

堆積軟岩地域で発生した トッピング型地すべり

—新潟県長岡市「2009年新山地すべり」の例—

佐藤壽則*・古谷尊彦(株式会社日さく)

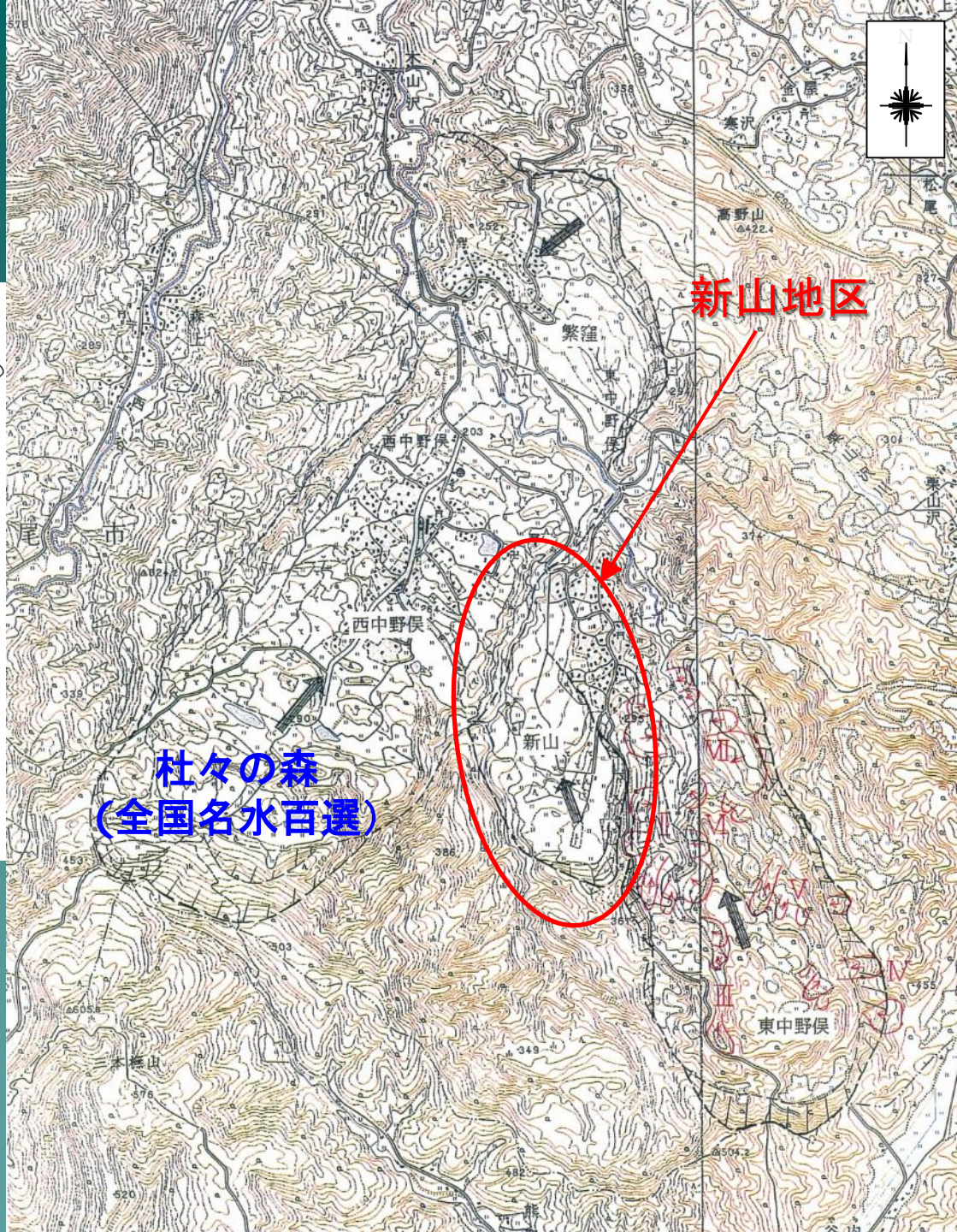
2019.5.17 (公社)日本地すべり学会新潟支部 地すべりシンポジウム

長岡市(旧栃尾市) 東中野俣地内

新山地区

新潟県
長岡市○
◎新潟市

1/25000地形図「半蔵金」「穴沢」
に加筆





ひと休み—岩松さまの狛犬

地すべりの前兆現象
石や梢などの擦れる音

むかしあったてんがの。

中野俣の新山(あらやま)で、山犬が7日7晩気味わりい声で鳴き続けたと。村人はおっかながって一人去り二人去り、とうとうだ一れもいなくなってしもうたてや。

と、その晩山抜け(地すべり)が起こって、部落はみ一人な埋まってしもうた。だどもだつれも死ななかつた。

翌朝、みんなしてたつた一つ残つた岩松さまの屋敷鎮守に集まつたてや。すつと、誰かがこま犬の足の裏さ、べと(泥)がべつとりついているのを見つけた。

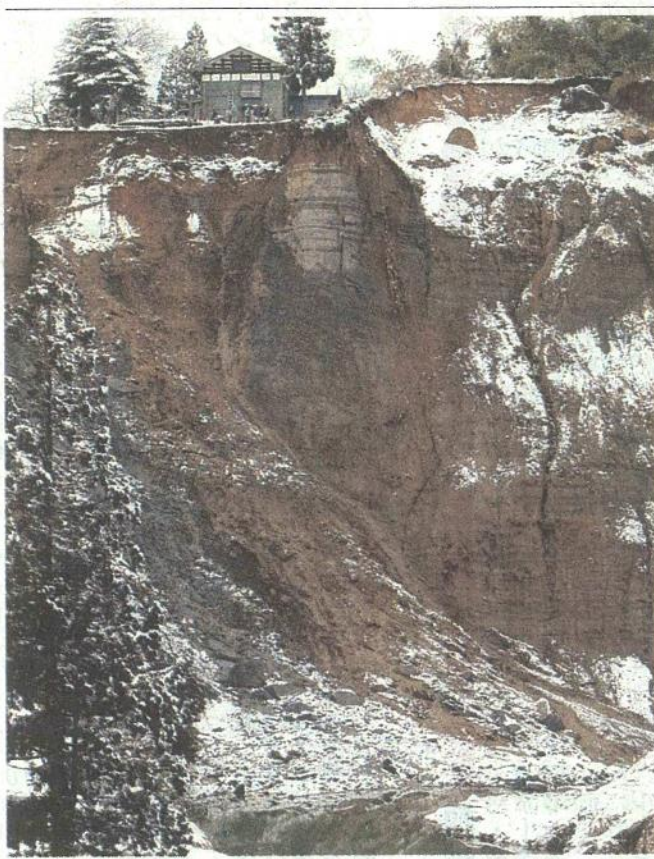
んだ、あの山犬はこのこま犬さまに違いねえ。鎮守さまがおら達を逃がすために遣わされたんだべ。あー、ありがたや、ありがたや。

これで息がぽーんとさけた。 — 越後の民話より —

決まり文句

神社仏閣は不動地にあることが多い

子孫が地すべりの研究をしています



土砂崩れ1世帯避難 長岡

二十五日午後三時半ごろ、長岡市東中野俣で土砂崩れが発生したと住民

から同市栃尾支所に通報があった。その後も土砂崩れが進み、同市は二十

六日、付近の一世帯二人に避難勧告を出した。二人は近くの親せき宅に避難した。

県長岡地域振興局によると、幅平均約八十㍎、高さ約五十㍎にわたり、約六千立方㍎の土砂が崩落した。このうち約二千立方㍎が下を流れる大倉川に積もった。崩壊場所から避難した住民の

幅約80㍎にわたって地盤が崩落した土砂崩れ現場。上方の家に避難勧告が出された。26日午後4時ごろ、長岡市東中野俣



2004年新潟県中越地震震央

2009.3.26
新潟日報より引用

家までは約十三㍎の距離。同振興局は原因について「中越地震で緩んだところに融雪による水が入ったことで、さらに土砂が緩んだ可能性がある」とみている。

ドイツに理信る 外事

2009年3月25日発生

避難勧告

新山集落(緩斜面)

2004年新潟県中越地震時発生

幅約80m

高さ約50m

河道閉塞

大倉川





2009年地すべり発生範囲は活動兆候なし

新山集落(緩斜面)

2004年新潟県中越地震時発生

河道閉塞

2004年新潟県中越地震直後の状況



⊗

谷側に傾斜した地塁状土塊



谷側に傾斜した地壘状土塊



湧水の流末



横井戸・湧水による水田



縦井戸 (水位-約2m)



