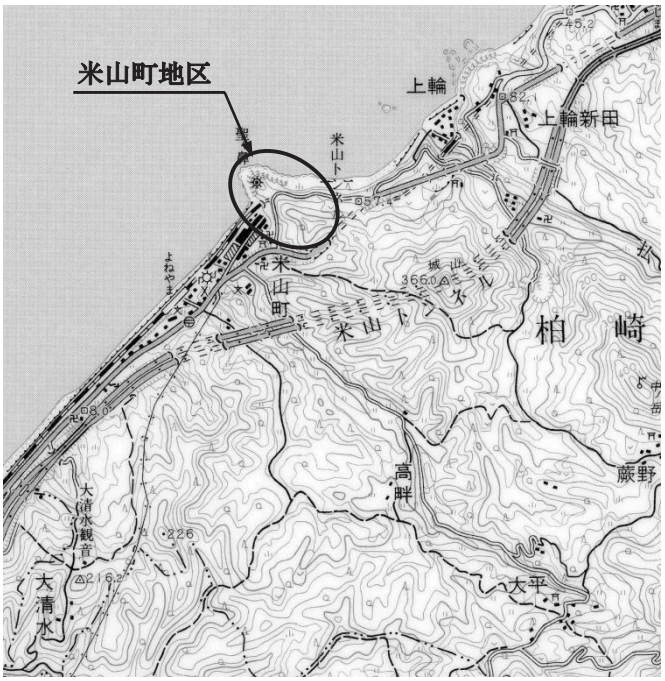
米山町地すべりの被災状況と復旧対策

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１１Ｋｍ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（９９３ｍ）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）。

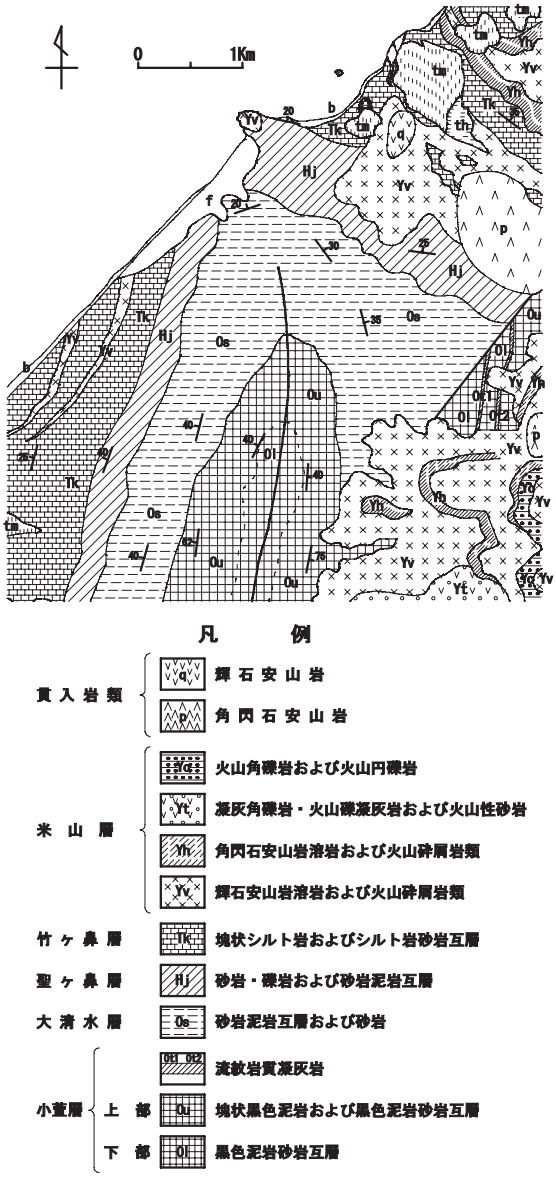


図－１　米山町地区位置図

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砕屑岩類が分布している（図－２）。現地では、地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，Ｂ２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，Ｄ２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

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）

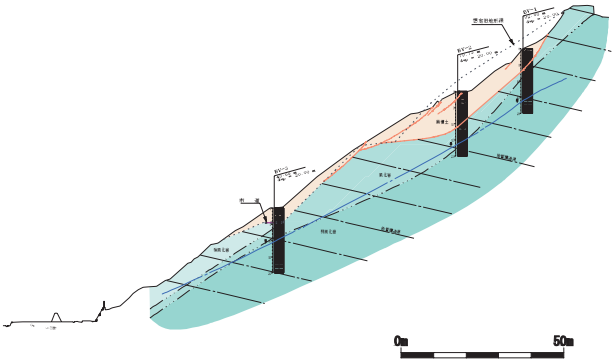
によって構成される。

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。

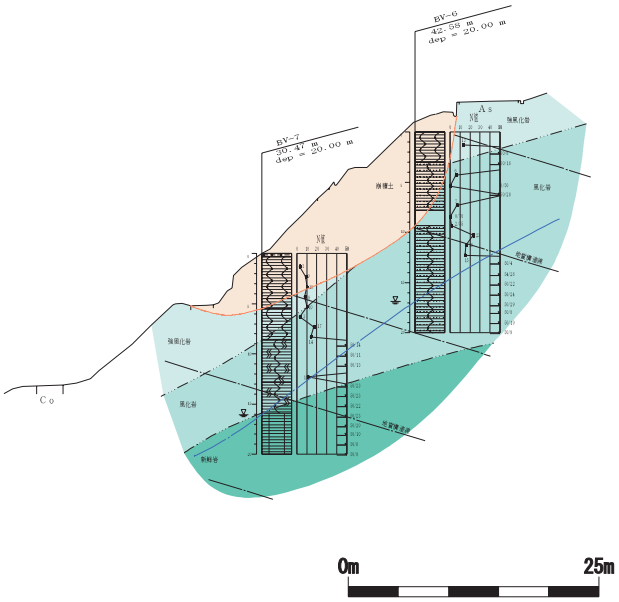
③．２層目および３層目の風化～弱風化泥岩・砂岩は、亀裂の発達や酸化鉄汚染は認められるものの乱された様子のない不動層である。

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－３　Ａブロック推定地質断面図



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 50000m³ 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されていること

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

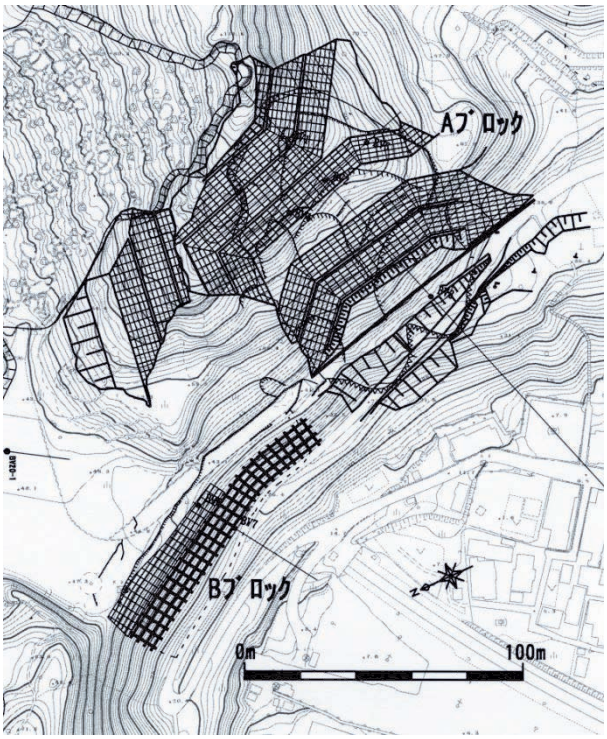
③．排土して斜面勾配を緩くすることが斜面上部にある市道との関係で困難であること

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

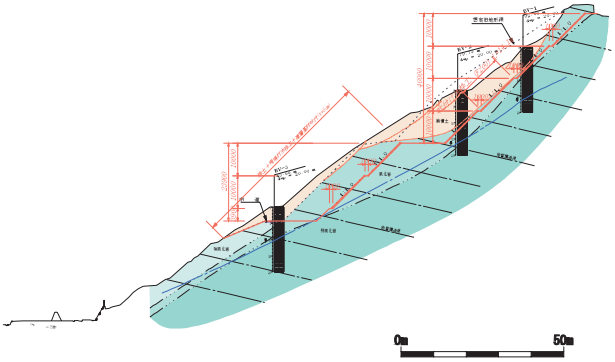
等を考慮して、抑止工によって地すべりの安定を図り、現場打法枠工と枠内緑化によって小規模崩落に対処すると共に景観を維持することとした。

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。

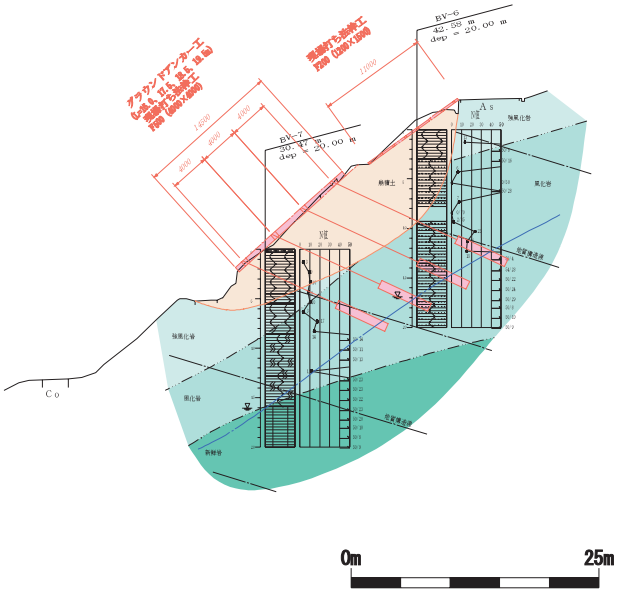
図－５に対策工平面図を、図－６および図－７にＡ，Ｂブロック対策工断面図を、写真－６にＡ，Ｂブロック対策工完成写真を示す。



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。

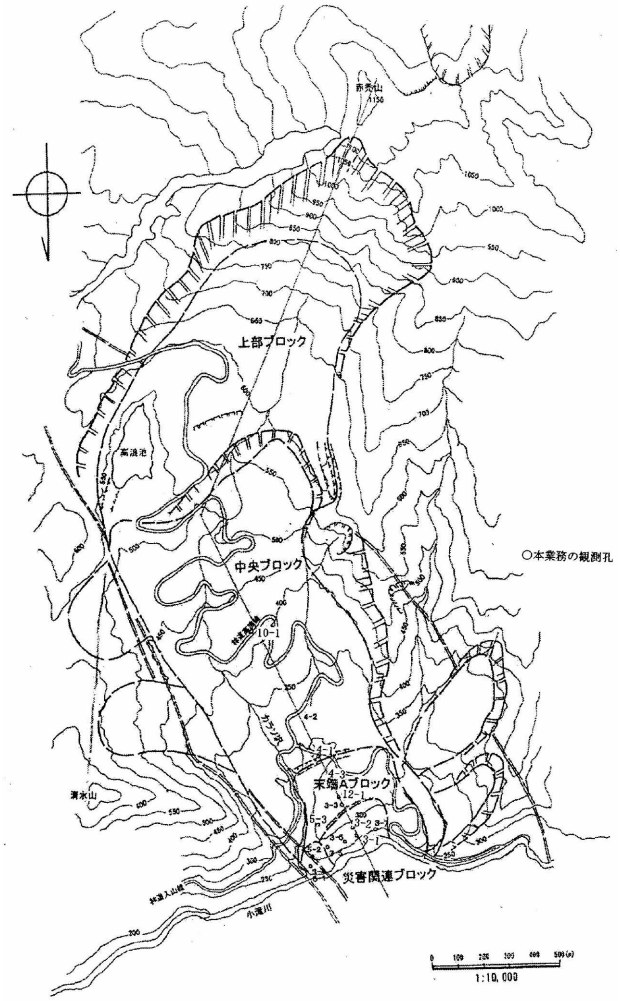


図-1 ブロック区分平面図

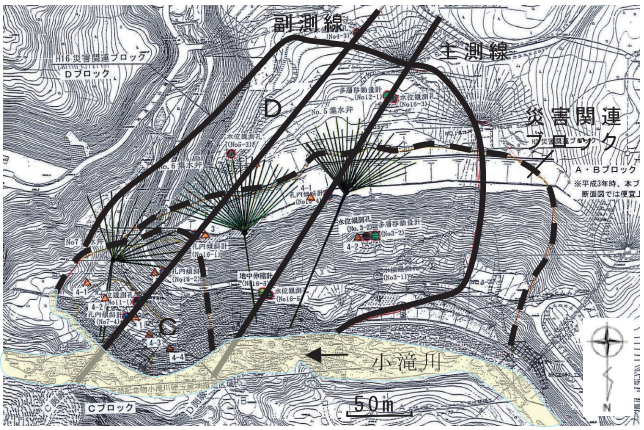


図-2 Ｄブロック対策工平面図

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。

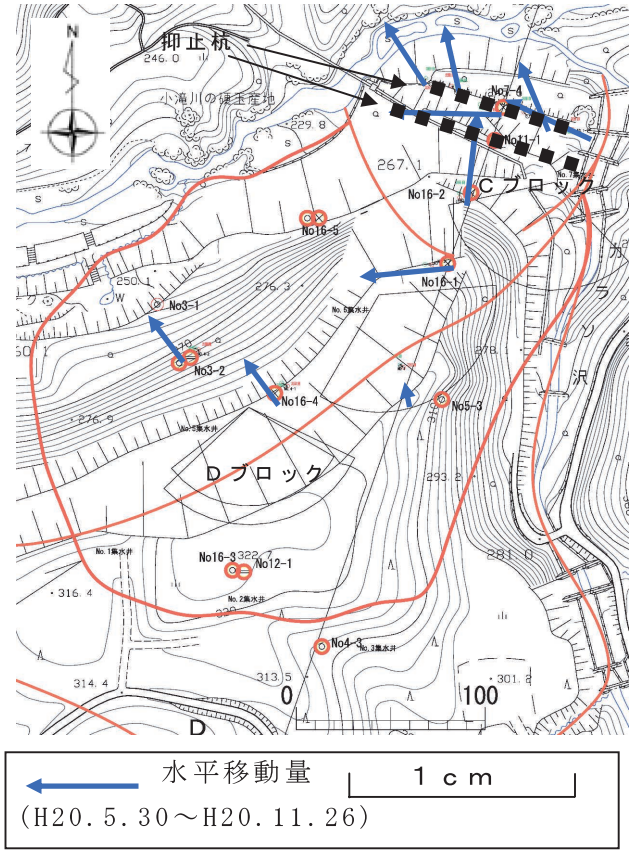


図-3　Ｄブロック移動杭観測結果平面図

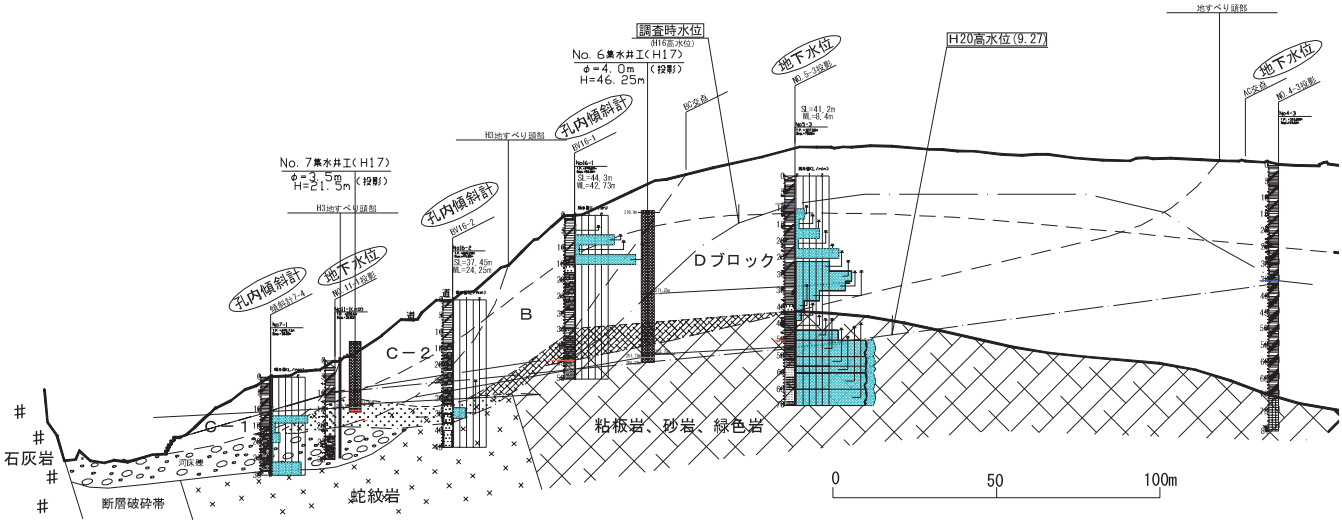


図-4　副測線　地質対策工断面図

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 prevension-

竹之内　耕，宮島　宏，茨木　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。夏こ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けるように。

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

ドブック、マップ、リーフレットがあって、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けるよう、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、古い変動帯と新しい変動帯の地質遺産をもっている。古い変動帯で地質現象を学び、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。

新潟県提供資料

―新潟県の地すべり対策事業―

～新潟県中越大震災大規模崩落からの復旧～

一般県道小千谷長岡線
16年災道路災害復旧工事

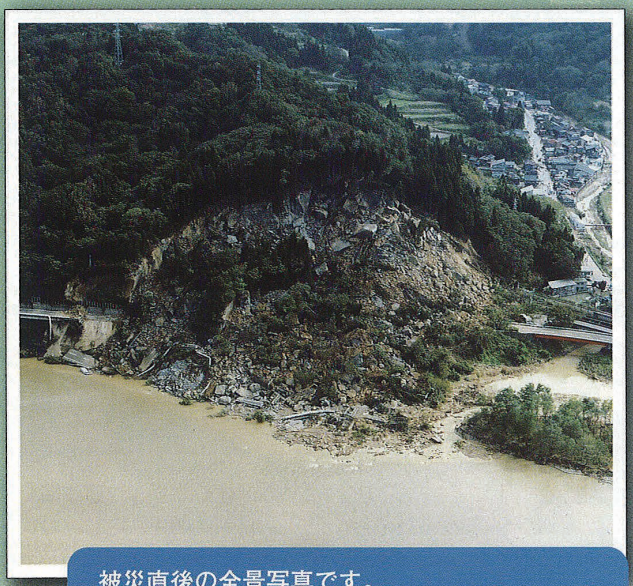
平成16年10月撮影中日本航空㈱提供

新潟県長岡地域振興局
災害復旧部

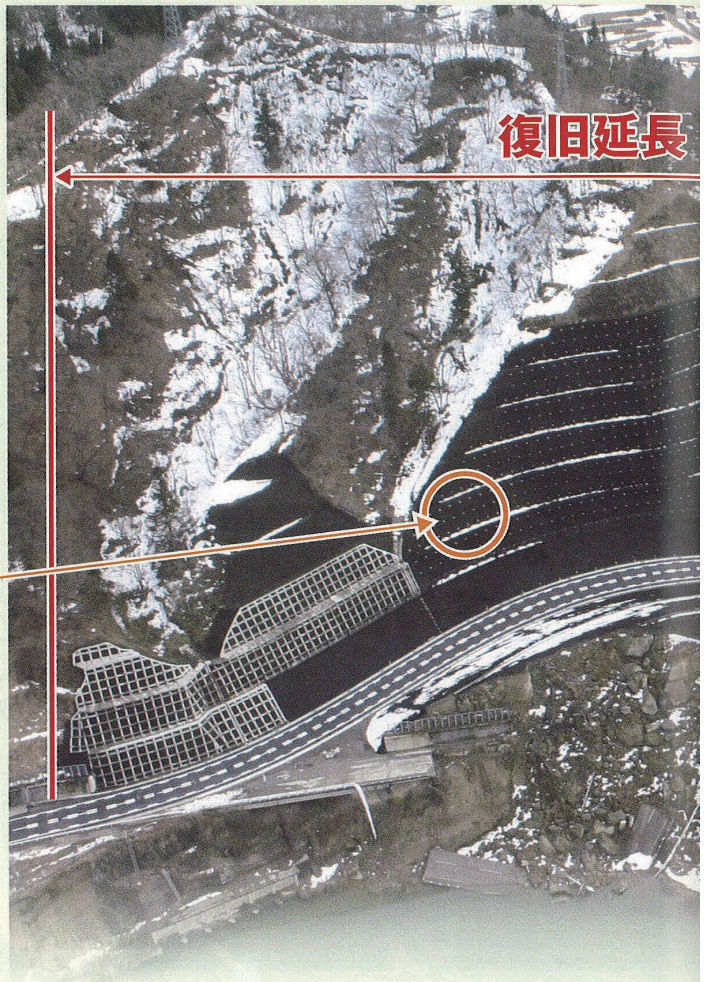
平成19年3月

一般県道小千谷長岡線

16年災道路災害



被災直後の全景写真です。
災害のすごさを物語っています。
工事は平成18年の雪解けから開始し、約1年で完成しました。　（写真提供　中日本航空㈱）



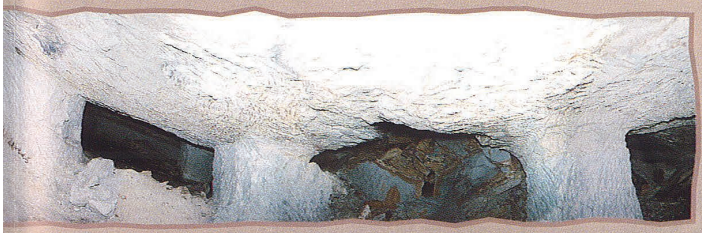
掘削中に化石を発見しました。鑑定の結果、約250万年前のもので、体長7m以上の海牛（ジュゴンやマナティの類）でした。このあたりは、その当時水深数十㍍から百㍍ほどの海でした。

事前調査により、地山内に戦前磨き砂を取った高さ約1.
アンカー工の支障となるためセメント系の充填材により充
も及びました。また、地山には亀裂も多く（写真左下）そ
以外の亀裂にも回ったため、崩れやすい地山への対策にも
況ですが、充填材が空洞及び亀裂によく回っていることが

復旧工事について

平成19年3月の完成を目指し、施工に時間のかかる空洞充填工、アンカー工は昼夜連続で作業を行い、その他の作業は、早朝から夕方遅くまで作業を行いました。

27万m³、50mプール約180杯の掘削を行うため、大型の機械を使用しました。手前のブルドーザは約100t（通常21t）その先のバックホウは3.5m³級（通常0.8m³級）です。

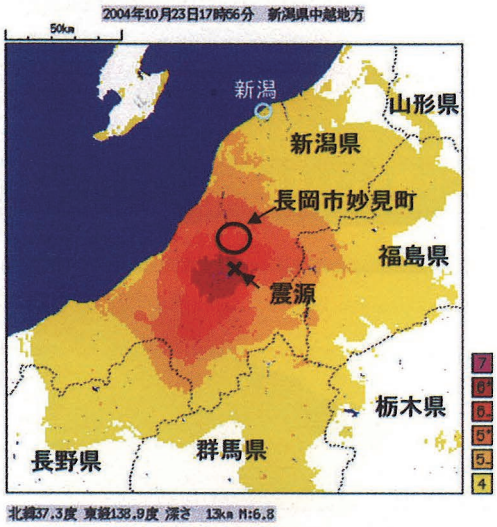


5mの坑道が確認されました。（写真上）空洞は、グランド充填を行い、その充填量は50mプール約5杯分、7,700m³に。そのような場所の掘削は困難を極めましたが、充填材が空洞もなりました。右下の写真は、充填した後掘削した法面の状が分かります。

被災の状況

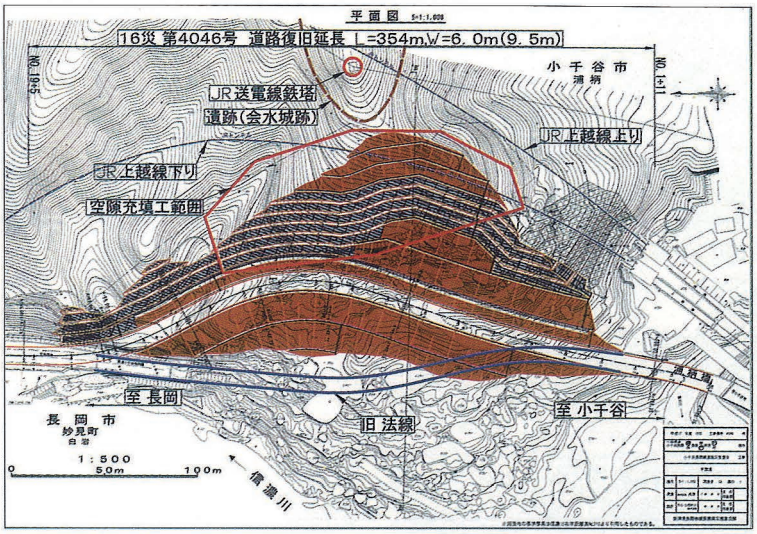
平成16年10月23日（土）17時56分新潟県中越地方（川口町）を震源とする震度7（マグニチュード6.8）の地震により、震源に近い長岡市妙見町地内の一般県道小千谷長岡線において大規模な崩落が発生しました。崩落の規模は、幅（道路延長）250 m、長さ（奥行き）140 m、厚さ（推定）30 m、崩壊土量約50万㎥（推定）にも及び、崩落土砂は現道より最大で約100 m信濃川方向に到達しました。この崩壊により車両4台が崩落に巻き込まれ、男児1名がレスキュー隊により奇跡的に救出されましたが、2名の尊い命が犠牲となり、当該箇所はその被災規模の大きさから、中越大震災を象徴する場所となっています。

復旧工事の概要

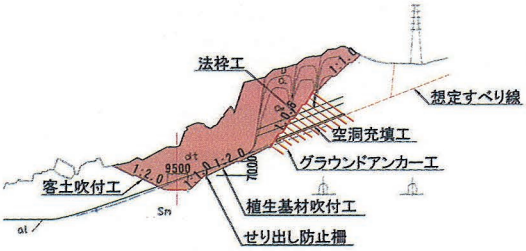


震度分布図（気象庁）に地名を加筆

〈 位 置 図 〉



〈 平 面 図 〉



〈標準横断面図〉

- ■ 復旧延長　：L=354m　W=6.0（9.5）m
- ■ 掘削土量　：V=約27万㎥
- ■ アンカー工　：N=826孔　L=約18,000m
- ■ 空洞充填工　：V=約7,700㎥
- ■ 工事費　：約20億円

当該箇所については、震災の記憶を無くさないために保存すべきとの意見等が有りましたが検討の結果、被災前の現道に近いルートで復旧することが決定されました。

復旧ルートの選定にあたっては、この付近の地質が一度崩れるとすぐもろくなり、転圧しても沈下しやすい性状のため、道路を崩壊部ではない山側の岩盤上に復旧しています。

対策工法としては、崩壊頭部にある送電線、遺跡（城跡）に掘削がかからないように切土勾配を安定勾配（1割）よりも立てた6分勾配とし、すべり面背後にある潜在的なすべりに対してはグランドアンカー工により抑えることとしました。

その他、当該工区の特徴としては、地山内にすべり線に沿った空洞があることがあげられます。これらの空洞は、戦前に掘られた磨き砂の坑道であり、アンカー削孔時及び定着時に支障となることから、セメント系の充填材により充填を行っています。

新潟県中越大震災による
一級河川朝日川浦柄地区の河道閉塞の概要

新潟県長岡地域振興局
災害復旧部（小千谷庁舎）

■被災概要■

１　位置　　新潟県小千谷市浦柄地内

２　地震発生と経過

川口町を震源とする深さ１３ｋｍでマグニチュード６．８の地震が発生し北魚沼郡川口町では震度７を観測した。また、この地震では本震を含めると震度６以上を５回、５強及び５弱を１２月２８日までに１４回観測した。

震源から約６～７ｋｍ北よりの浦柄地区では、一級河川朝日川左岸の斜面で地すべりが発生し、押し出した土砂が朝日川を埋塞した。移動土塊が右岸側の護岸及び一部住宅に達し停止したが、埋塞箇所の上流部では河川が氾濫し、国道２９１号の路面上、住宅地を流下した。

３　崩壊状況

幅	約６０ｍ
長さ	約１００ｍ
深さ	約５～１０ｍ
推定崩壊土砂量	４万m3

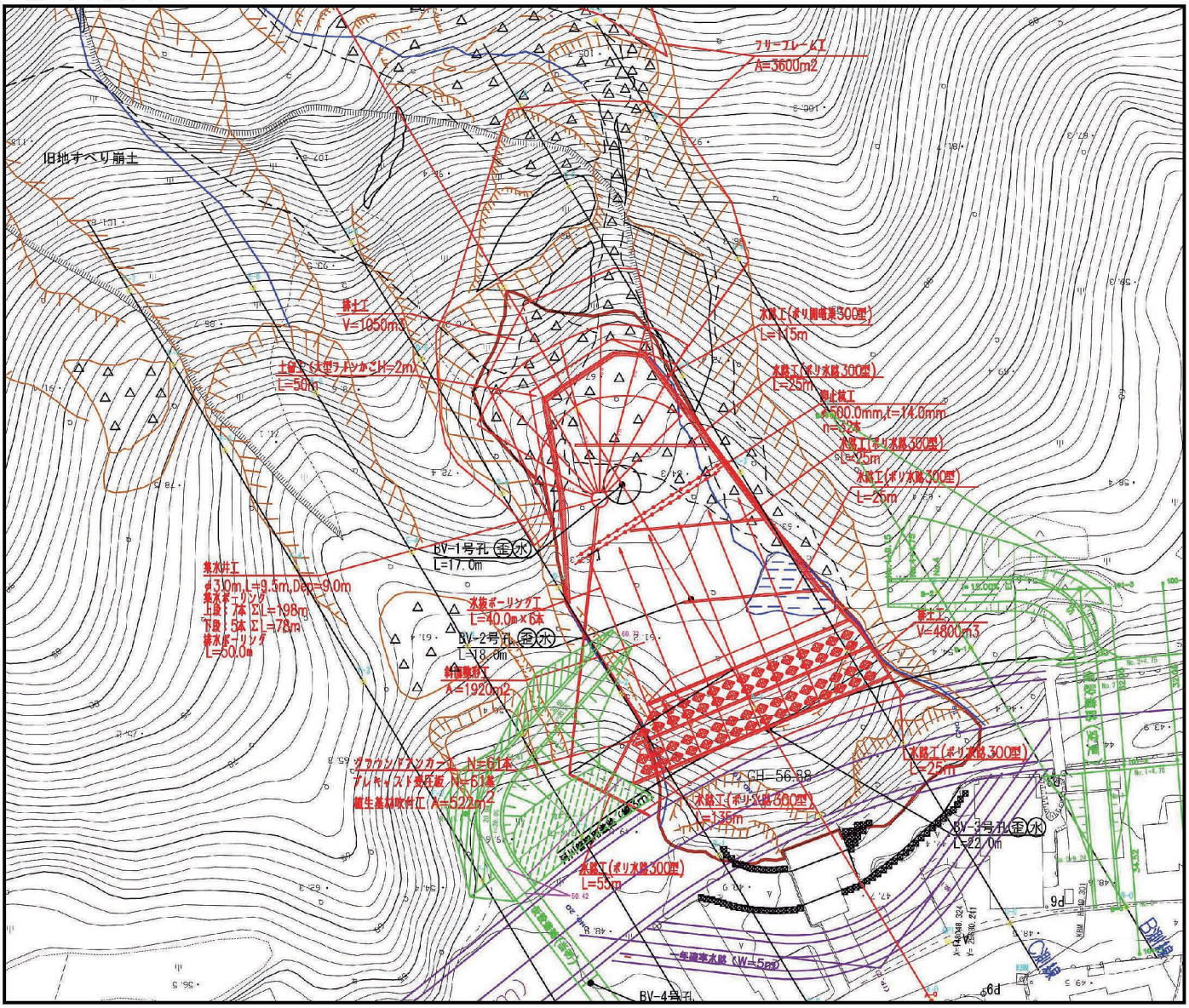
４　被害状況

朝日川河道閉塞	１７０ｍ
朝日川河道閉塞による	
床下浸水	２１戸
床上浸水	１６戸
国道通行止め	５０ｍ

■復旧概要■

埋塞した朝日川の復旧は河川災害復旧事業により、左岸斜面の地すべり対策は災害関連緊急地すべり対策事業により復旧を行った。

計画平面図



事業概要

①河川災害復旧事業

事業費　　２７６．３百万円

主な工事内容

復旧延長　右岸L=95.0m、左岸L=61.0m

環境保全型ブロック積工　Ａ＝６１９m2

埋塞土砂撤去　Ｖ＝１３，１００m3

（応急対策）

家屋補償　住宅２棟、倉庫・物置等２棟

家屋取り壊し　４棟

流木処理　１式

仮廻し水路　Ｌ＝８３．６m

②災害関連緊急地すべり対策事業

事業費　　３１１．５百万円

主な工事内容

抑制工

排土工　Ｖ＝11,000m3

集水井工Ｎ＝１群

（φ３000mm、Ｌ＝9.5m）

抑止工

グランドアンカー工　Ｎ＝61本

抑止杭　Ｎ＝３２本

（φ500mm、t=14.0mm）

法枠工　Ａ＝2,600m2

■震災の記憶■

東山復興マップ「各集落のヒアリングダイジェスト版」（中越復興市民会議）より抜粋

首沢地区

帰宅のバスの中で地震にあった。２９１号の生コン工場のあたりで道が寸断していた。そこからは歩いて村に向かった。しかし歩き出してすぐの浦柄あたりで水があふれてきた。服がぬれてものすごい寒さだったという。水の中を自動車がくるくるまわりながら流れてくる。このまま水の中を歩けないと判断し、浦柄の人に山の中を案内してもらい先を急いだ。結局日が変わるくらい６時間かけて村まで戻った。