避難勧告家屋

南北方向に延びる開口亀裂



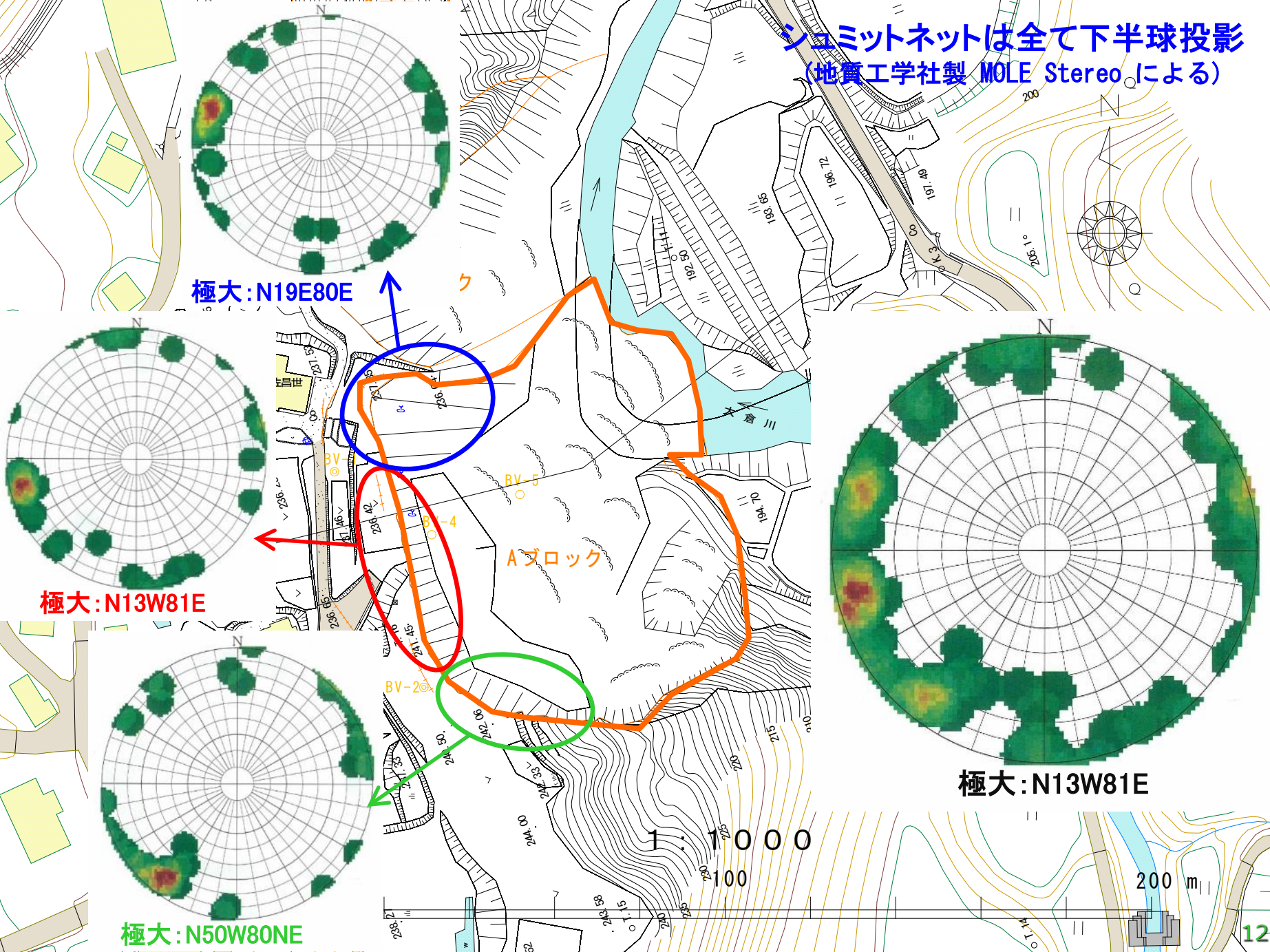
シームットネットは全て下半球投影
(地質工学社製 MOLE Stereo による)

極大:N19E80E

極大:N13W81E

極大:N50W80NE

極大:N13W81E



200 m

12

堆積岩類 Sedimentary rocks		火成岩類 Igneous rocks	
沖積堆積物 Alluvial deposits	a 礫, 砂, シルト Gravel, sand and silt	Sv	守門火山噴出物 (安山岩類) Sumon volcanics (andesites)
砂丘堆積物 Sand dune deposits	du 砂 Sand		
段丘堆積物 Terrace deposits	tr 砂, 礫 Sand and gravel		
小国層 Oguni Formation	Og 砂質シルト, 砂, 礫 Sandy silt, sand and gravel	HO	石英安山岩 Dacite
塚山層 Tsukayama Formation	Tu シルト, 砂, 礫 Silt, sand and gravel	ND	石英安山岩 Dacite
和南津層 Wanazu Formation	Wa 細粒砂 Fine grained sand	NA	安山岩 Andesite
灰爪層 Haizume Formation	Ha 砂質シルト Sandy silt	SD	石英安山岩 Dacite
	Hn 石灰質砂 (夏川石) Limey sand (Natsukawa-ishi)		
西山層 Nishiyama Formation	Ni シルト岩 牛ヶ首層 Siltstone		
浜忠層 Hamatsuda Formation	Hs シルト岩・砂岩細互層 Thin alternation of siltstone and sandstone		
	Sh シルト岩・砂岩互層 Alternation of siltstone and sandstone		

<素因1>

- ・堆積軟岩
低固結度、強度低下・脆弱化
シルト岩・砂岩細互層・・・層理面での強度差
(特に含水すると強度低下する砂岩)
- ・向斜軸部
ほぼ水平な層理面、鉛直方向の節理発達



「日本油田・ガス田図13 新潟県中部地域」1/100,000地質図より

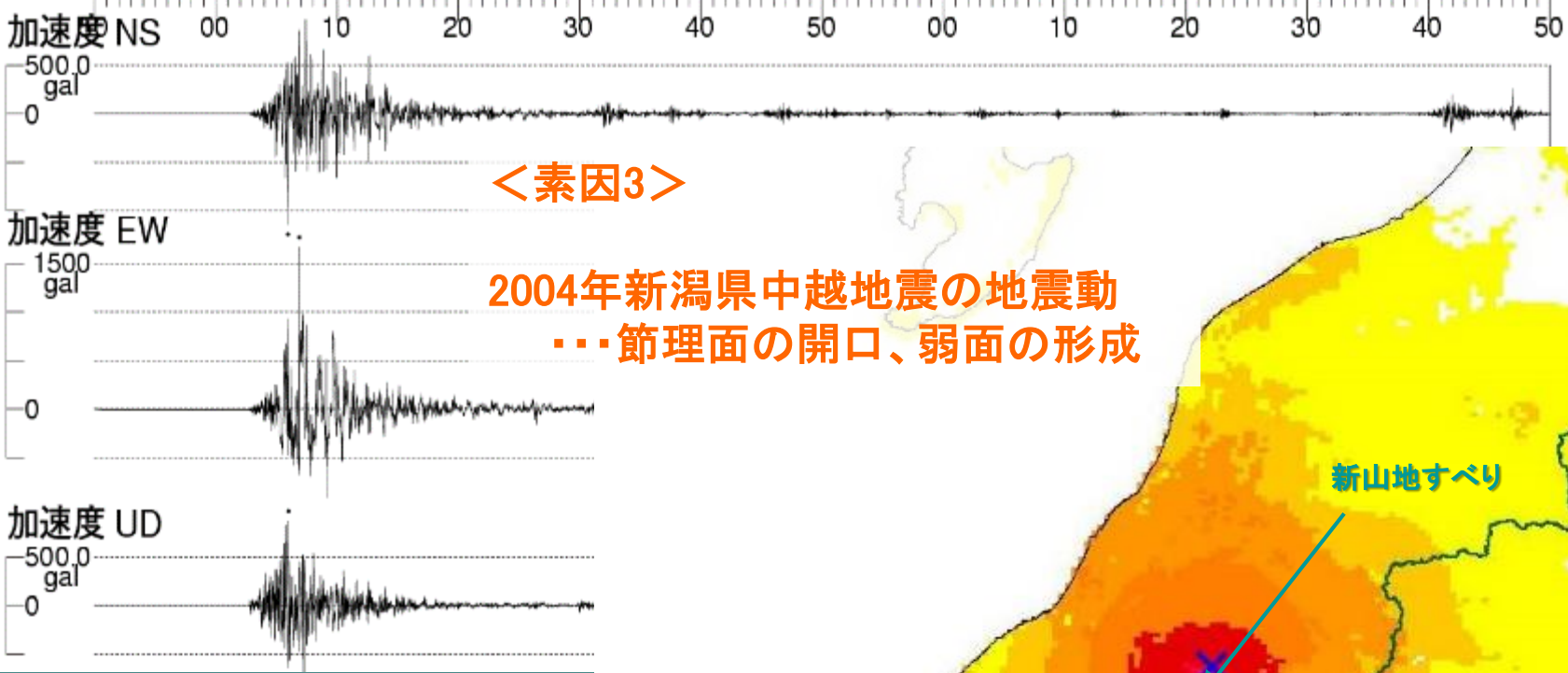
新山地すべり

＜素因2＞

- ・上方に古期地すべりによる緩斜面
 - …集水面積が広い
 - …地下水が供給されやすい
- ・屈指の豪雪地
 - …多量の融雪水の浸透

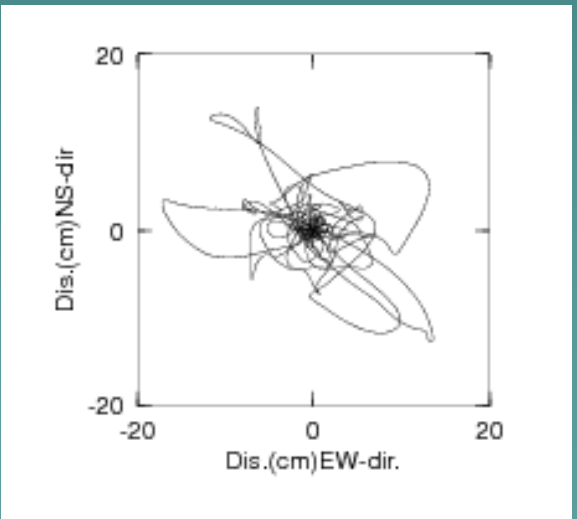
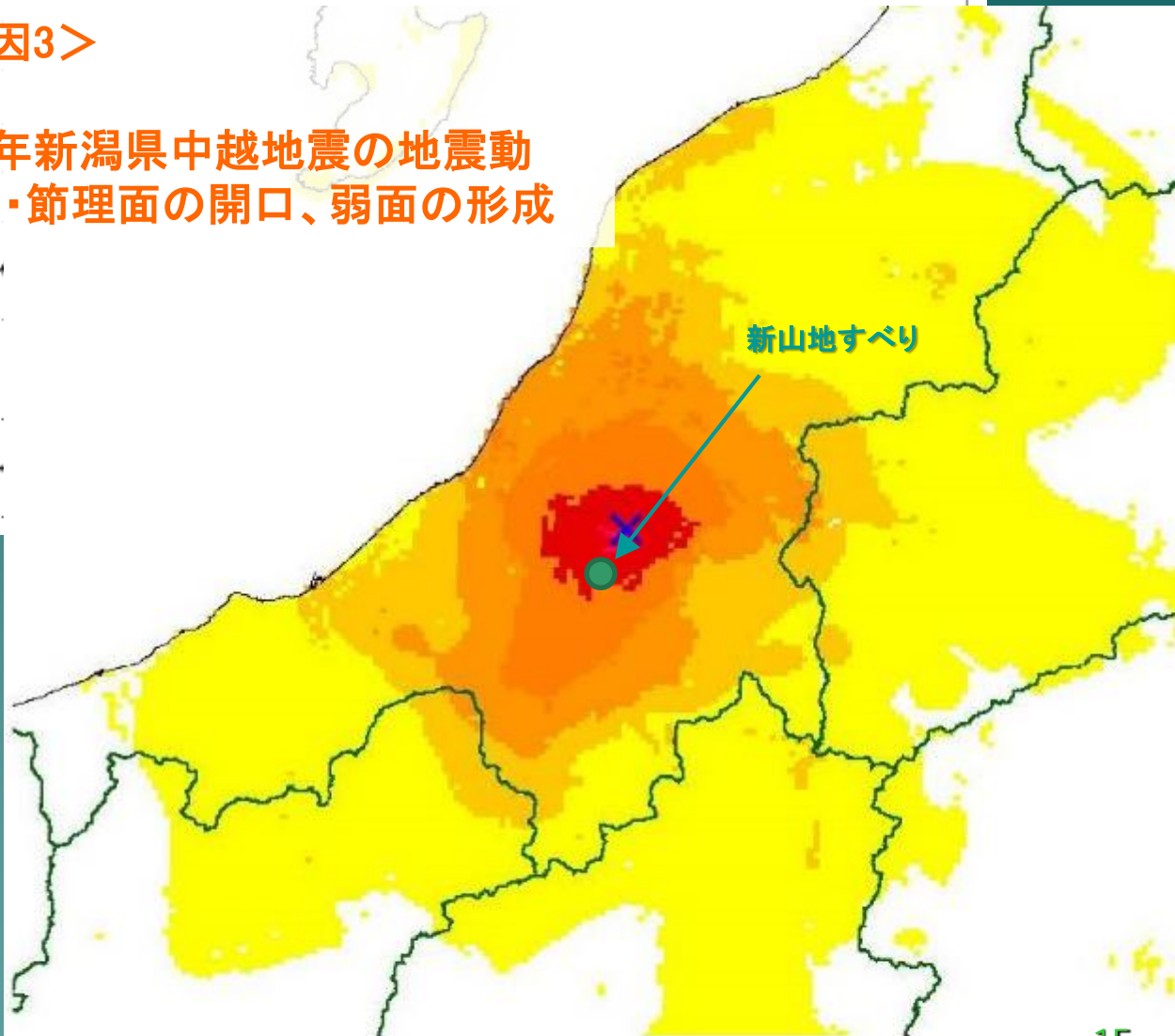
2004/10/23 17h55m50s~

川口町川口



<素因3>

2004年新潟県中越地震の地震動
...節理面の開口、弱面の形成



2004年新潟県中越地震(本震)の震度分布:気象庁HPより

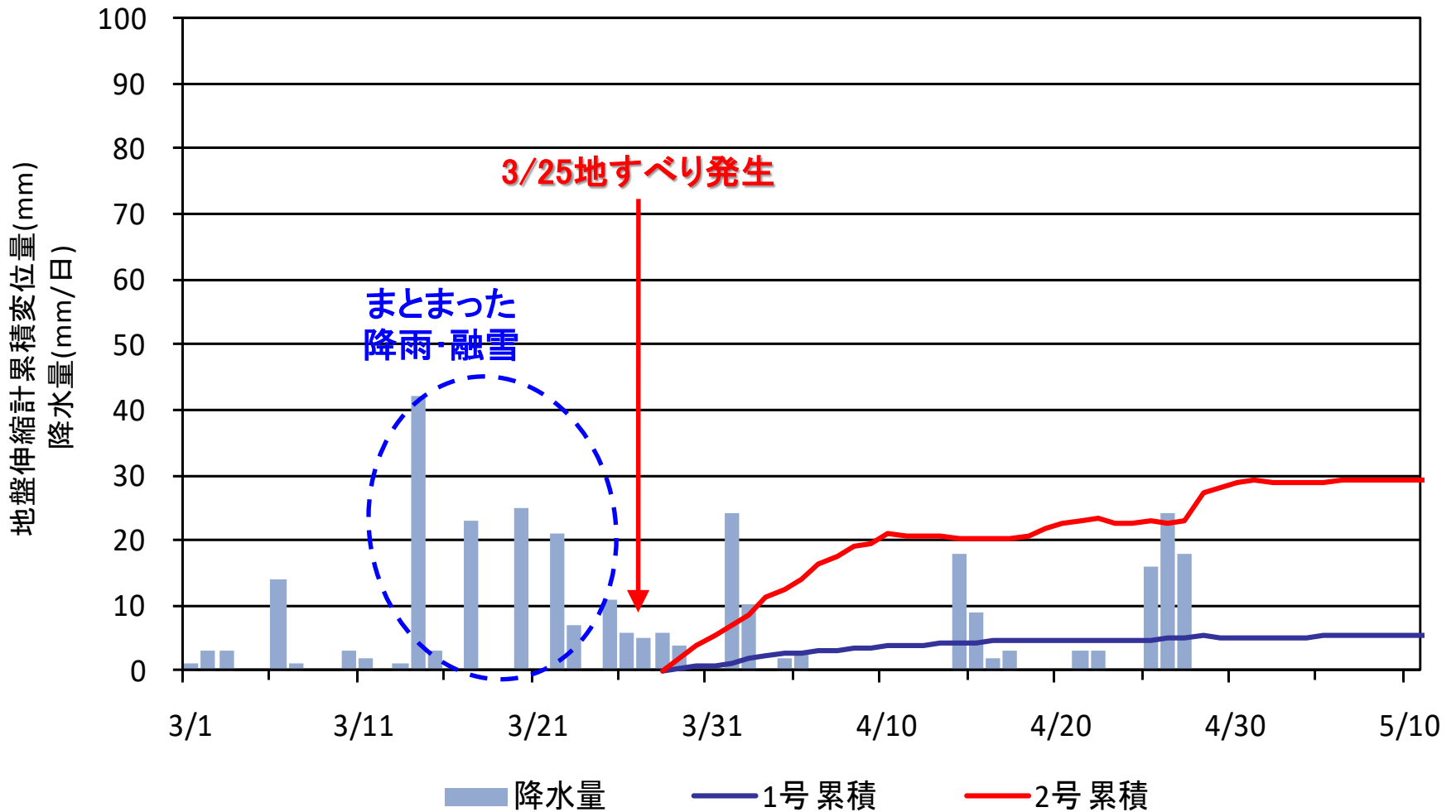
(震源表)