食事は、鯉のいけすの水で炊き、野菜は畑から持ってきた。ほとんどの人が二晩寝られなかった。

寺沢地区

浦柄のあたりまで戻ってきたが、浦柄は水がでていてとても先に進めない。そこからは歩いて山を登り寺沢まで戻ってきた。寺沢に戻ってから土砂崩れのすごさに驚き、このままここにいて、雨がふったら土石流が流れてきて非常に危険だと感じた。

塩谷地区

余震が続く中、救出は続いていた。「余震が来たら、『みんな離れろ！』って離れて、また余震が収まったら救助を始めて、の繰り返しだった」と語る。ジャッキを使って、またバールを持ち出したり、日が暮れて暗くなる中、消防ポンプに付いているライトを照らして灯りを取る人、人工呼吸をする人など、住民がそれぞれ分担をしながら救助に当たった。その努力もあったが、本当に残念なことに３人の尊い児童の命がその地震によって失われた。「どれくらい時間が経ってたか、へぇもう分からねかったて。」

岩間木地区

ある若夫婦は、地震が起きて車を安全な場所に避難させようとした時に、山から水があふれてきて、車ごと流された、200m先なんとか車がひっかかって脱出できた。車は1km先まで流されていったという。

荷頃地区

「今回の地震で出る人も多くなってしまって、出る人には『〇〇という制度がありますよ』っていろいろあったけど、やっぱり『山へ戻ろう』とは一度も行政からは言われなかった。離村を奨励されているかのような気にもなったて。山に人が住まなくなると山が荒廃するろ。そうすれば今度は水も出なくなっちまう。この山からの水で恩恵を受けている都会の人たちの飲み水もなくなっちまう。」

朝日地区

「（自宅に向かうため）歩いてたら家が上流から流れてきてビックリしたて。あの家の中にまだ人がいたみたいだったからあれがあのまま川まで流されていたら、大事ったて。」浦柄の家が土砂崩れと上流からの鉄砲水で流されてしまったという。「それで何とか山側に引っかかって家が流されずに止まったから、良かったけどね。」

小栗山地区

「家に居て、それで被災したもんだから、でも逃げ場が無くて。下の国道（291号）からここまであがる、ちょうどこのムラの入り口のところにあった電柱が地震で抜けて、それが電線からちょうどぶら下がる形になってたから、車でそれ以上上れなくて。他にも１ｍくらいの段差が出来たりして、結局ここから出られない状態だったて。下を見ると火の手が上がってるし、もう何が起きたのか分からなかった。」

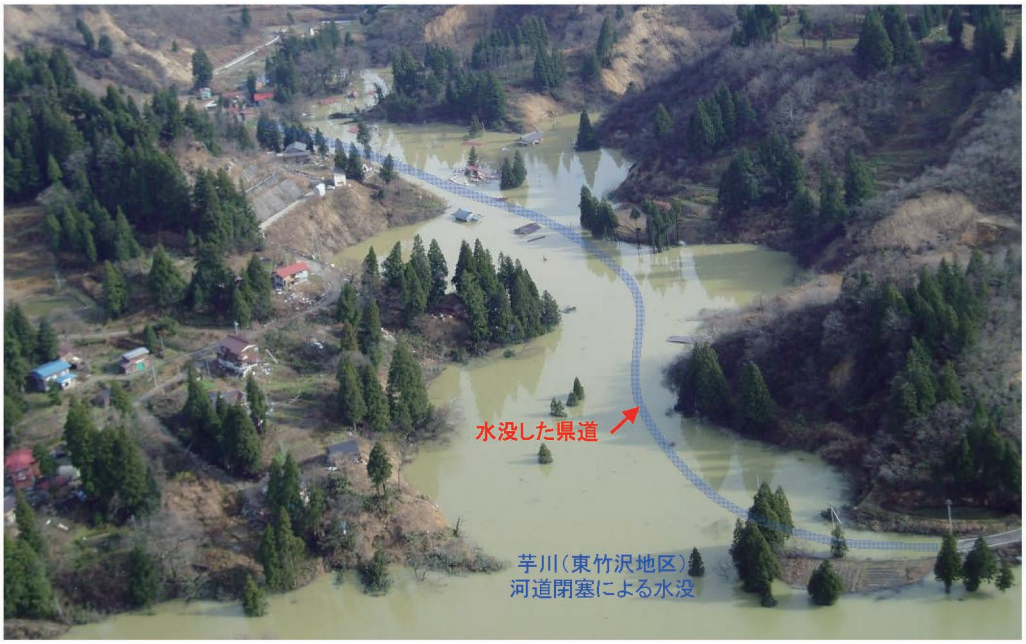
中山地区

「自分が暗くなっていても誰も助けてくれる訳じゃない。だから自分が元気出して、頑張っていくしかないんだ。」

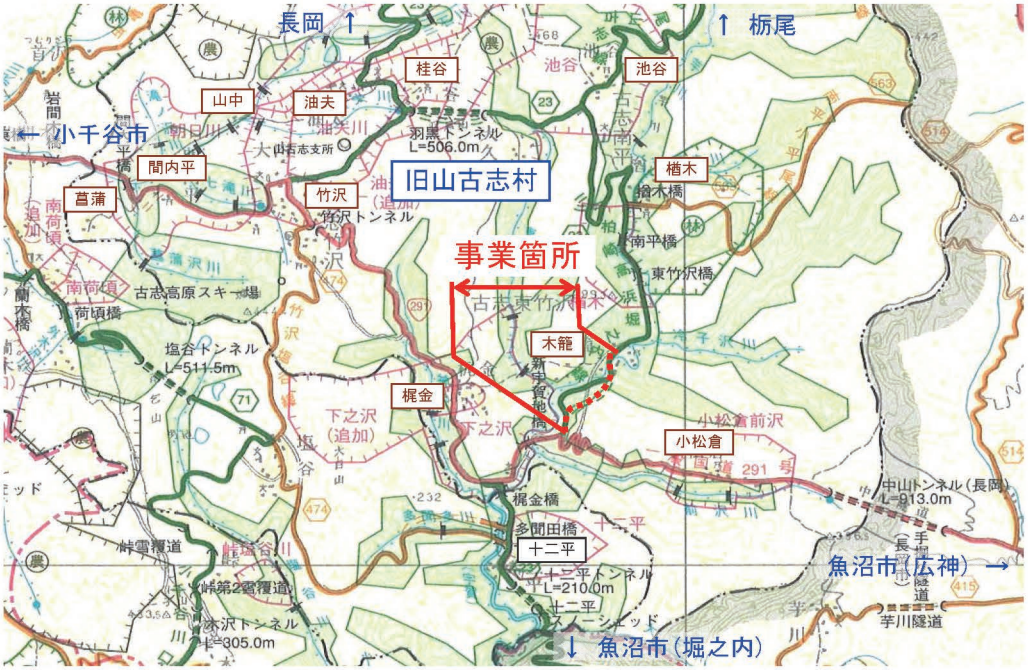
連絡先・問い合わせ先　〒947-0028　新潟県小千谷市城内2-8-28
新潟県長岡地域振興局災害復旧部(小千谷庁舎)震災工務第２課　TEL0258-83-0851 FAX0258-83-0920

主要地方道 柏崎高浜堀之内線
（長岡市古志東竹沢地内）

平成16年災 第5377号
道路災害復旧事業について

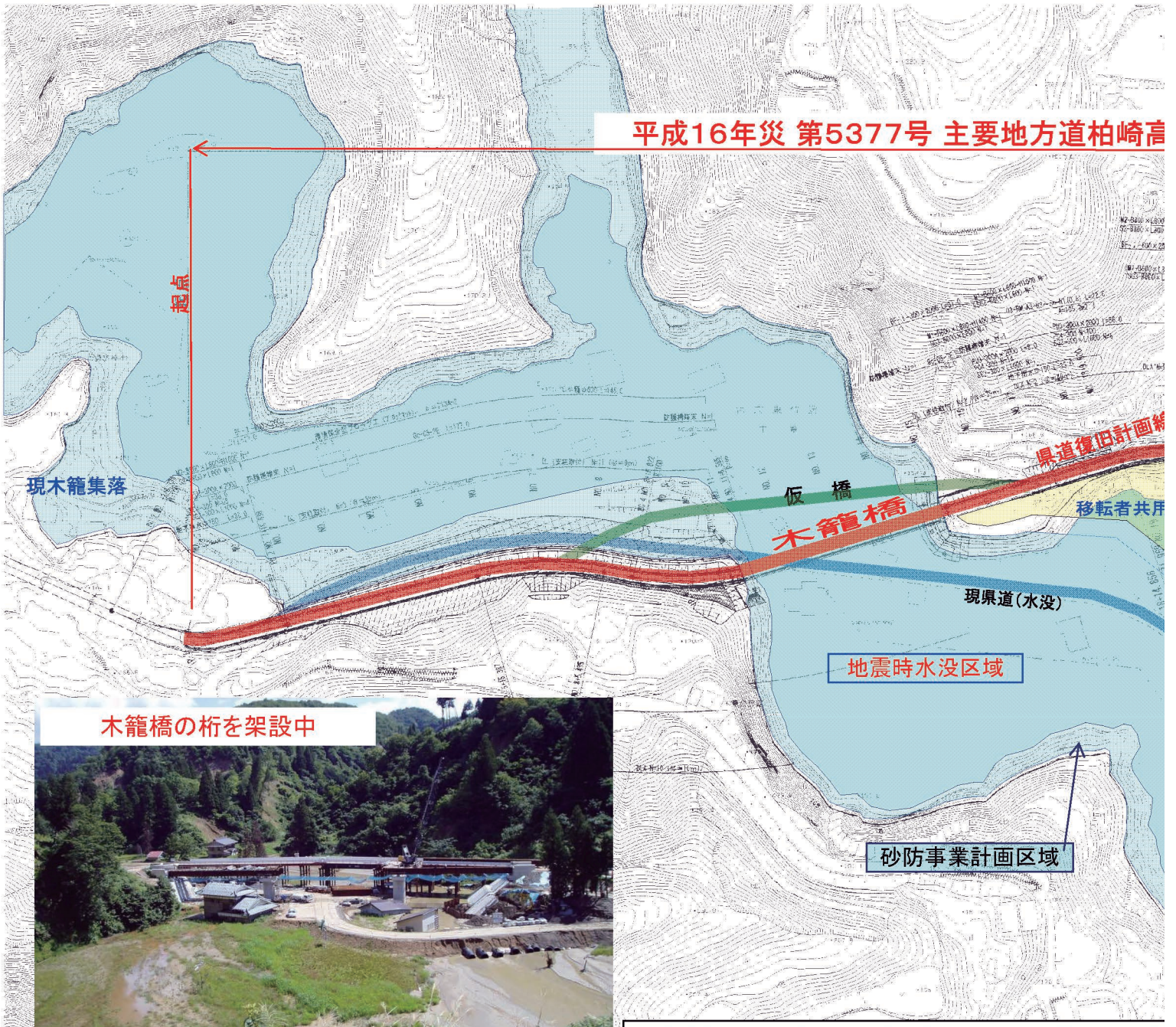


震災後道路水没状況



事業箇所位置図

長岡地域振興局災害復旧部



工事実施状況　平成18年9月中旬撮影

河道閉塞による水没状況　平成17年4月撮影

工事着手前状況　平成17年7月撮影

高浜堀之内線 道路災害復旧

至 終

国道291号

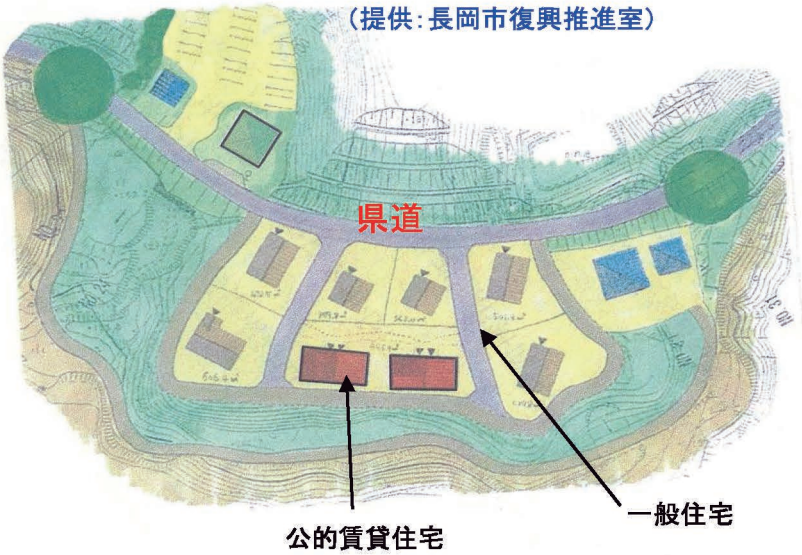
明農地（予定）

木籠集落集団移転予定地

現県道（水没）

木籠集落集団移転予定地計画案

（提供：長岡市復興推進室）



災害の概要

1. 地域の概要

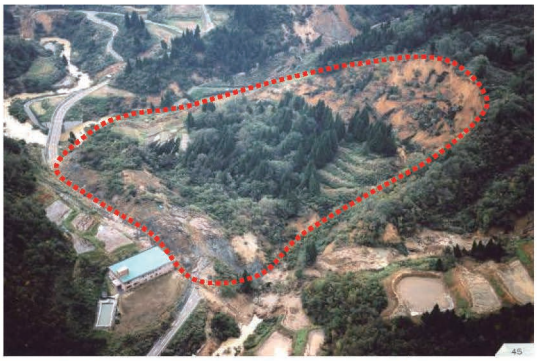
長岡市山古志地区（旧山古志村）を南北に縦貫する主要地方道柏崎高浜堀之内線は、山古志地区と長岡市街あるいは魚沼市（堀之内ｲﾝﾀｰ）を結ぶ幹線道路であるとともに、山古志地区の各集落を結ぶ生活道路として重要な役割を担う路線である。

沿道には棚田、錦鯉の養殖場や闘牛場などがあり、地域の産業や観光の上でも重要な路線となっている。

2. 被災の状況

本路線の楢木集落から木籠集落の区間は信濃川水系の芋川沿いを走っているが、平成16年10月23日17時56分に発生したM6.8の地震及びその余震（平成16年新潟県中越地震）により、木籠集落下流の芋川左岸において大規模な地すべりが発生し、河道を閉塞したため上流の木籠集落で13戸が水没する事態となり、集落内を縦貫している本路線も約600mに渡り水没することとなった。

この木籠集落下流における大規模な地すべり（東竹沢地区地すべり）の規模は、長さ350m、幅295m、深さ30mで土砂量は約130万m3となり、湛水量は最大時で約256万m3、湛水面積は約1,700ﾍｸﾀｰﾙにも及んだ。



地すべり状況

地すべり及び湛水状況

木籠集落水没状況

県道水没状況

3. 復旧工事の概要

下流部における地すべり対策事業は直轄砂防事業として実施されることとなったが、砂防計画の水位が従前の道路高さより約10m上がることとなり、現道位置に復旧することが不可能となったため、下流側の道路法線を山側に付け替え、約90mの橋梁で湛水池を渡る計画として災害査定の申請を行い、採択を受けた。