2004年10月23日17時56分 新潟県中越地方 M6.8



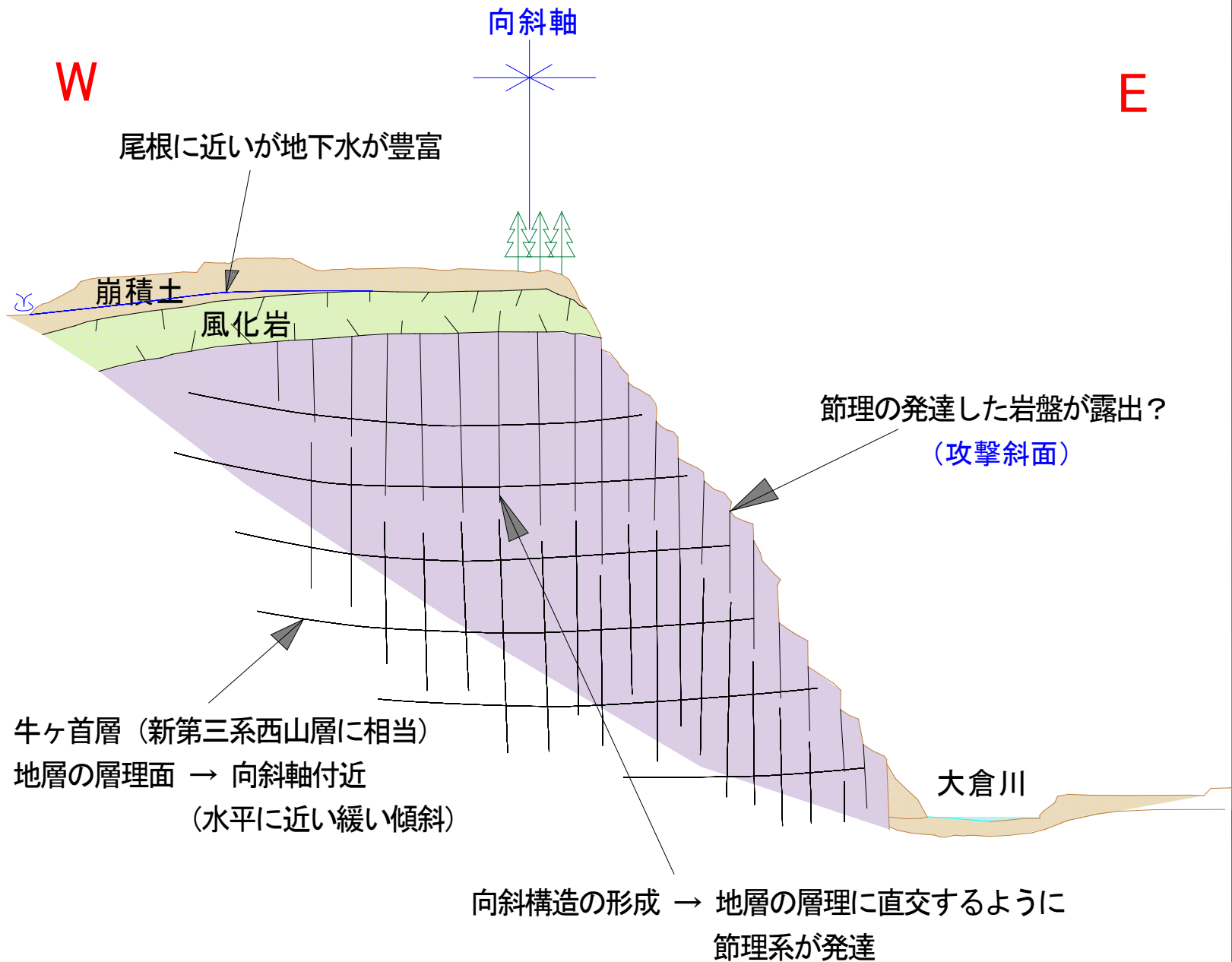
東西方向の振動が卓越

新山地すべり地盤伸縮計累積変位量

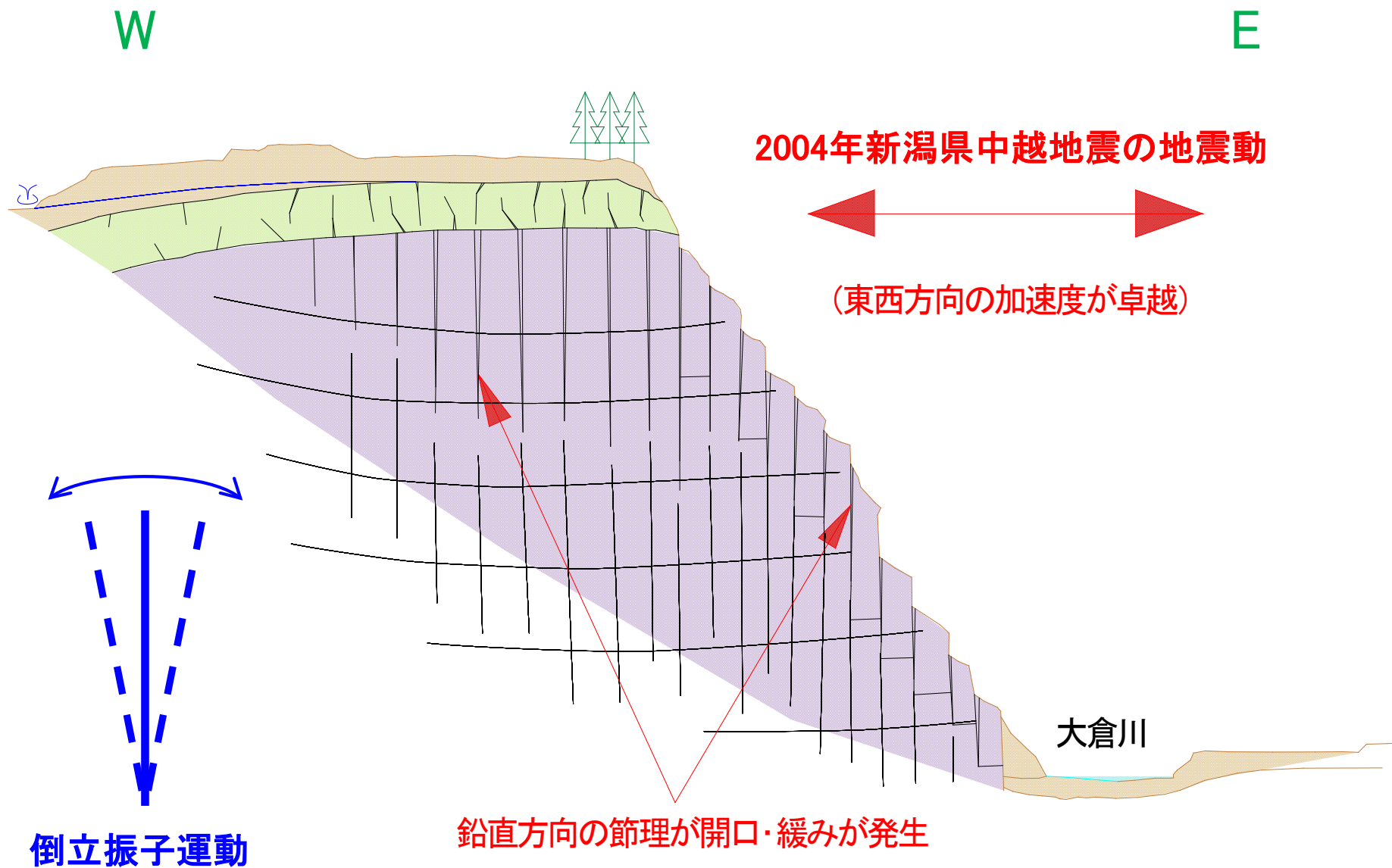


2009年3月1日～5月10日の降水量と冠頭部の地盤変位

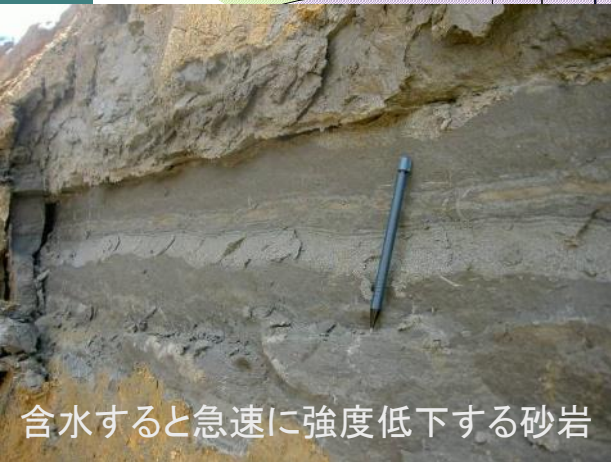
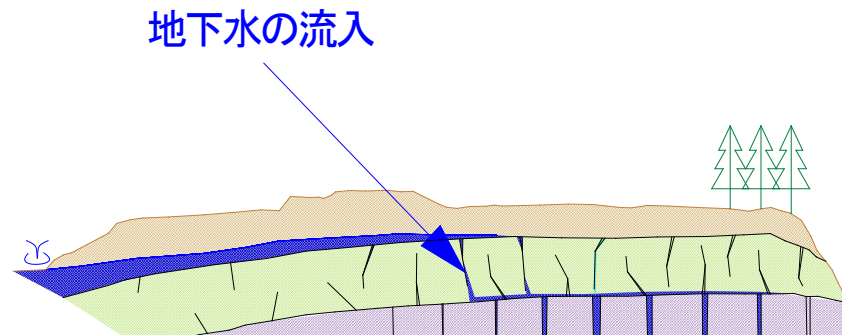
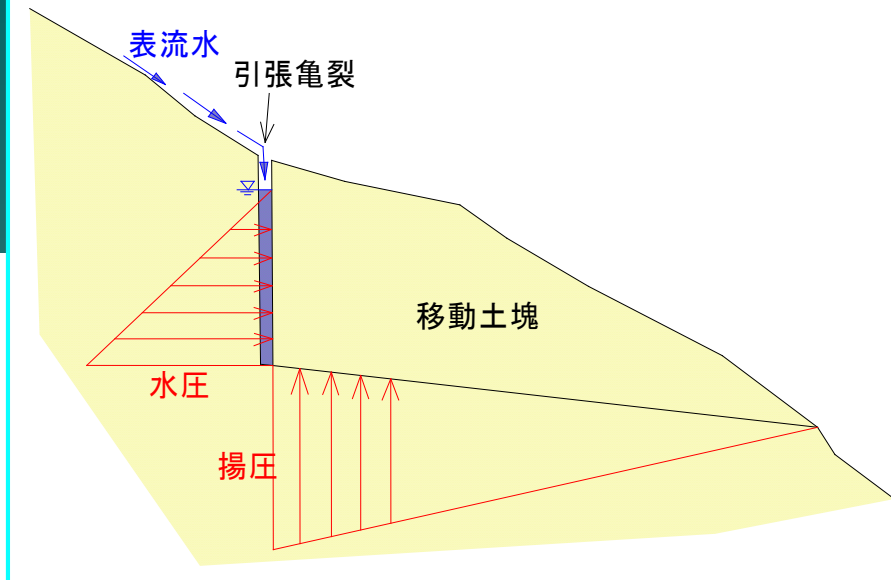
① 2004年新潟県中越地震発生前



② 2004年新潟県中越地震発生



③ 中越地震から数年経過



水圧により応力解放方向
(川側)へ応力が発生

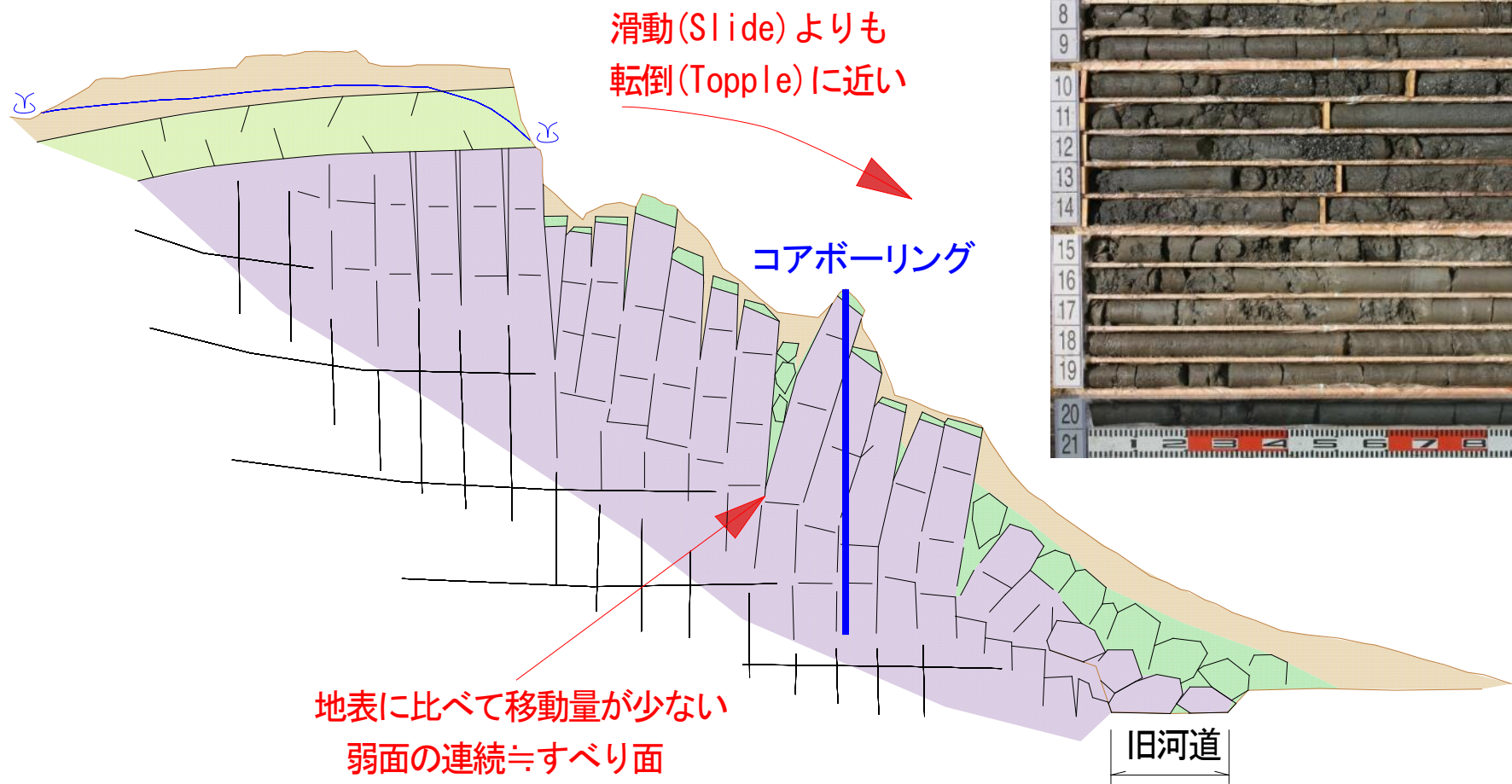


開口亀裂や層理・節理面に沿って
地下深部まで地下水が浸透

層理面・節理面の強度低下

大倉川

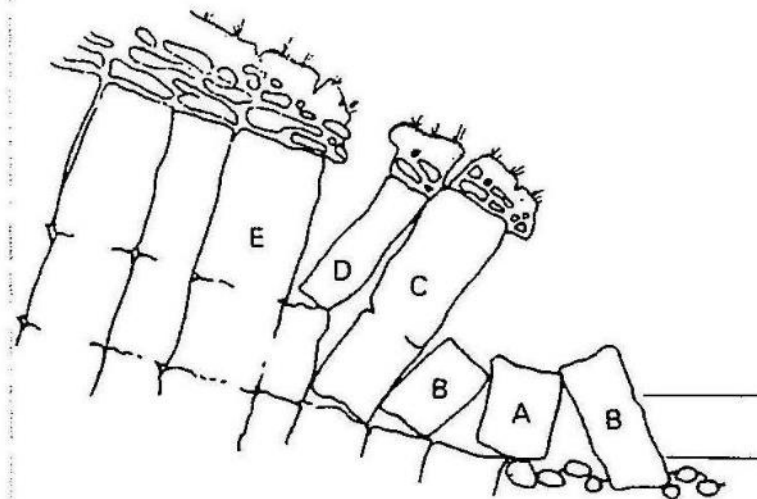
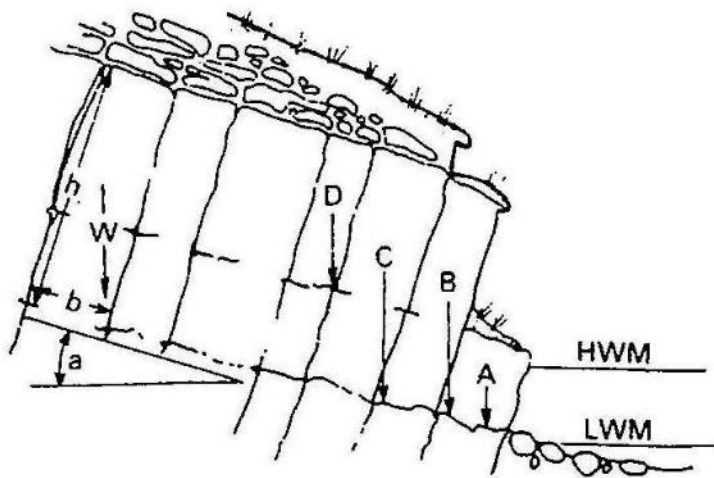
④ 2009年3月地すべり発生



(支配的な) 運動形式 TYPE OF MOVEMENT		(運動前の) 物質のタイプ TYPE OF MATERIAL (before movement)			
		岩 BEDROCK	工学的な土 ENGINEERING SOILS		
			←主として粗粒なもの Predominantly coarse	主として細粒なもの→ Predominantly fine	
崩落 FALLS		Rock fall	Debris fall	Earth fall	
転倒 TOPPLES		Rock topple	Debris topple	Earth topple	
滑動 SLIDES	円弧 ROTATIONAL		Rock slump	Debris slump	Earth slump
	直線 TRANSLATIONAL	少単元 FEW UNITS	Rock block slide	Debris block slide	Earth block slide
		多単元 MANY UNITS	Rock slide	Debris slide	Earth slide
伸展 LATERAL SPREADS		Rock spread	Debris spread	Earth spread	
流動 FLOWS		Rock flow	Debris flow	Earth flow	
		(deep creep)	(soil creep)		
複合 COMPLEX		Combination of two or more principal types of movement			

「D.J.Varnes, 1978: Slope Movement Types and Processes, Landslides: Analysis and Control (CLARK, M.,ed.), TRB Special Report, 176, 11-33.」を要訳。

(2.1d1) ROCK TOPPLE (de Freitas and Watters, 2.37).



堆積軟岩地域で発生したトッピング型地すべり

-新潟県長岡市「2009年新山地すべり」の例-

まとめ

- ◆ 堆積軟岩地域でも、Varnes(1978)の分類による “rock topple” に属する地すべりが発生し得る.
- ◆ 新山地すべりの場合、2004年新潟県中越地震に伴う地震動の影響が大きいと考えられる.
- ◆ 2004年新潟県中越地震時に地すべりに至らなかった斜面でも、年月を経てから活動する場合があります、今後はこのような事例にも着目する必要がある.
- ◆ とくに、水平に近い岩層構造と河川の側方侵食による切り立った斜面は要注意箇所である.

2009年12月1日

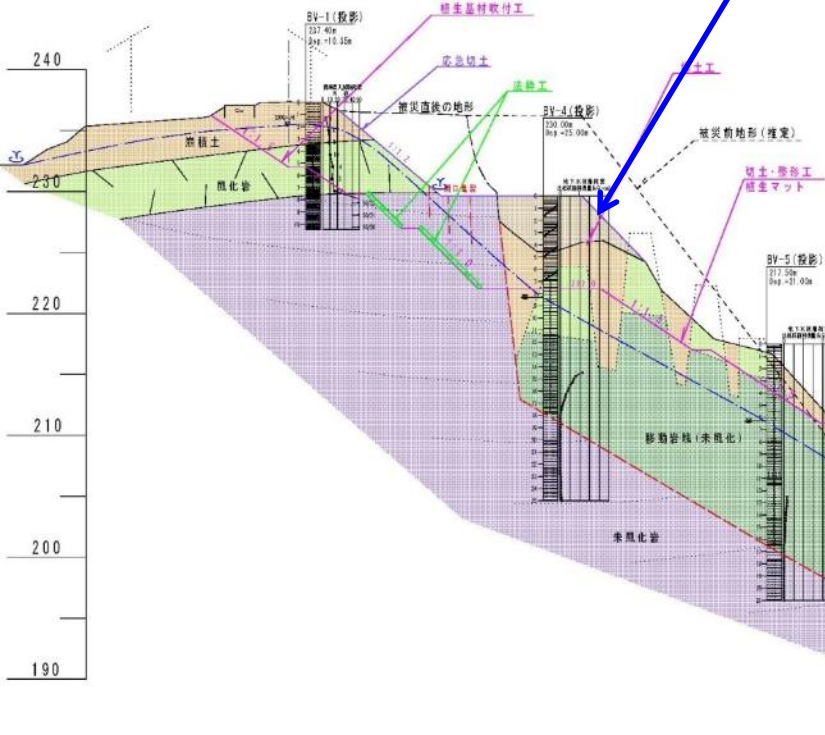


安全率の流れ

初期安全率: $F_s=0.98$
 応急対策後の地形、ボーリング作業中に緩慢な変動あり。
 ↓
 初期排土後安全率: $F_s=1.03$ (標高222.0mまで掘削)
 ↓
 押え盛土後安全率: $F_s=1.15$
 突如破壊(踏ね上がり)に対する安全性を考慮、
 ...3段(標高205m付近まで)盛り立てる必要あり。
 目標安全率: $F_{sp}=1.15$
 *すべり面の土質定数: 粘着力 $c=20.0\text{ kN/m}^2$ 、内部摩擦角 $\phi=30.0^\circ$