復旧事業の概要は以下のとおりである。

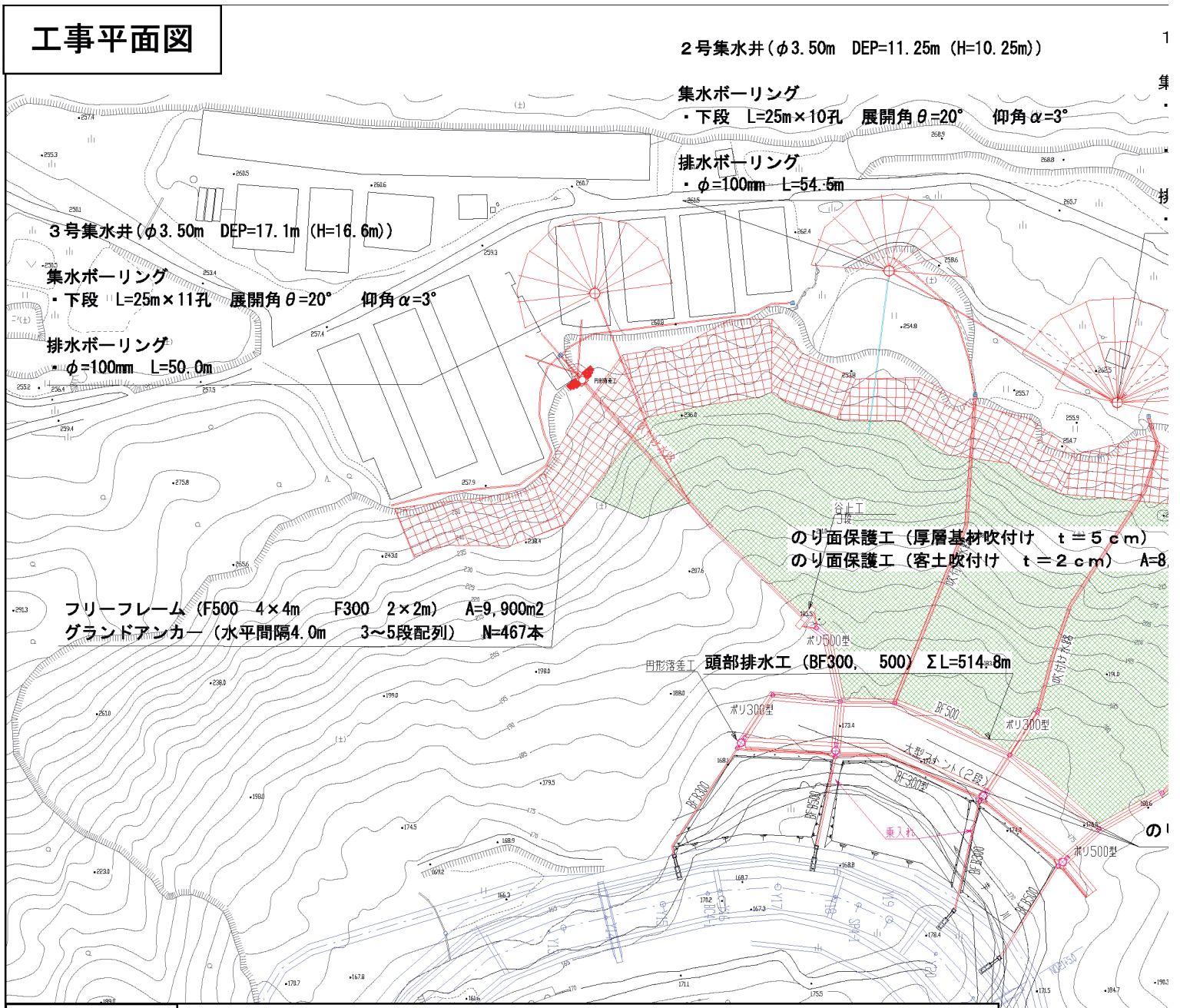
復旧延長	L＝ 694.0m	橋 梁 工	１橋（L＝ 87.3m）
幅　　員	W＝4.0(5.0)m	仮 橋 工	１橋（L＝100.0m）
土工	V＝ 45,100m3	舗装復旧工	A＝ 3,730m2
法面工	A＝ 5,260m2	家屋移転補償	１戸
		工事費	**６２１百万円**

平成16年10. 23 新潟県中越大震災

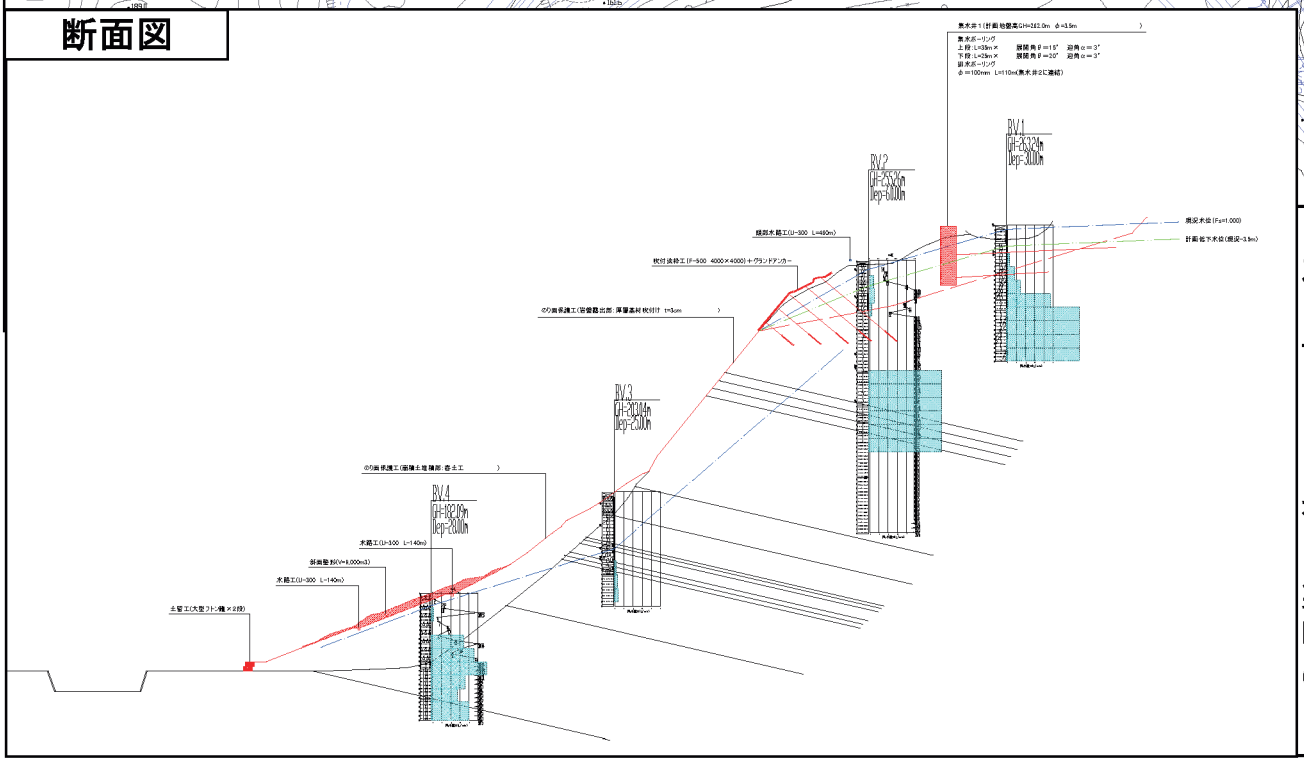
楢木地区災害関連緊急地すべり対策事業

長岡地域振興局災害復旧部

工事平面図

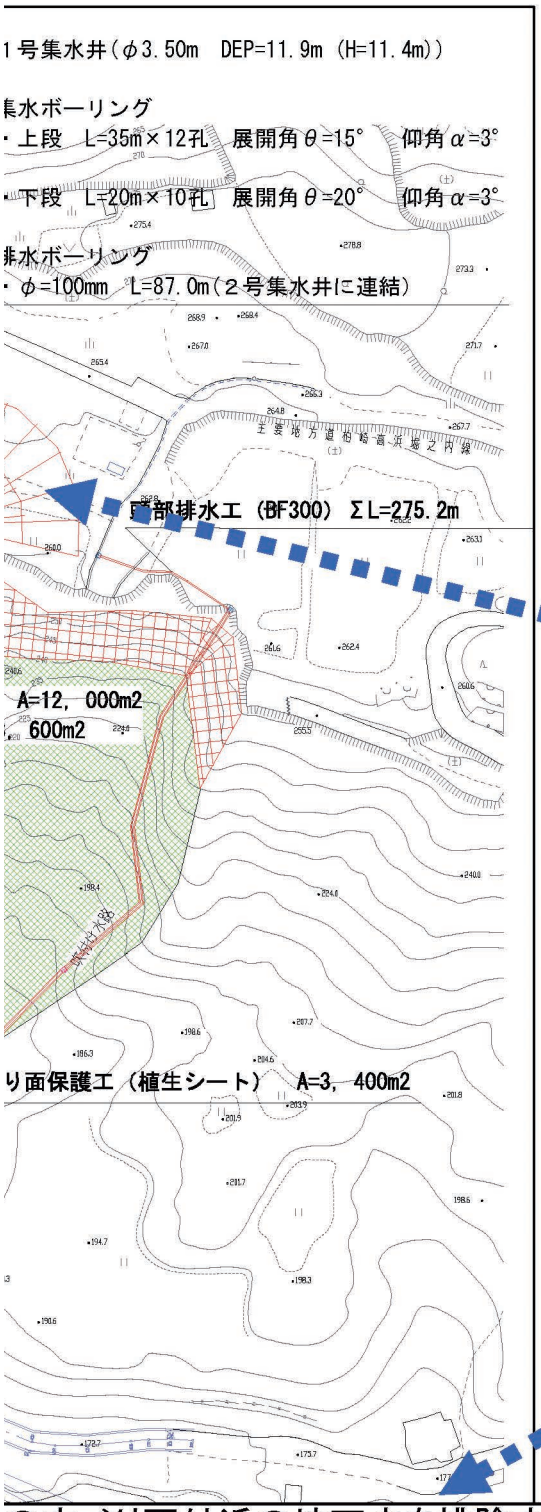


断面図



①斜面上部
水井を設置。
②斜面上部
ランドアンカー
③斜面中間
けにより保護。
④斜面下部
を設置し客土

集水井　3基（
吹付け法枠
のり面保護工



被害の概要

一級河川芋川の右岸斜面において大規模な地すべりが発生し、芋川が埋塞しました。

地すべりの規模

幅約440m　　比高差約80m

芋川河道閉塞　約250m

被害状況

・県道柏崎高浜堀之内線が約220mにわたり被災。（斜面上部　約40m欠損）

・建物の被害

床上浸水（楢木集落）　7棟

牛舎破損　10棟

頭部に発生した地割れ

水没した楢木集落

のすべり面付近の地下水を排除するため、集

の法肩崩壊を防止するため、吹付け法枠とグ
-を施工。
部は表面の浸食防止のため、厚層基材吹付
。
の崩土は土砂流出防止のため、大型フトン籠
吹付けにより緑化。

（集水ボーリング　1155m）
10，220m2、グランドアンカー　499本
（植生）　約24000m2、客土吹付け　約300

元気だしていこー！新潟

復旧工事の様子

平成17年6月 ・・・▶ 平成18年9月

平成18年12月（工事完了）

（問い合わせ先）
〒940－8567
新潟県長岡市四郎丸町173－2
長岡地域振興局災害復旧部　河川復旧2課（山古志地区担当）
TEL　0258－38－2691（直通）　e-mail　t11146b4@mail.pref.niigata.jp

新潟県
NIIGATA PREFECTURE

平成16年10.23 新潟県中越大震災

油夫川砂防設備災害復旧事業
油夫川油夫地区災害関連緊急
地すべり対策事業

油夫川埋塞状況 ①

油夫集落内地すべり ②

※写真の番号は事項平面図の撮影位置になります

長岡地域振興局災害復旧部

1）被害の概要

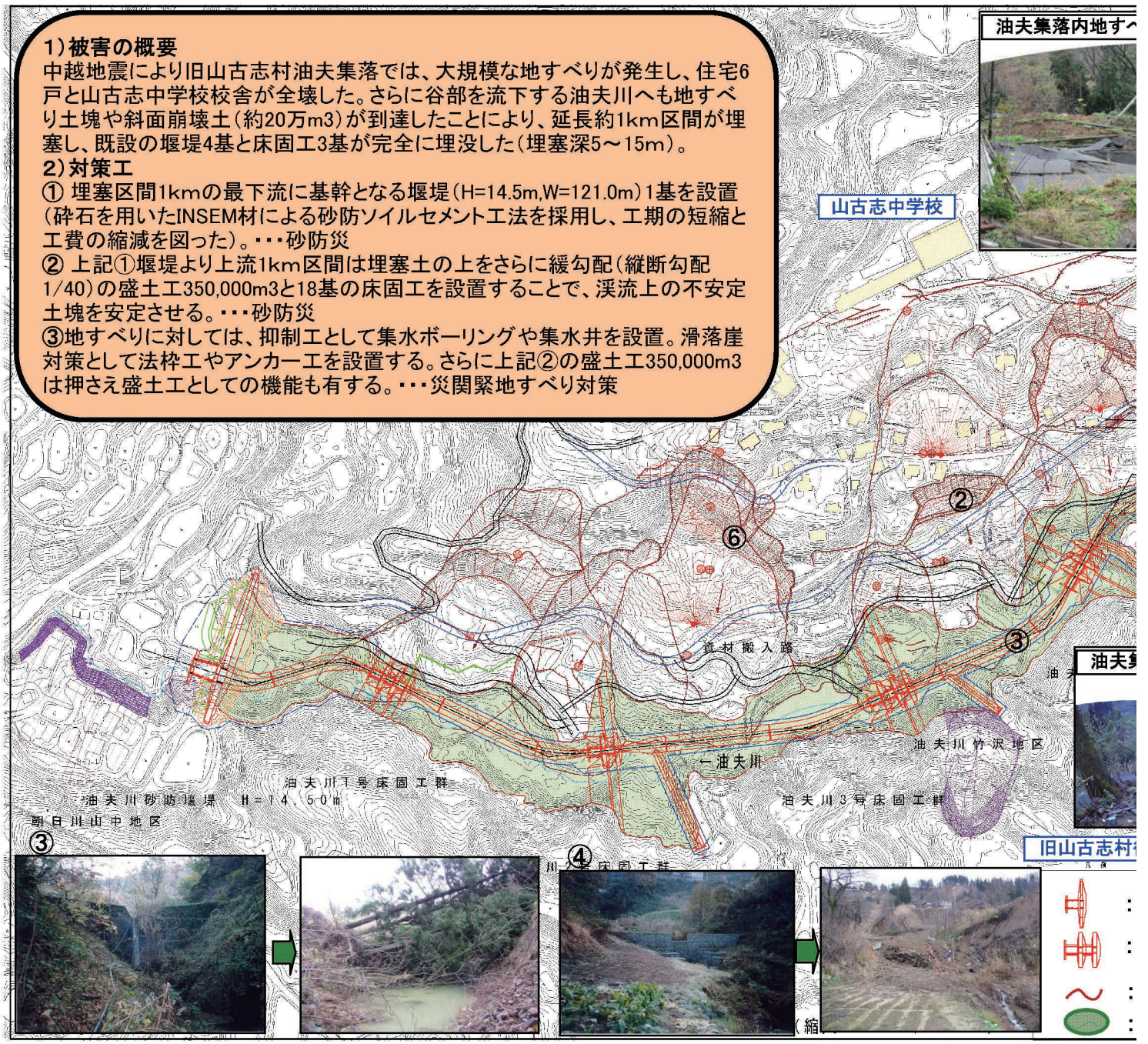
中越地震により旧山古志村油夫集落では、大規模な地すべりが発生し、住宅6戸と山古志中学校校舎が全壊した。さらに谷部を流下する油夫川へも地すべり土塊や斜面崩壊土（約20万m3）が到達したことにより、延長約1km区間が埋塞し、既設の堰堤4基と床固工3基が完全に埋没した（埋塞深5～15m）。

2）対策工

① 埋塞区間1kmの最下流に基幹となる堰堤（H=14.5m,W=121.0m）1基を設置（砕石を用いたINSEM材による砂防ソイルセメント工法を採用し、工期の短縮と工費の縮減を図った）。・・・砂防災

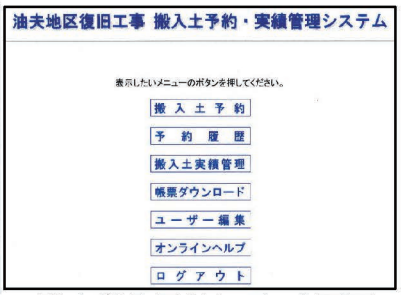
② 上記①堰堤より上流1km区間は埋塞土の上をさらに緩勾配（縦断勾配1/40）の盛土工350,000m3と18基の床固工を設置することで、渓流上の不安定土塊を安定させる。・・・砂防災

③地すべりに対しては、抑制工として集水ボーリングや集水井を設置。滑落崖対策として法枠工やアンカー工を設置する。さらに上記②の盛土工350,000m3は押さえ盛土工としての機能も有する。・・・災関緊地すべり対策