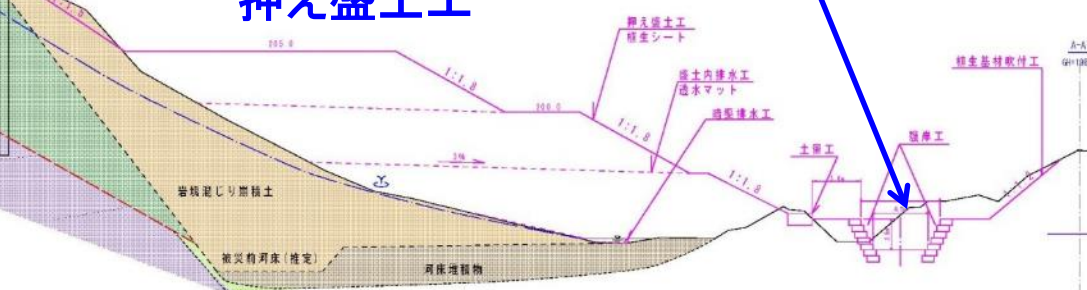
移転補償

排土工(一部法面保護工)



流路変更、護岸工、床固工

押え盛土工



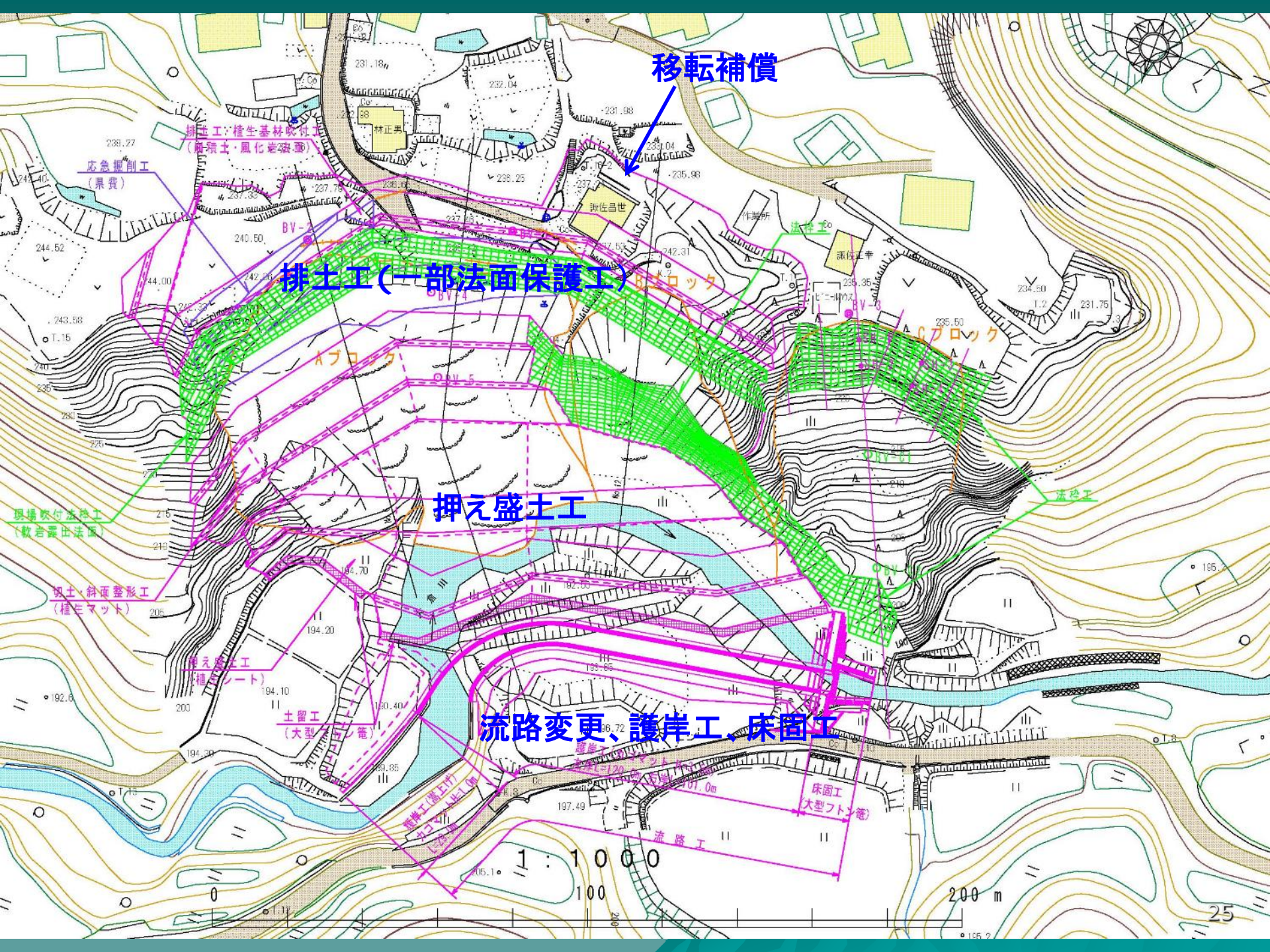
- ・トッピング型地すべりに対する解析手法がない・・・通常的手法に準拠
- ・初期安全率 $F_s=0.98$ 、最大層厚から粘着力 c を推定、内部摩擦角 ϕ を逆算
- ・目標安全率 $F_{sp}=1.15$ 、Bブロックも合わせて対策
- ・排土工、押え盛土工、河川部の3工区同時施工

移転補償

排土工(一部法面保護工)

押え盛土工

流路変更、護岸工、床固工



応急掘削工 (県費)

掘削工: 植生基材吹付工 (腐葉土・風化岩砕石)

現場吹付盛土工 (敷き藁田舎風)

傾土・斜面整形工 (植生マット)

押え盛土工 (植生シート)

土留工 (大型フロン巻)

護岸工(大型フロン巻)

床固工 (大型フロン巻)

1 : 1000

200 m

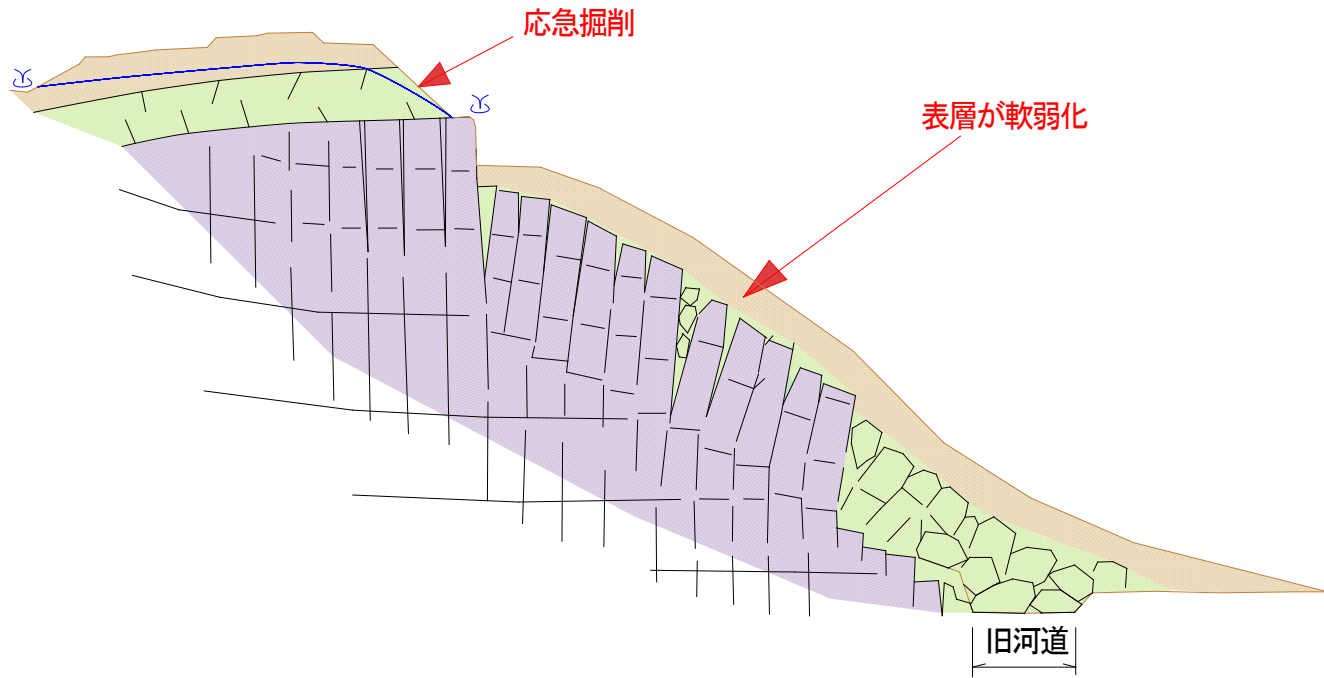
25

2010年5月6日

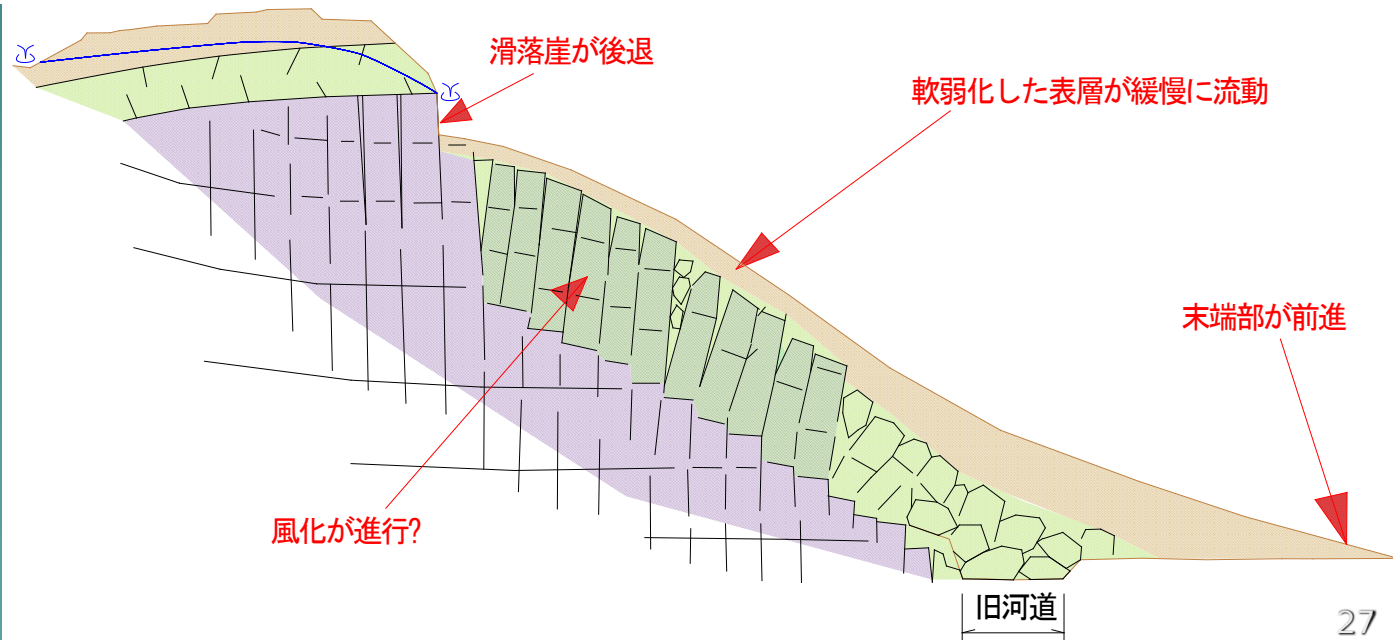
計画通りに施工できない！



←2009年12月

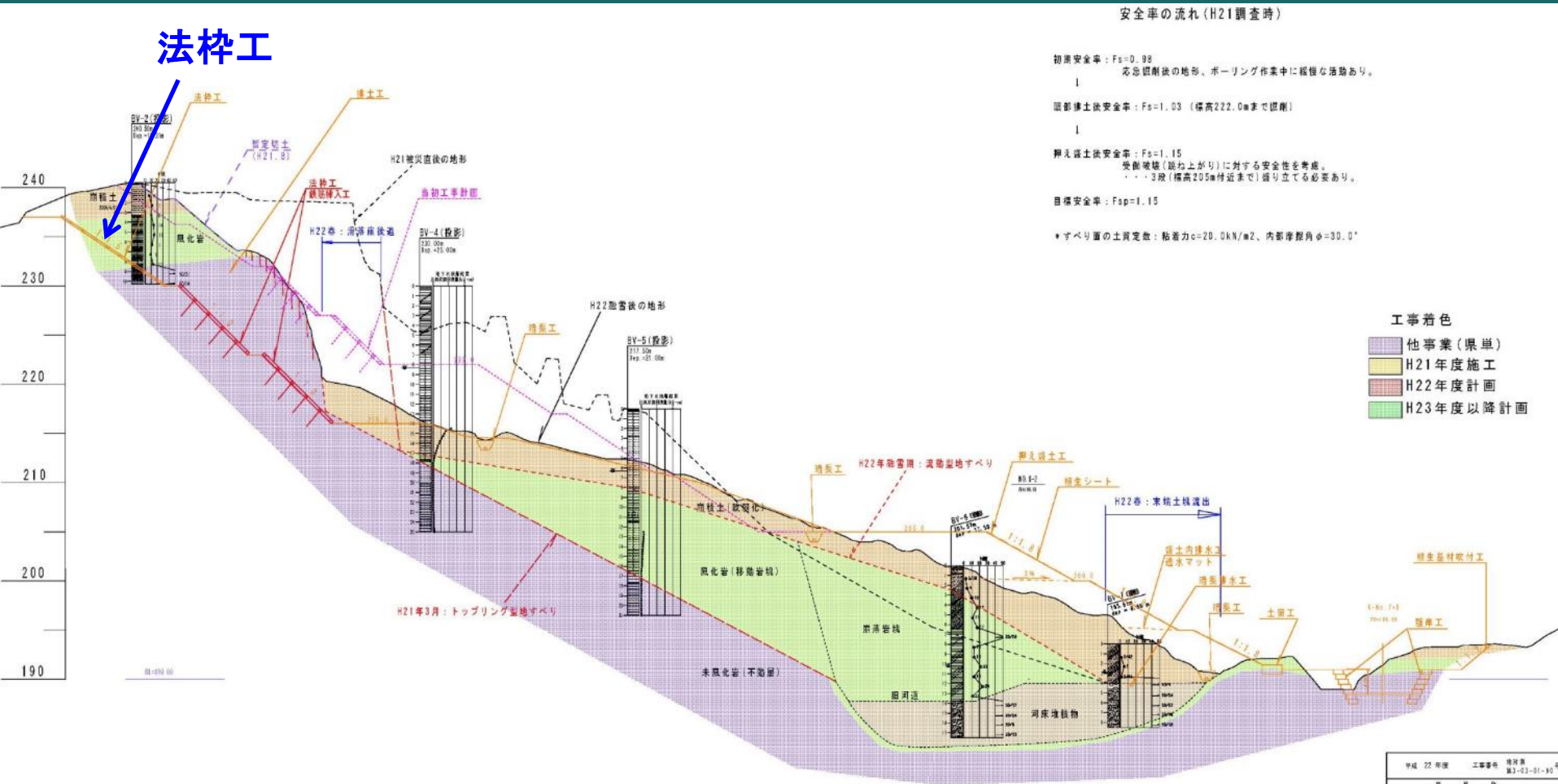


2010年4月→

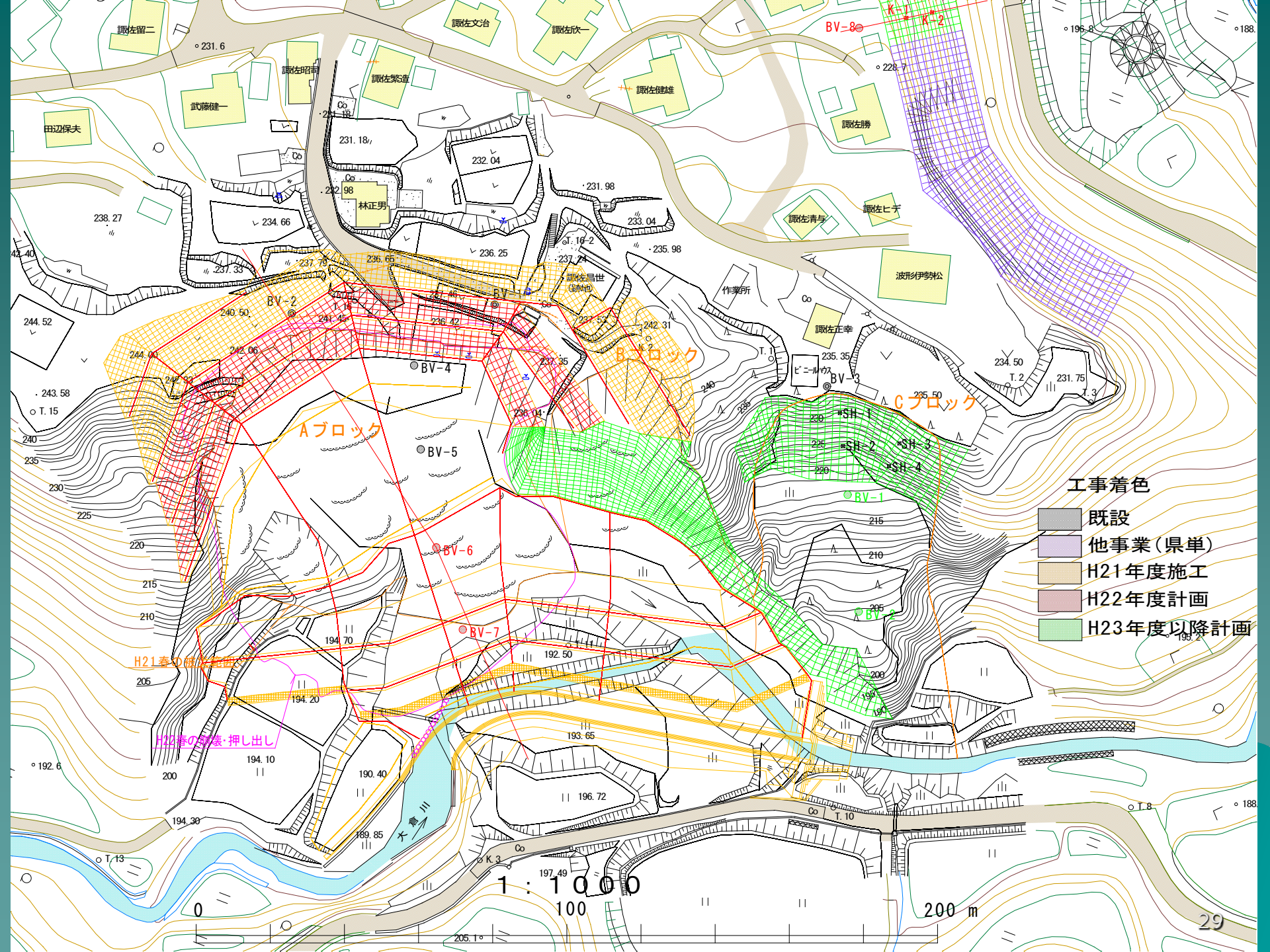


2010年5月、計画再検討(H21年度第3次補正予算で対策工を施工)