完成写真

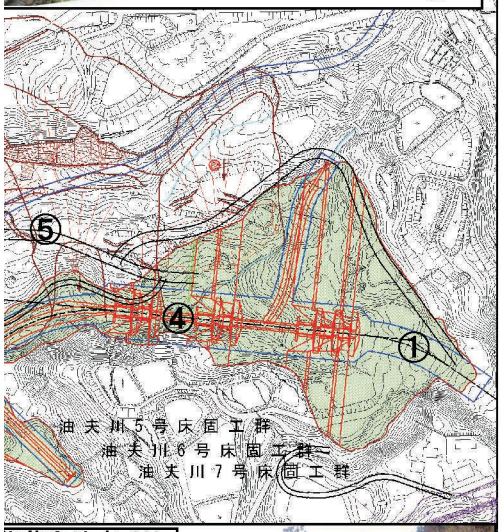
残土搬入状況

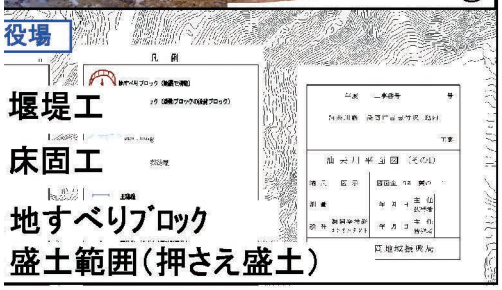


残土搬入予約システムweb画面

堰堤INSEM材
セメント・砕石混合状況

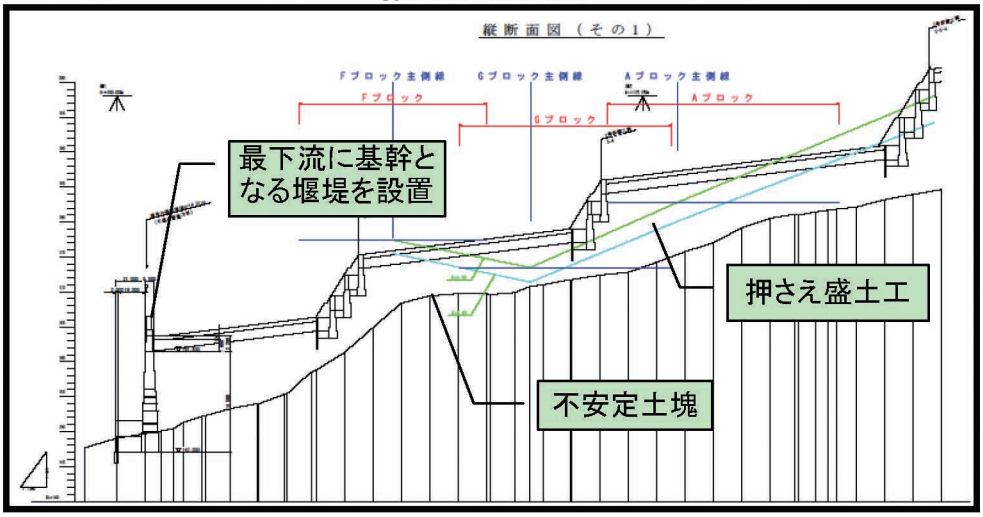
堰堤INSEM材
打設状況

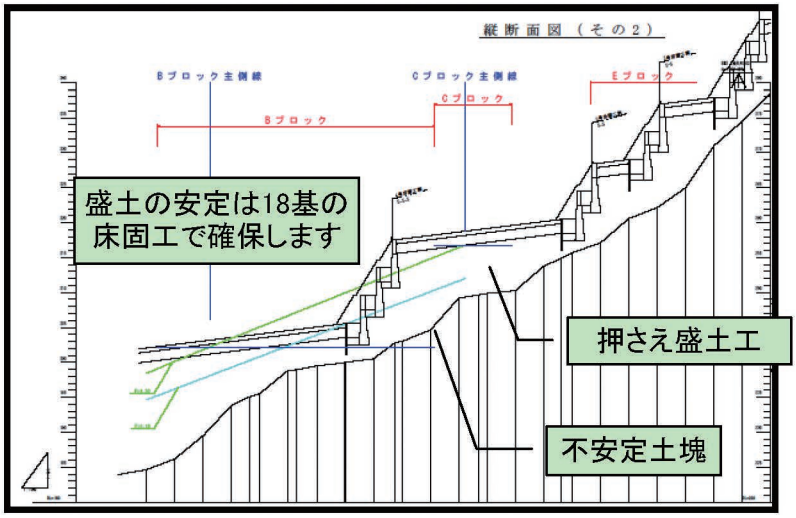


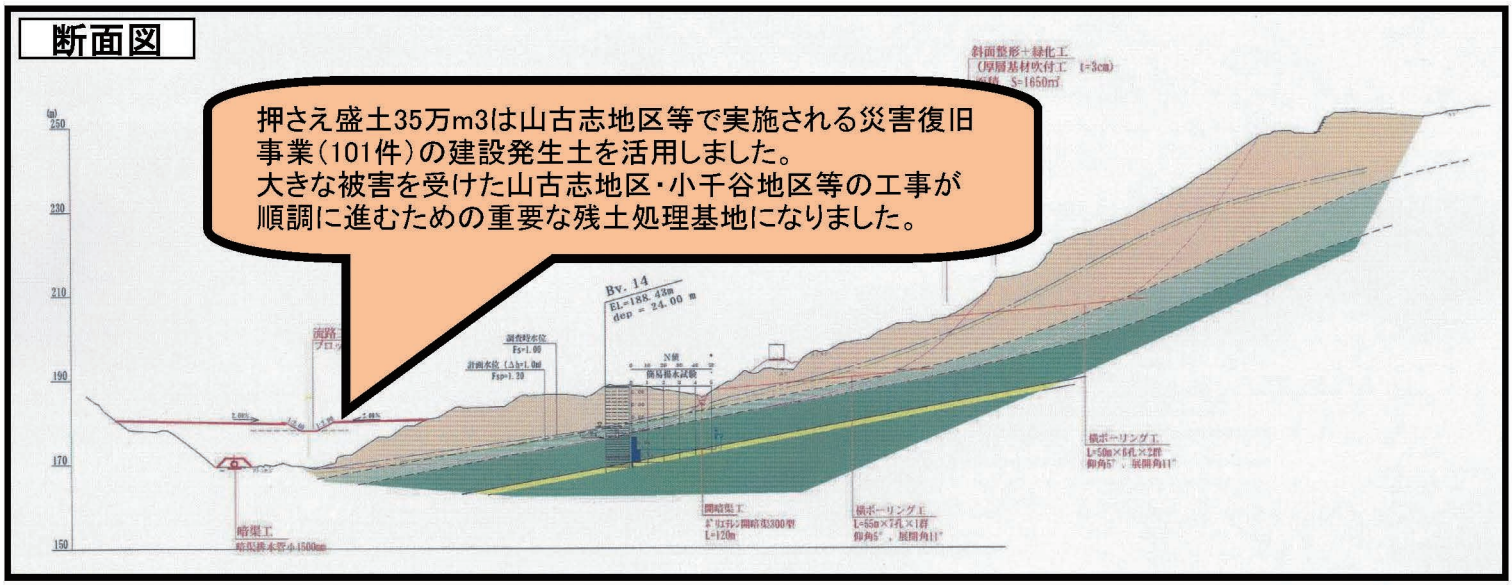


事　業　名	施工内容	事業費（百万円）
砂防設備災害	堰堤1基、床固工18基	732
災関緊地すべり対策	横Bo5,110m,法枠工10,020m2 集水井3基,流路工1,078m 押さえ盛土350,000m3	1,553

縦断面図







元気だしていこー！新潟

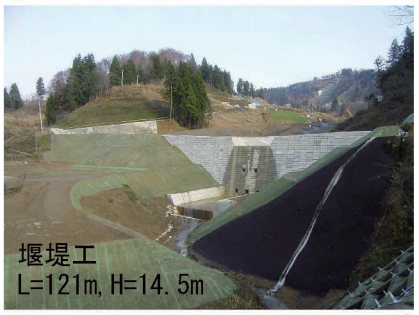
復旧前後の比較

撮影年月日H17年5月

撮影年月日H18年5月

撮影年月日H18年12月

床固工・流路工



堰堤工
L=121m, H=14.5m

（問い合わせ先）
〒940－8567
新潟県長岡市四郎丸町173－2
長岡地域振興局災害復旧部　河川復旧2課（山古志地区担当）
TEL　0258－38－2692（直通）　e-mail　t11146b4@mail.pref.niigata.jp

新潟県
NIIGATA PREFECTURE

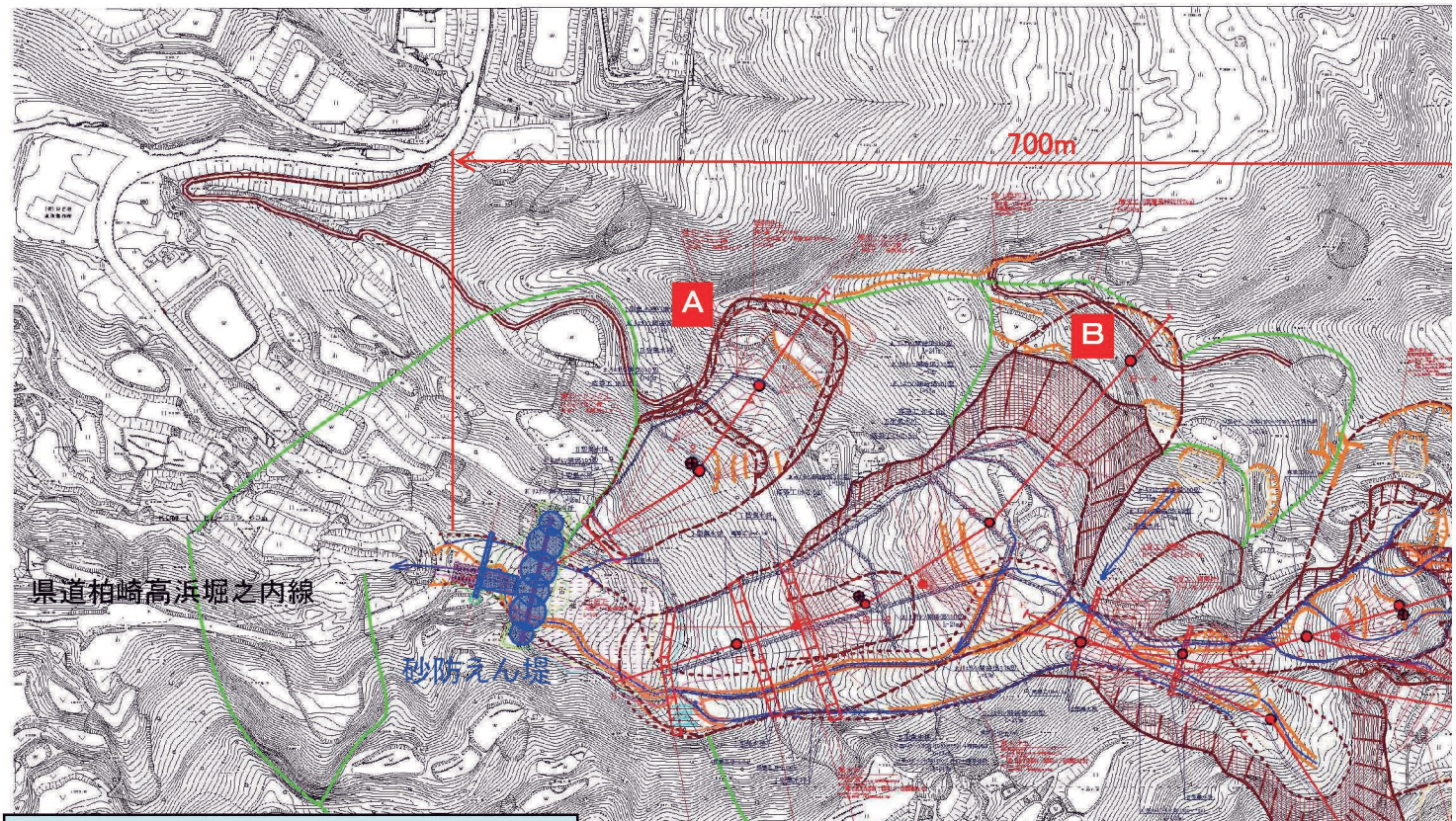
平成16年10月23日　新潟県中越大震災

朝日川三石川地区　災害関連緊急地すべり対策事業
三石川　災害関連緊急砂防事業

砂防堰堤施工前

砂防堰堤施工後

長岡地域振興局災害復旧部



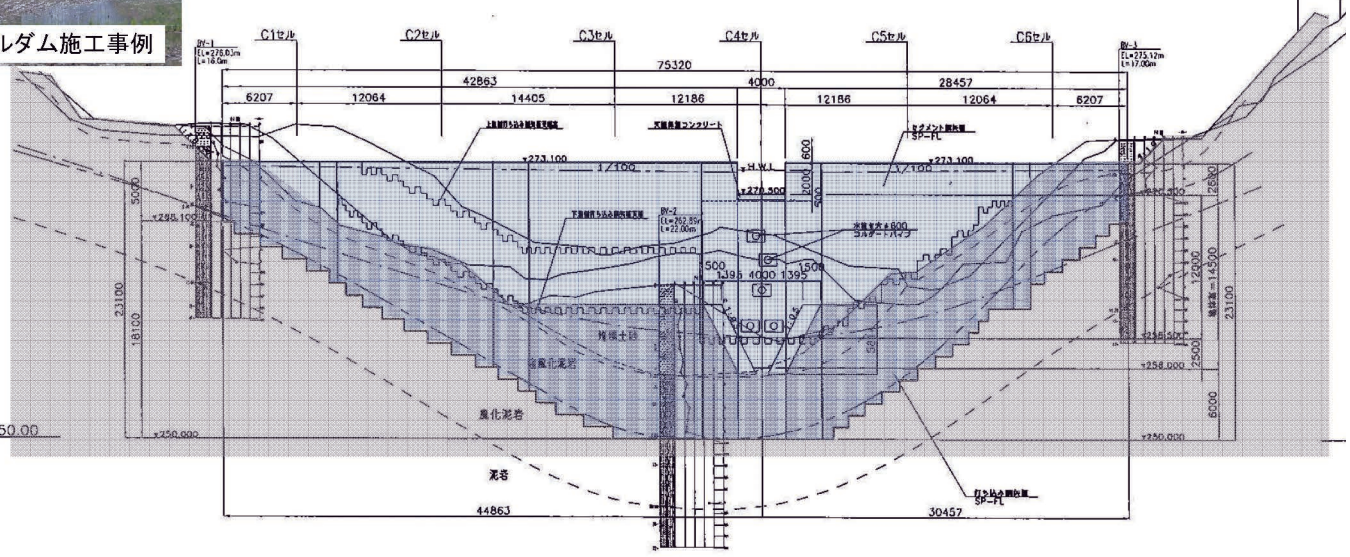
【被害状況】

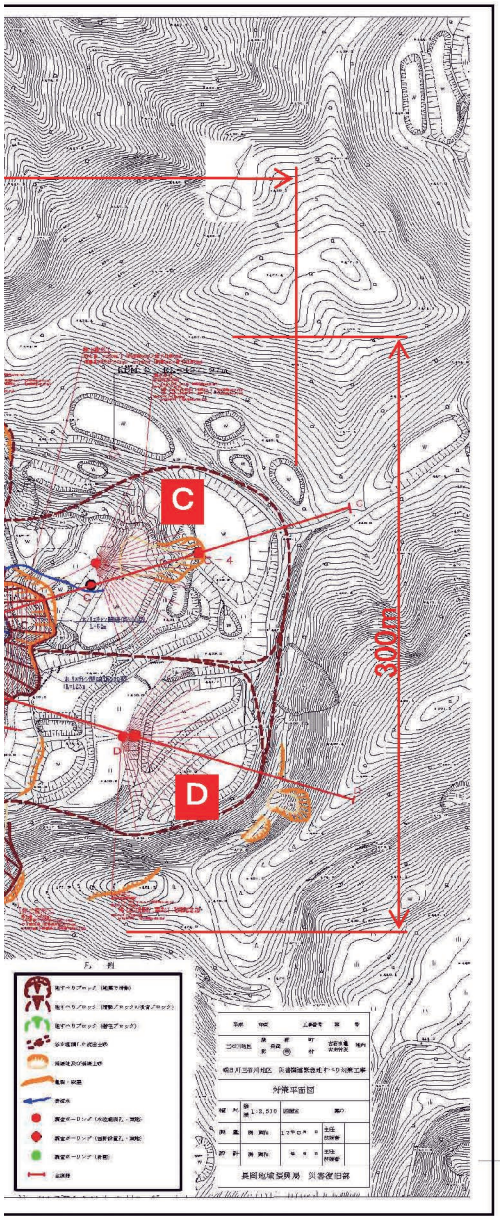
三石川の源流部において、川に向かう複数の斜面で地すべりが発生しました。村道や田畑、養鯉池が流出し、流下した土砂により主要地方道柏崎高浜堀之内線が流失しました。

地すべりは、幅約300m、長さ約700mの範囲で5ブロック発生し、流出した土砂はおよそ200万m3と推定されています。

朝日川三石川地区　対策平面図

砂防えん堤（鋼製セルダム）
正面図





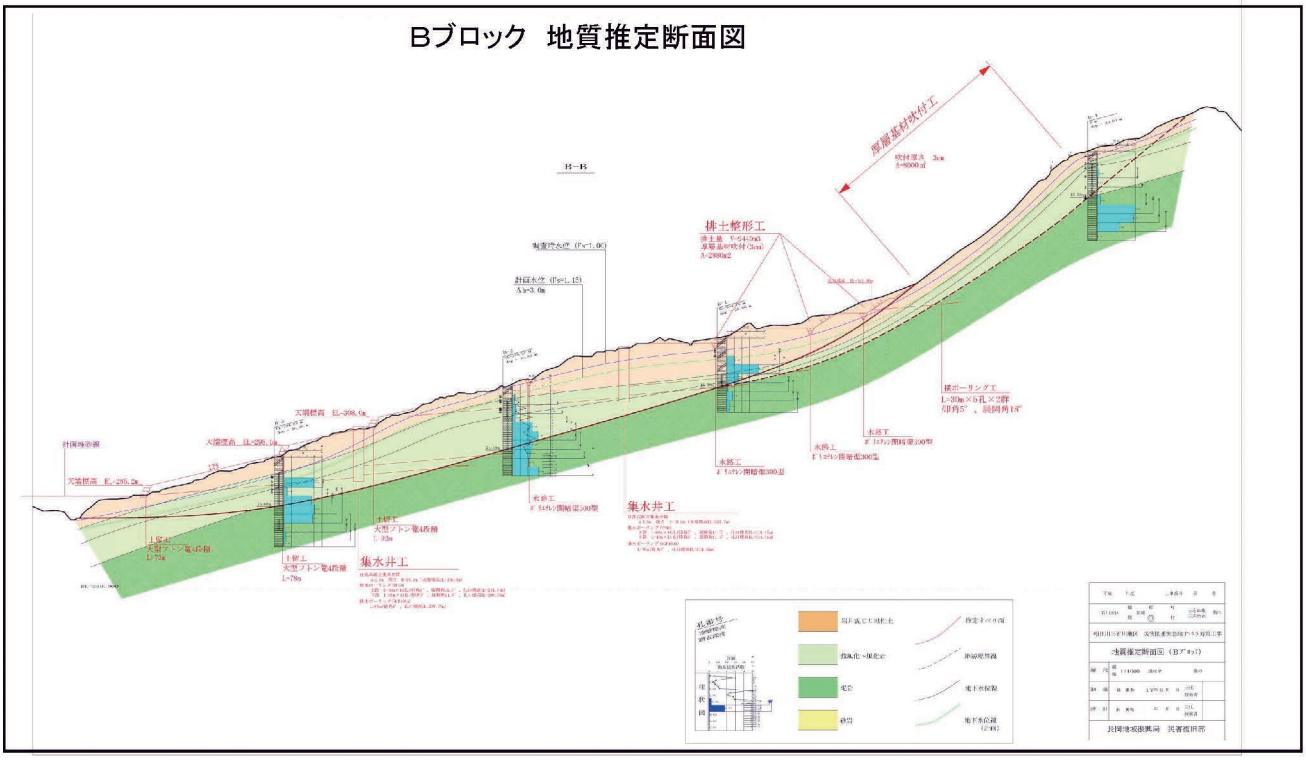
【事業概要】

調査の結果、融雪期や豪雨による地下水位の上昇や渓岸の浸食により、斜面が再び移動する可能性があります。当該地区では、「災害関連緊急地すべり対策事業」と「災害関連緊急砂防事業」の2つの事業によって復旧を行います。事業費は、地すべり対策事業が約8億円、砂防事業が約2億円です。

「地すべり対策事業」では、堆積した土砂を安定させ、地すべりブロック頭部の滑落崖の処理を行うことで、再び地すべりが発生することを抑制させます。

「砂防事業」では、主要地方道柏崎高浜堀之内線の上流に砂防えん堤1基を設置し、再び土砂が流出した際にこれを捕捉し、被害の拡大を防ぎます。

Bブロック　地質推定断面図



【朝日川三石川地区　数量表】

事業名	工種	規格	単位	数量
災害関連緊急 地すべり対策事業	横ボーリング工	VP40　L=30～40m　(36孔)	m	1,400
	集水井工 ＋集排水ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ	集水井φ3.5m　H=18.5m	基	3
		H=11.0m	基	1
		H=13.3m	基	1
			小計	5
		集水ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ(上段)　VP40	m	3,780
		(下段)　VP40	m	2,670
		排水ﾎﾞｰﾘﾝｸﾞ　SGP100A	m	300
			小計	6,750
	水路工	ﾎﾟﾘｴﾁﾚﾝ開暗渠300型	m	990
		U型ｺﾙｹﾞｰﾄ(800×750)	m	400
		U型ｺﾙｹﾞｰﾄ(1000×850)	m	440
			小計	1,830
	土留工 ＋押え盛土	土留工　(大型ふとん籠)	基	4
		(鋼製枠)	基	2
			小計	6
		押え盛土	m3	18,000
	頭部排土工	切土	m3	27,000
		植生基材吹付け	m2	24,000
災害関連緊急 砂防事業	砂防えん堤工	鋼製セルダム H=14.5　L=76m	基	1

A～Bブロック (H18年6月27日撮影)

(問い合わせ先)
〒940－8567
新潟県長岡市四郎丸町173－2
長岡地域振興局災害復旧部　河川復旧2課(山古志地区担当)
TEL　0258－38－2692(直通)　e-mail　t11146b4@mail.pref.niigata.jp

元気だしていこー!新潟

新潟県 NIIGATA PREFECTURE

平成16年10月23日　新潟県中越大震災

濁沢地区　災害関連緊急地すべり対策事業

新潟県長岡地域振興局災害復旧部

【災害の概要】

平成16年10月23日（土）17時56分新潟県中越地方（川口町）を震源とする震度7（マグニチュード6．8）の地震が起こり、震源地に近い新潟県長岡市濁沢町で大規模な地すべりが発生し、住宅4棟と県道柏崎高浜堀之内線が飲み込まれた。

その後も余震が続き震度6が4回、震度5が10数回観測されている。現在（17年5月）でも小さいながら余震が続いている。また、県道については平成16年12月末に太田川を跨ぎ左岸に迂回路を設置し交通の確保を図った。

1．震源からの距離　北東に10km

2．地すべりの規模
　幅　70m　厚さ（推定）　15m
　長さ（奥行き）　130m　斜面勾配　20°
　移動土塊量（推定）　約91，000m3

3．人的・物的被害
　死亡　2名　住宅　5棟
　小屋（作業所・車庫等）　4棟

4．県道の交通量　2，100台／日

5．対策事業　16年災道路災害復旧工事
　災害関連緊急地すべり事業

6．迂回県道の設置（平成16年12月30日開通）
　延長　L＝167m　道路工　L＝125m
　幅員　W＝4．0（5．0）　補償（住宅）　1棟
　橋梁工　2橋（上流22m、下流20m）

【被災状況】

末端部下流側（東側）側部の状況　県道閉塞・民家全壊

地すべり末端状況（土塊が太田川に押し出し、閉塞傾向）

地すべり中段～下部にかけての被災状況

【復旧状況】

【対策工平面図】

（問い合わせ先）
〒940－8567
新潟県長岡市四郎丸町173－2
長岡地域振興局災害復旧部　河川復旧1課
TEL　0258－38－2692（直通）　e-mail　t11146b4@mail.pref.niigata.jp

元気だしていこー！新潟

新潟県
NIIGATA PREFECTURE

＜ 新潟県中越沖地震からの復興に向けて ＞

青海川地区

19年度災害関連緊急地すべり対策事業

新潟県

新潟県柏崎地域振興局地域整備部

平成21年3月

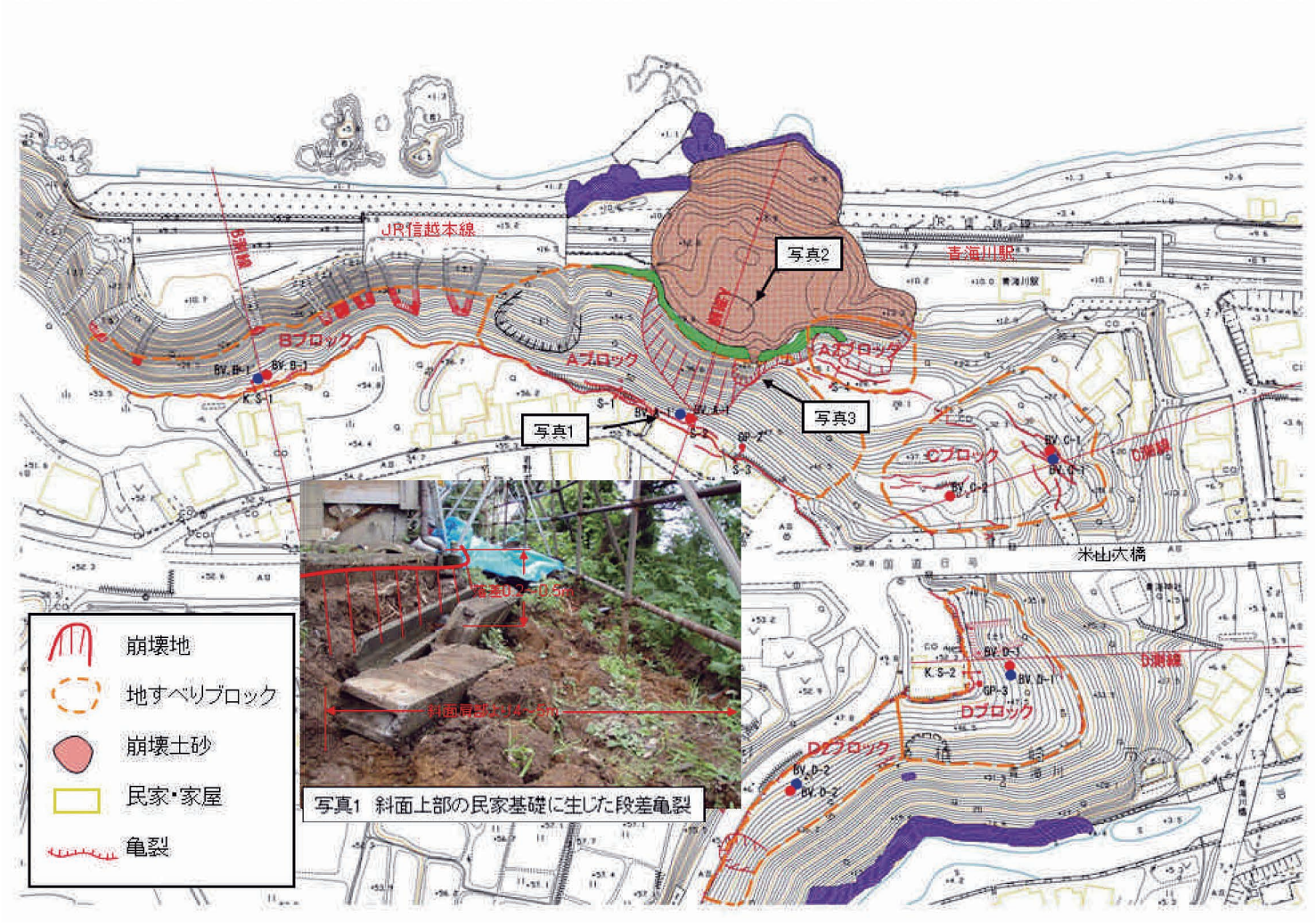
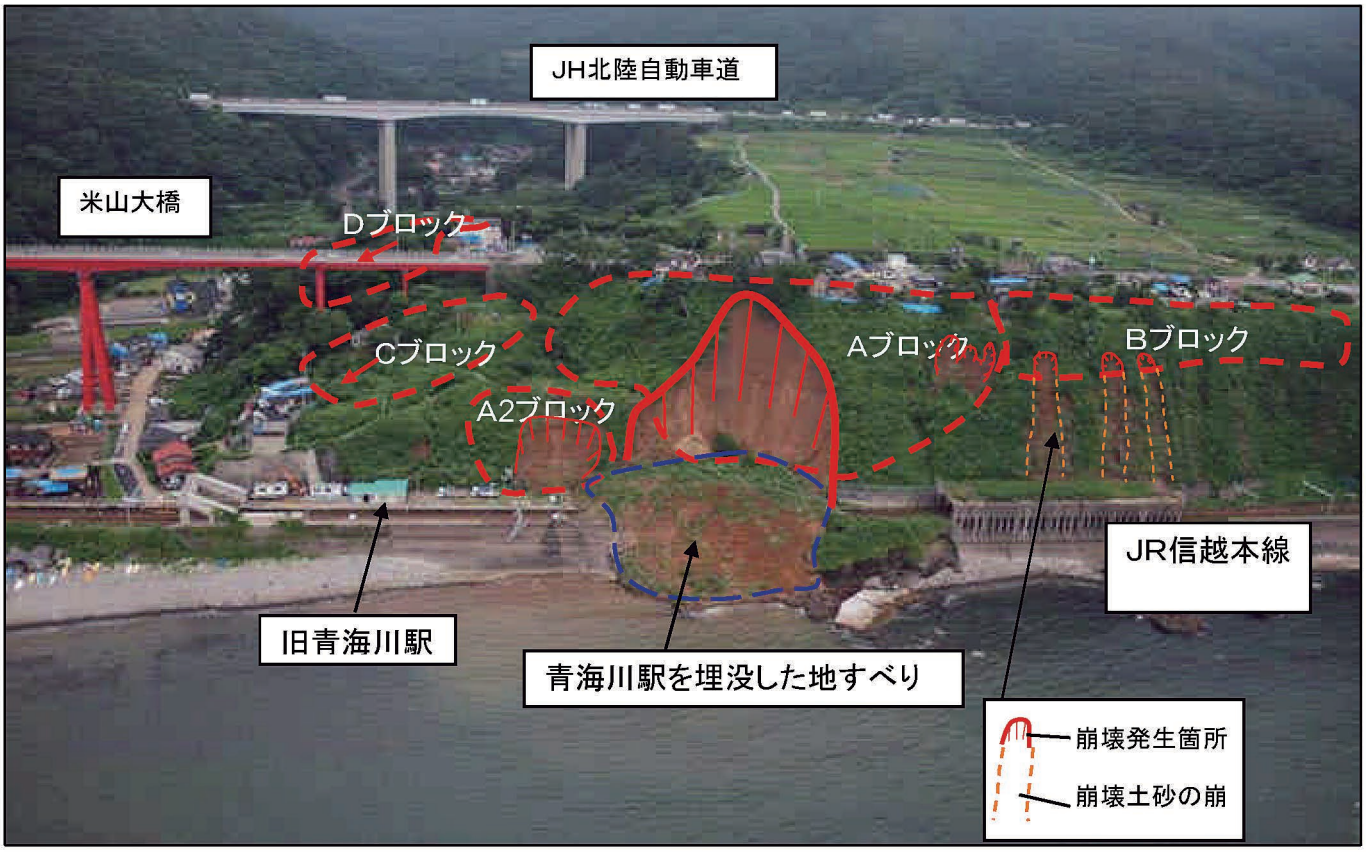


写真1　斜面上部の民家基礎に生じた段差亀裂



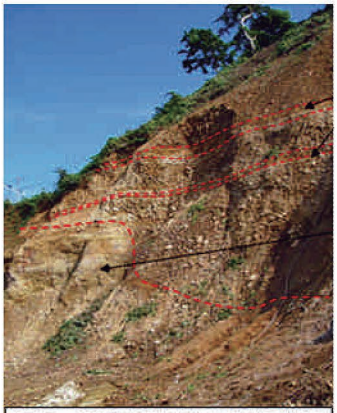
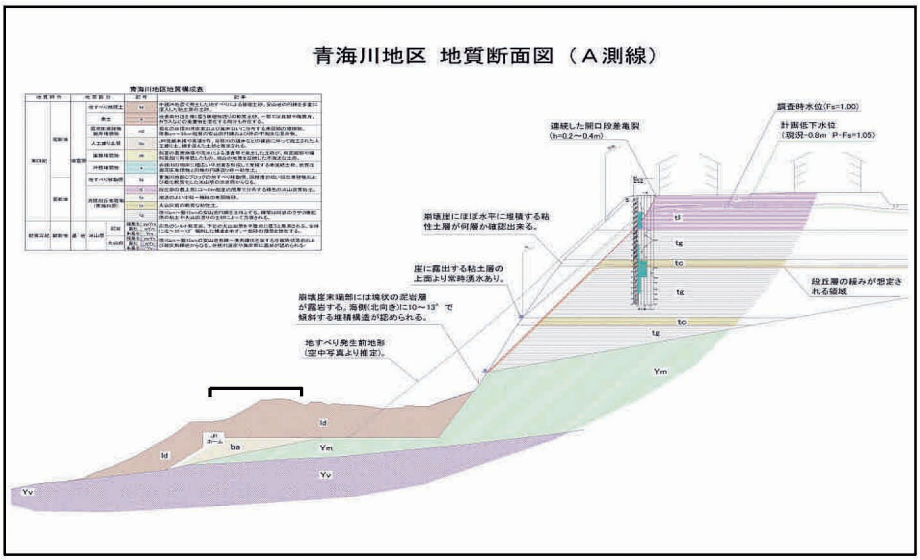