法枠工



- ・頭部排土範囲を滑落崖後方へ拡大、Bブロック対策は縮小・・・土量収支を調整
- ・掘削法面の保護工として法枠工
- ・押え盛土工背後の湧水・排水対策強化、盛土時の施工管理強化



工事着色

- 既設
- 他事業(県単)
- H21年度施工
- H22年度計画
- H23年度以降計画

Aブロック

Bブロック

Cブロック

H21春の創設準備

川沿いの整備・押し出し

1 : 1000

200 m



2010年9月12日・・・
108mm/日、最大44mm/hの降雨



旧栃尾市北荷頃(西谷川の荷頃新大橋付近)



2010年12月13日

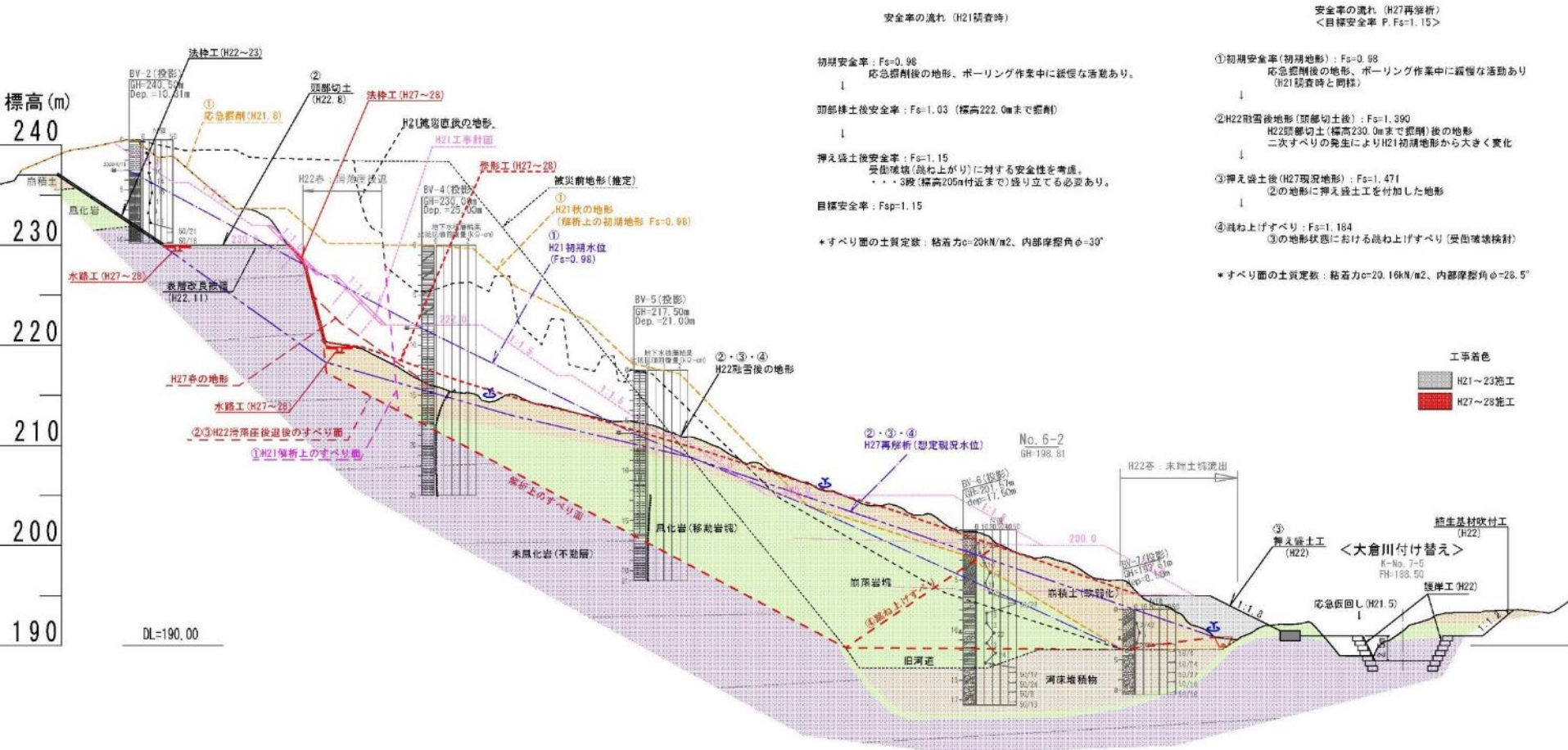
改良土による被覆



2015年5月10日



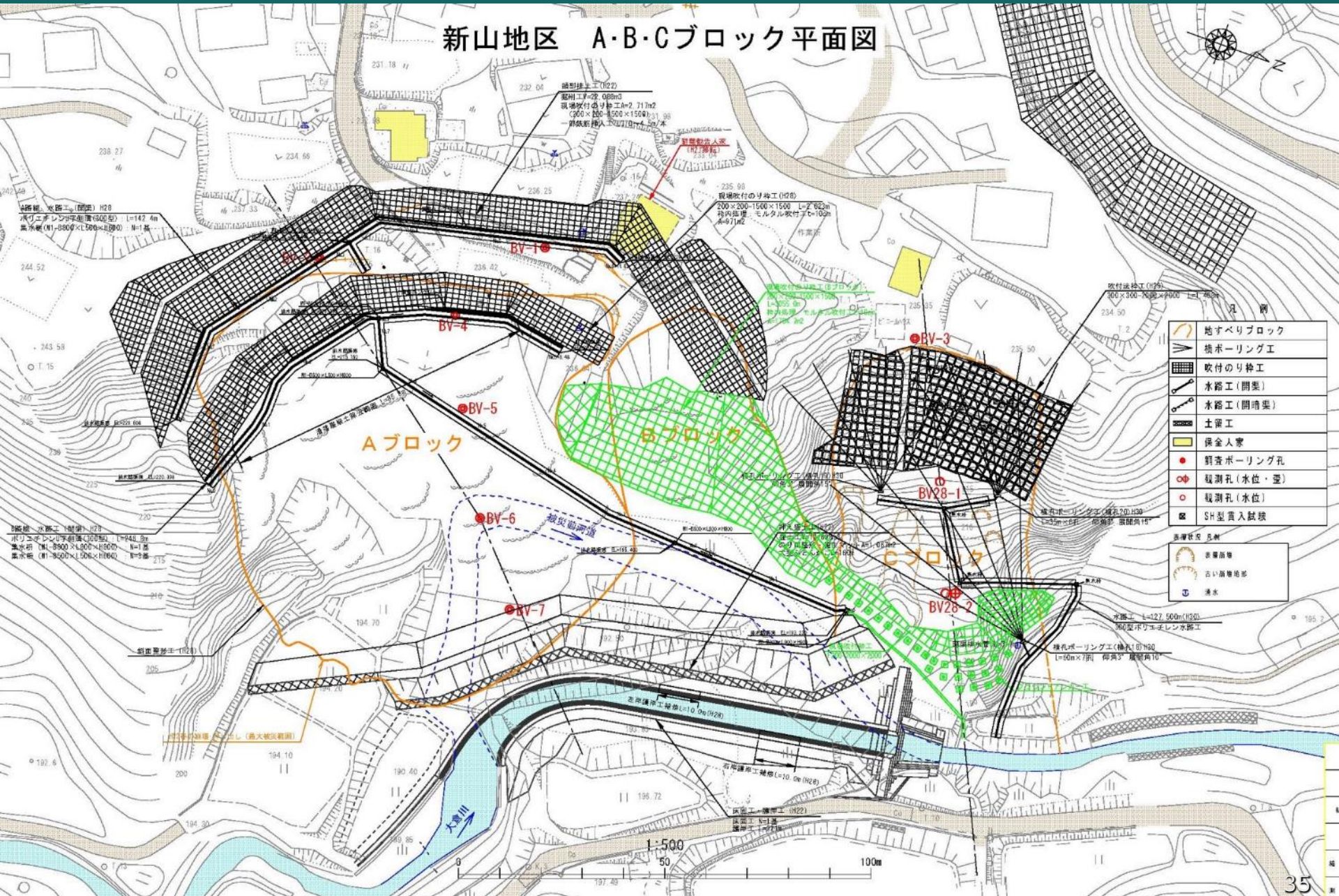
新山地すべり Aブロック 地質断面図 S=1:200



- ・ 頭部に残った新鮮岩は掘削せず、押え盛土も追加しない
- ・ 滑落崖の保護工として法枠工
- ・ 表流水・湧水の流末処理として水路工(斜面整形を含む)

出来型(2019年3月末現在)

新山地区 A・B・Cブロック平面図



2018年5月2日



ご清聴ありがとうございました