写真3 滑落崖で認められる地質状況

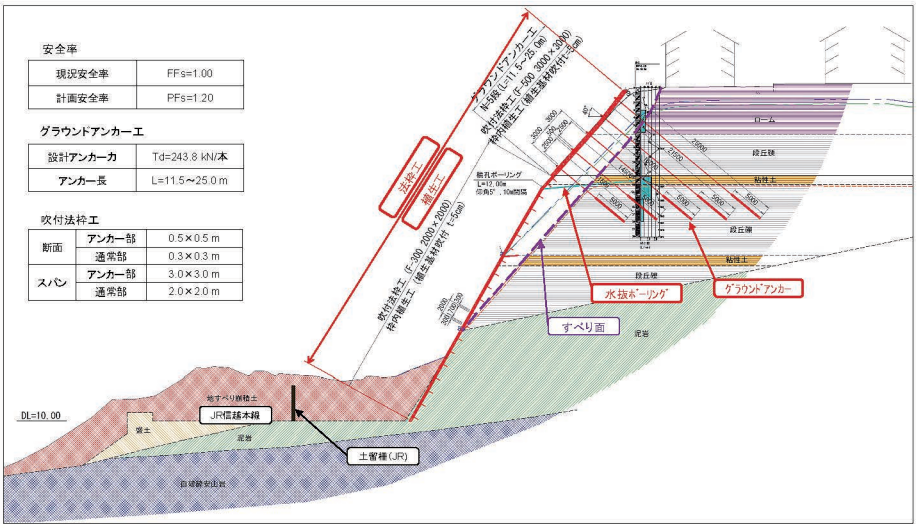


＜ 施工順序 ＞

1年で復旧するために

〇冬の日本海に面した斜面でできること
（アンカー足場は組めない）
〇安全性が確保できること
・現地及び周辺の気象データの利用
・余震への備え
（F500吹付法枠工は自重が大きく、アンカー施工までの間は不安定。F300を土台とすることで、施工中の安全性を

法枠工（F300）
⇩
法枠工（F500）
⇩
グランドアンカー工
⇩
水抜きボーリング



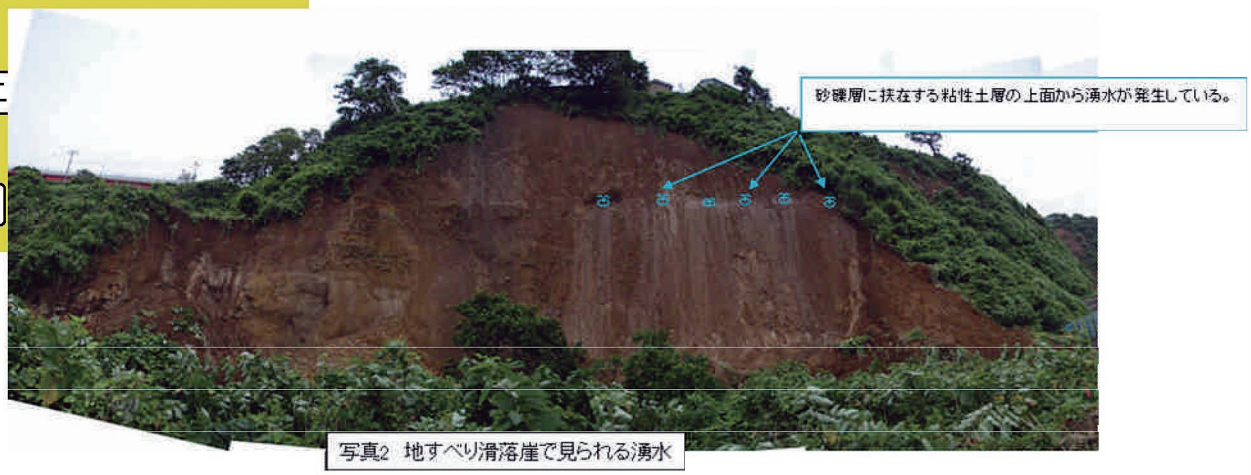


写真2 地すべり滑落崖で見られる湧水

～ 青海川地区の地すべり発生原因（考察） ～

青海川地区周辺の地質は、硬堅な米山層の上部を段丘堆積物層（青海川層）が覆って分布している。
Aブロックの斜面末端には海岸部に突出した米山層の岩盤が存在し、これにより波浪に侵食されにくい部分であることから、段丘斜面上（40～45度）の土塊に緩み領域が残存しやすい（隣接するBブロックでは斜面の緩み領域が侵食されて急崖となったもの）。
地震発生時には、Aブロック段丘層部分にほぼ水平に堆積する複数の 粘土層上面からの湧水の影響もあり、段丘堆積物（青海川層）の緩み領域が中越沖地震により崩落したものと考えられる。

【工事概要】

① H19災害関連事業分
グランドアンカー工　L 9.5～25.0m　N＝453本
吹付法枠工（F500）　A＝ 3，850㎡
吹付法枠工（F300）　A＝13，800㎡
横孔ボーリング　L12～50m　N＝34本
② H20特定緊急事業分
グランドアンカー工　L10.0～14.0m　N＝42本
吹付法枠工（F400）　A＝660㎡
吹付法枠工（F300）　A＝530㎡

【 青海川地区地すべりの被災概要 】

(1) 崩壊規模(推定):約15,000m3 (幅65m・高さ40m・崩壊層厚6～7m程度)
(2) 被災原因:新潟県中越沖地震 【M6.8 震度6強】
(3) 避難指示 8世帯38人、避難勧告 2世帯6人
(4) JR信越本線が全面通行止め 【平成19年9月13日より運行再開】

避難指示の解除	H20. 7. 16	8世帯	38人
避難勧告の解除	H20. 6. 5	1世帯	3人
〃	H20. 8. 28	1世帯	3人

お問い合せ先 新潟県

土木部砂防課 TEL025－280－5423 (地すべり係)

柏崎地域振興局地域整備部 TEL0257-21-6337(治水・港湾課)

～新潟県中越沖地震からの復旧工事～

米山町地区

災害関連緊急地すべり対策事業

新潟県柏崎地域振興局
地域整備部

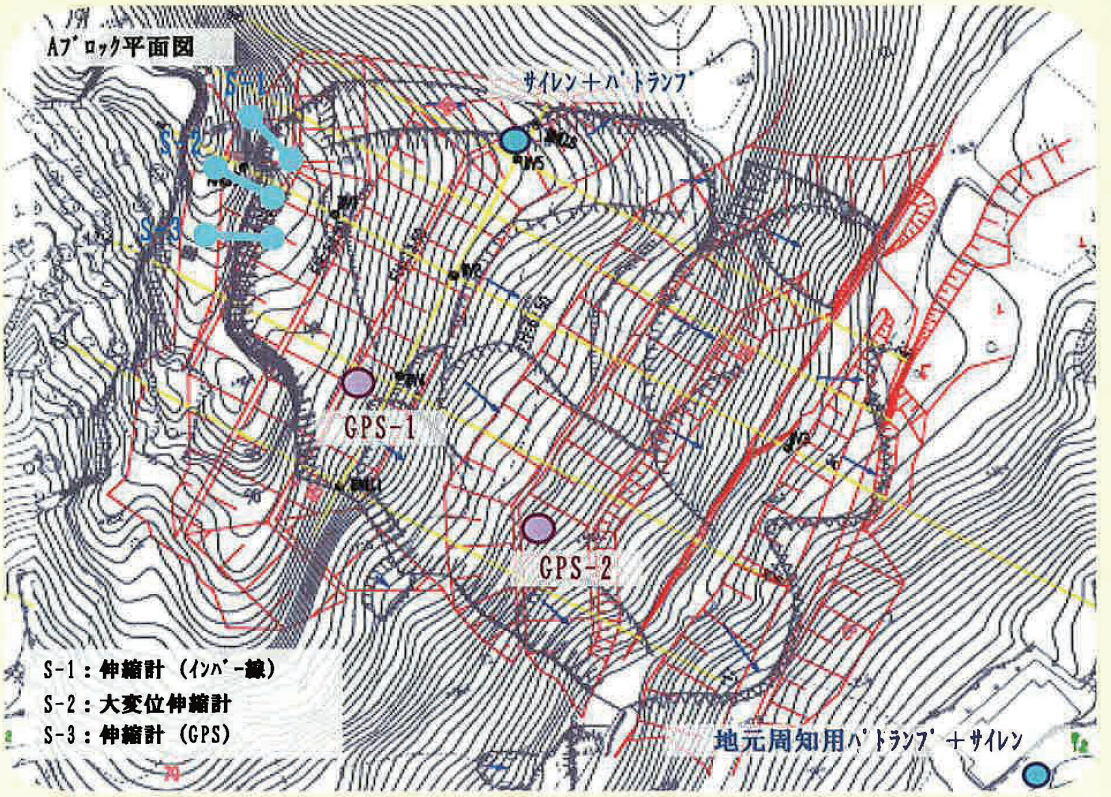
Aブロック復旧概要

～地質調査結果～

地すべりの地質構成は、概ね上位から強風化泥岩、風化泥岩・砂岩、弱風化泥岩・砂岩によって構成されている。最上位にある強風化泥岩は、著しく乱されており、現地踏査でも移動土塊が著しく風化した泥岩塊によって構成されていることが確認された。この結果を考慮して、今回の地すべり活動によって崩落した土塊と判定。又、地下水は、深度13～20m間に賦存するもの(揚水量4.81ﾘｯﾄﾙ/分以上)のみで、他では確認されなかった。

～Aﾌﾞﾛｯｸの復旧工法～

・斜面上部に存在する移動土塊が最大で70,000m3程度と想定される。
・斜面にへばり付くような形で残っている為、より一層住民の心理的な不安感が増長されていること。
・当該地区は佐渡・弥彦・米山国定公園内であり、緑化等の景観配慮が必要
以上のことを考慮した結果、排土工＋法枠工を主体とする対策工にで安定化を図ることにした。

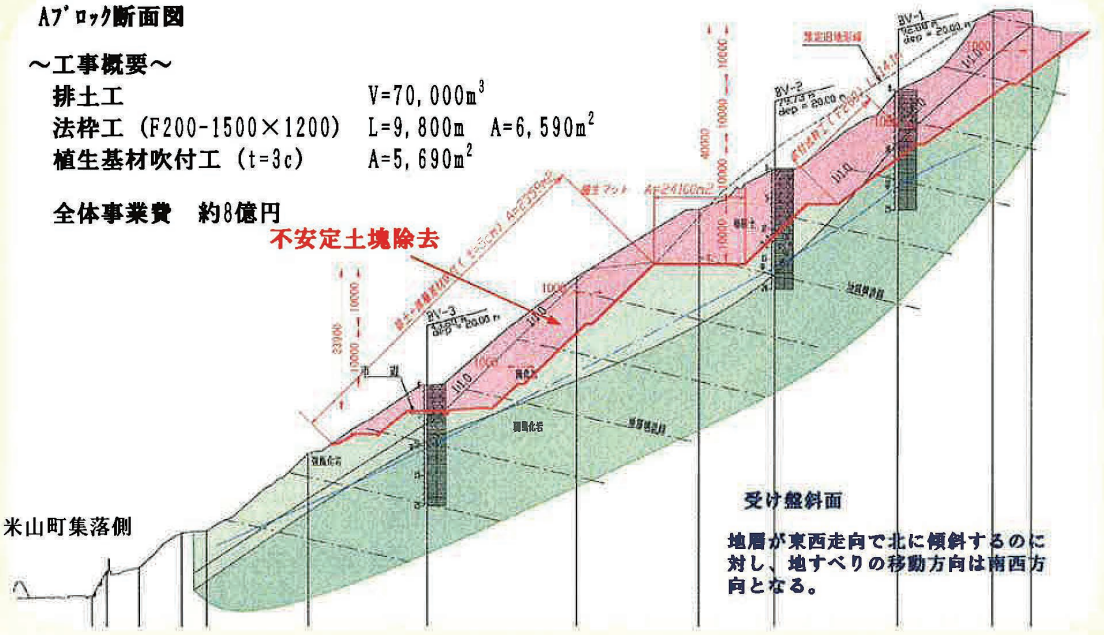


Aﾌﾞﾛｯｸ断面図

～工事概要～

排土工	V=70,000m³	
法枠工（F200-1500×1200）	L=9,800m	A=6,590m²
植生基材吹付工（t=3c）	A=5,690m²	

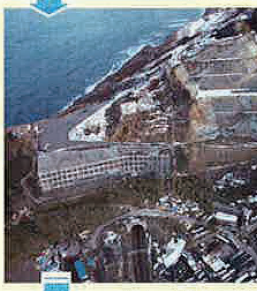
全体事業費　約8億円

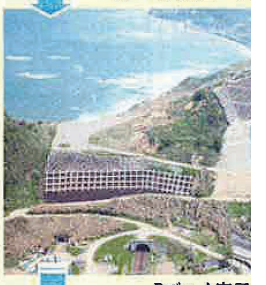


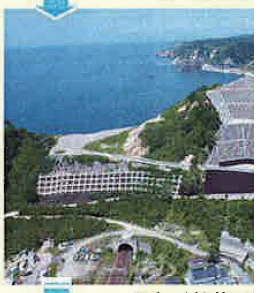
Aブロック復旧状況

A・Bブロック着手前

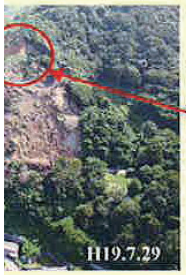
A・Bブロック中間


Aブロック排土工完


Bブロック完了


Aブロック法枠工

A・Bブロック植

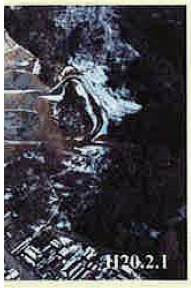


前写真

ﾊﾟｲﾛｯﾄ道路工により不安定土塊の頭部滑落部の排土工事に着手

中写真

排土完了（1～3段目）後の断層状況。節理や断層に伴う脆弱部が介在した状態が確認できる。



完了写真

避難勧告の早期解除を目標に約7万m³もの不安定土塊をﾘｯﾊﾟ付きﾌﾞﾙｰｻﾞ67t級（通常21t級）により排土工事を行った。

中写真

頭部掘削によって伸縮計の設置が不可能となり、安全管理徹底の為、GPS装置により作業中ﾊﾟｿｺﾝ画面から不安定土塊の観測を行った。
作業中に1時間あたり2mm以上の動きを連続3回確認すると掘削作業現場及び地元集落に対しｻｲﾚﾝ+ﾊﾟﾄﾗﾝﾌﾟが作動する設定。
（※平面図により配置図参照）

完了写真

発生状況

～避難勧告発令から解除まで～

平成19年 7月16日	新潟県中越沖地震発生（10時13分頃）
平成19年 7月16日	米山町地区避難勧告発令
	米山町地区20世帯60人に対し14時10分避難勧告発令
平成19年 7月17日	国交省保全課緊急現地調査
平成19年 7月18日	現地調査指示
平成19年 7月19日	土木研究所現地調査
平成19年 7月20日	投光器・伸縮計及び監視ｶﾒﾗ設置
平成19年 7月20日	立木伐採・大型土のう設置（7月27完）
平成19年 8月 7日	米山町地区災害関連緊急事業採択
平成19年 8月24日	工事請負業者決定（A・Bﾌﾞﾛｯｸ）
平成19年 8月31日	工事説明会開催
平成19年 9月25日	仮設工にて工事着手
平成19年10月 1日	頭部滑落部 排土工事開始
平成19年10月 6日	伸縮計撤去及びGPS観測開始
平成19年10月21日	不安定土塊1万m³搬出完了
平成19年11月 5日	不安定土塊2万m³搬出完了
平成19年11月15日	不安定土塊3万m³搬出完了
平成19年11月23日	不安定土塊4万m³搬出完了
平成19年12月 6日	不安定土塊5万m³搬出完了
平成19年12月16日	不安定土塊6万m³搬出完了
平成20年 1月17日	不安定土塊全搬出完了
平成20年 1月18日	安全が確保された事で避難勧告解除
	避難勧告解除日　1月18日16時30分

～ 地震発生からの緊急対応 ～

国交省・新潟県の連携対応

国土交通省の支援より照明車及び監視ｶﾒﾗを設置することで、24時間監視体制を青海川地区・米山町地区で実施。

新潟県は土木研究所の専門家による技術指導により、立木の伐採、地すべりの末端部に大型土のうを設置、滑落部には伸縮計を設置し観測を実施し、対応した。

被災状況

米山町地区の地すべりは、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る。現地では、尾根の南西側斜面（集落に面した斜面）内で2つ、北東側斜面（日本海に面した斜面）内で大小4つの地すべりﾌﾞﾛｯｸが確認されたが、中でも南西側斜面内の2つ（Aﾌﾞﾛｯｸ，Bﾌﾞﾛｯｸ）と北東側斜面内の2つ（Cﾌﾞﾛｯｸ，Dﾌﾞﾛｯｸ）の規模が大きく、特にA,Bの2つの地すべりﾌﾞﾛｯｸは、集落とJR北陸線への直接的な被害発生の可能性が大きいと判断されるものであり、平成19年7月16日14時10分に20世帯60人に対して避難勧告が発令された。 又、C,Dﾌﾞﾛｯｸは、集落やJRへの直接的な危険性は小さいと判断されたものの、国道8号線と聖ヶ鼻とを結ぶ市道とそれに付属する駐車場が約200mに渡って崩落あるいは欠落する被害が発生した。A,B,C及びDﾌﾞﾛｯｸの諸元は以下のとおりである。（※写真①～⑧参照）

・地すべりﾌﾞﾛｯｸ諸元

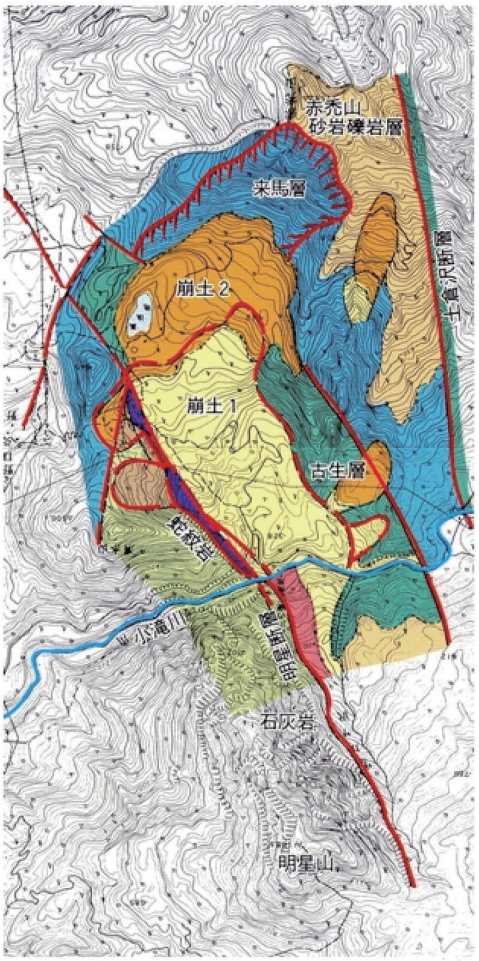
Aﾌﾞﾛｯｸ：巾 90m，長さ 120m	Bﾌﾞﾛｯｸ：巾100m，長さ 30m
Cﾌﾞﾛｯｸ：巾 100m，長さ 120m	Dﾌﾞﾛｯｸ：巾100m，長さ180m

問い合わせ先　新潟県柏崎地域振興局地域整備部　治水・港湾課　Tel 0257-21-6337　Fax 0257-24-0346

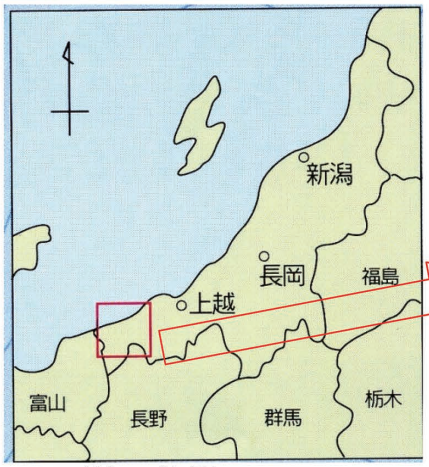
小滝地すべり

災害関連緊急地すべり対策事業

空からみたヒスイ峡と地すべり



ヒスイ峡の地質と地すべり

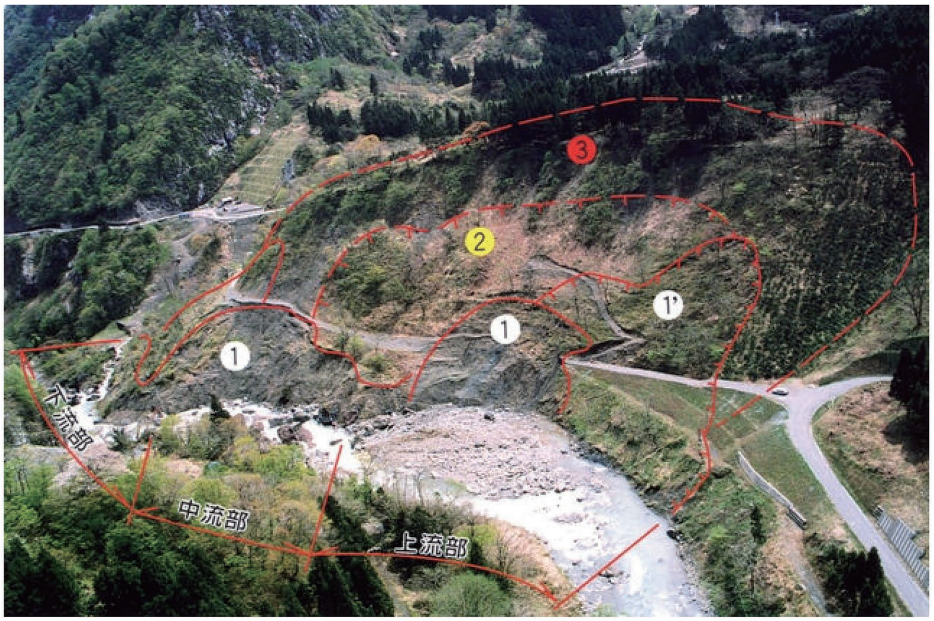


ヒスイ峡の位置

新潟県糸魚川地域振興局地域整備部

ヒスイ峡の地すべり

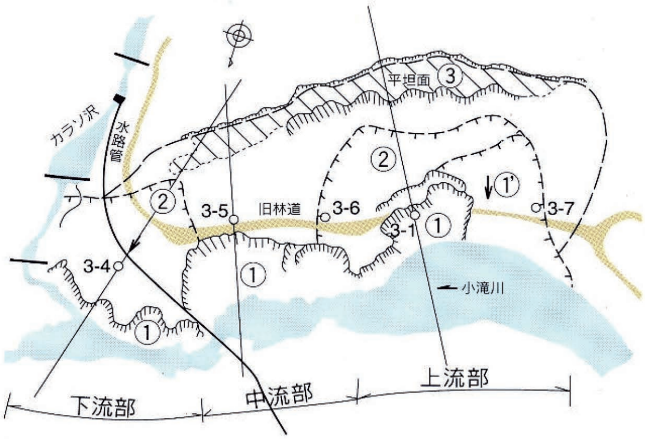
地すべり発生時のヒスイ峡斜面



平成3年の雪融け後、ヒスイ峡に面した右岸斜面に多数の亀裂が発生し、一部の斜面が崩壊しました。地すべりはほぼ小滝川に向かって移動し、このまま滑動すれば貴重な文化遺産であるヒスイ峡が埋没する恐れが生じました。

ヒスイ峡を埋没の危機から救うため、平成3年11月に総額約12億円にのぼる災害関連緊急地すべり対策事業が採択されました。

また平成16年7月の梅雨前線豪雨により地すべり末端ののり枠工に変状が発生したため、総額2億7千万円の災害関連緊急地すべり対策事業が採択されました。



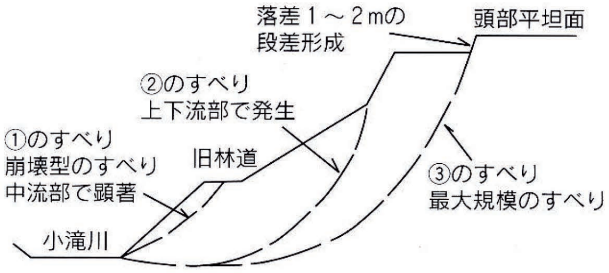
地すべり機構

小滝川に面した斜面には3つのタイプの地すべりが発生し、ヒスイ峡に向かって土砂が押し出していました。

①のすべり
旧林道から小滝川にかけての急崖斜面で発生している崩壊型の地すべりで、表層崩壊に近いタイプです。

②の地すべり
頭部平坦面直下付近を地すべり頭部とし、末端部は小滝川まで達する地すべりです。

③の地すべり
ヒスイ峡で発生している地すべりの最大規模の地すべりで、幅約300m、長さ約150m、地すべり末端部は上、中流部で小滝川に、下流部はカラソ沢に達しています。頭部平坦面に落差約1～2mの亀裂が小滝川と並行して発生しています。



発生原因

地すべりの発生原因として下記のことが推測されています。

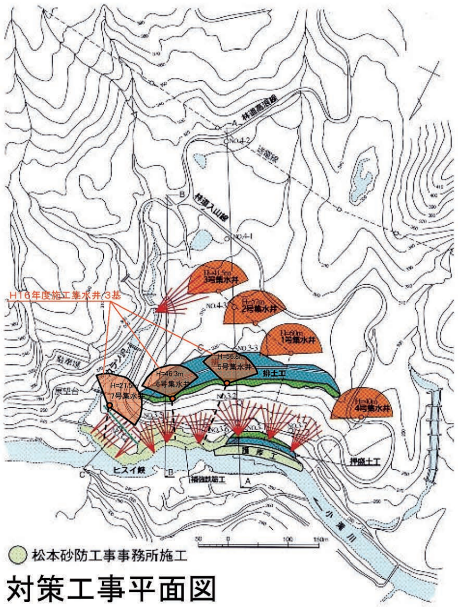
(1) 小滝川による河床・側方浸食
(2) 豊富な地下水による間隙水圧の上昇

地すべり発生時のヒスイ峡

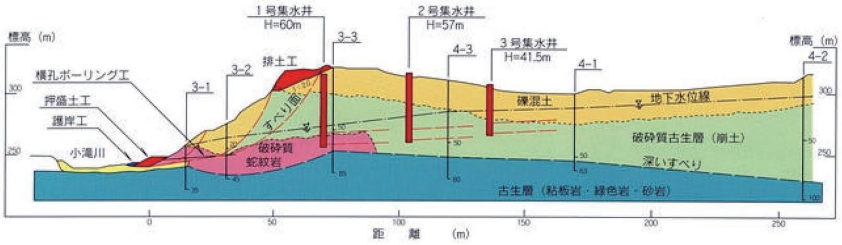
対策工事施工中のヒスイ

ヒスイ峡の対策工事

対策工事後のヒスイ峡斜面



対策工事平面図



対策工事断面図

集水井

集水井工は内径4．0mのRCセグメントで、深さは本県最高の60m（1号集水井）です。また、排水孔は地下水が豊富なことから径200～300mmの管を小口径推進工法で施工しました。

基本方針

(1) **排土・押え盛土工**：排土工は③すべりの安定化を、押え盛土工は上流部の①、②すべりの安定化をはかる。
(2) **杭打工**：下流部②すべりの安定化をはかる。
(3) **補強鉄筋工**：中、下流部の①すべりに対応するもので、枠工は斜面内に埋め、植生によって景観対策をはかる。
(4) **地下水排除工**：豊富な地下水を排除することですべり面に作用する間隙水圧の低下をはかり、②、③のすべりの安定化をはかる。
(5) **護岸工**：小滝川による地すべり末端部の浸食を防止する。

ヒスイ峡

対策工事施工後のヒスイ峡（平成4年）

平成3年11月から施工した対策工事は平成4年度で完了しました。

地すべり本体の対策工事は新潟県土木部砂防課が実施しました。また、砂防のための直轄事業として国土交通省松本砂防事務所により地すべり末端部の洗掘防止のための護岸工およびその上部斜面の崩壊防止のためのり面保護工事が施工されています。

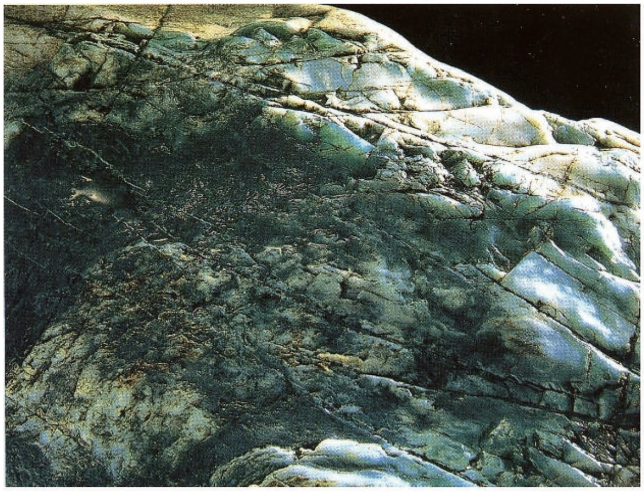
平成16年度からの対策工事では新潟県土木部砂防課により集水井工3基が施工されました。

ヒスイ峡とヒスイ

ヒスイ峡は、日本では本県糸魚川市橋立とならぶ二大ヒスイ産地で、昭和31年6月に国の天然記念物「小滝硬玉（ヒスイ）産地」に指定されています。河床にはヒスイの原石を含む巨大な転石が散在しております。

日本におけるヒスイ文化は世界最古とも言われ、北海道から九州にわたる全国各地の遺跡からヒスイの製品が多数出土されています。これらのヒスイは産地分析によると糸魚川・青海地域からもたらされたことはほぼ間違いないとされています。このように、糸魚川地域は日本でのヒスイの最大産地であり、この地域に分布する蛇紋岩メランジ帯中にヒスイを産出します。

ヒスイ峡に点在するヒスイの原石



小滝産ヒスイ原石

糸魚川市小滝産のヒスイ輝石岩。中央部に半透明緑色ヒスイが含まれる。他は白色ヒスイ。重さ約100kg、写真は22cm×19cmの部分。谷村コレクション。糸魚川市翡翠園所蔵。

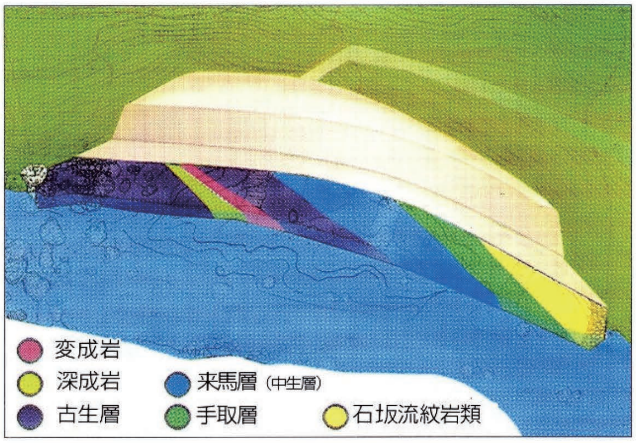
糸魚川・青海産ヒスイのカボションカット

糸魚川・青海産のヒスイには、各種の色彩・透明度・組織をもつものがある。右端には青海産ラベンダーヒスイ。

学習護岸

岩石・鉱物・化石などの標本室ともいえるヒスイ峡は、河床に分布する転石の岩種が豊富で、確認されているだけでも30種類もあり、学術的・教育的視野からも非常に高い価値をもっています。護岸工は自然景観に配慮するため小滝川河床の転石を利用する近自然工法が採択されており、あわせて「野外観察施設」として利用できる学習護岸となっています。

護岸工に使用した岩石は総計4300個で、この中にはほとんどの時代の岩種が含まれており、時代ごとにゾーン分けして分かりやすく積まれています。



学習護岸イメージ図

平成21年度　(社)日本地すべり学会
第48回研究発表会及び現地見学会

地すべり見学ガイドブック

Ａ：山 古 志 コ ー ス
Ｂ：柏崎・糸魚川コース

2009.8.28

編集・発行　(社)日本地すべり学会
印　　刷　株式会社　文　久　堂

(社)日本地すべり学会ホームページ
http://japan.landslide-soc.org/

2004年新潟県中越地震で発生した東竹沢地すべり（上）と地すべりダムによって水没した木籠集落（下）（長岡市山古志）
丸井英明氏提供