(社)日本地すべり学会新潟支部
第38回地すべり現地検討会資料
2010.9.27

八幡地すべり

－融雪期に発生した大規模地すべり－



新潟県上越地域振興局提供（2010年４月18日撮影）

◇主催　㈳日本地すべり学会新潟支部
◇共催　㈳地盤工学会北陸支部
◇後援　新潟県
　　㈳新潟県地質調査業協会
　　㈳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
◇協賛　新潟県農地関係地すべり防止事業促進協議会
　　新潟県治水砂防協会



大規模活動直後の空撮全景写真(2010/4/21 撮影)



大規模活動前　全景写真(2010/4/16 撮影)



大規模活動後　全景写真(2010/4/22 撮影)

(社)日本地すべり学会新潟支部
第 38 回現地検討会の開催にあたって

昨年は本大会が新潟で開かれたため、秋の現地検討会は開かれず、２年ぶりの開催となりました。

ところで、支部の執行部あるいは幹事会で現地検討会の対象地すべりを選定する際に、現地検討会の対象として相応しい現場が少なくなってきており、頭を悩ませる事態になっています。これは、見方を変えれば、皆さんの努力の賜であり、非常によい傾向であります。極端なことを言えば、皆さんは自分たちの存在価値がなくなる世の中を目指して努力しているのですから・・・

しかし、現実には災害がなくなることはありませんし、皆さんも仕事がなくなることはないでしょう。そこで、少ない機会を捉えて、技術を継承していく必要があります。現場が少なくなり、さらに公共事業が抑制される時代に、個々の会社では十分に行えなくても、いくつかの会社が共同して研修の場を設けることが重要になってきます。そのような場を提供することは、学会の重要な役割の一つであると考えられます。

今後の現地検討会は、技術的に困難な現場、規模の大きい現場、興味深い現象の見られる現場での中堅技術者の意見交換の場だけではなく、ありふれた現場ではあるけれど、若手技術者のよい研修の場になるかどうかという視点から、対象地すべりを選定することも必要になってくるのではないでしょうか。今回も実りのある現地検討会になることを期待しています。

最後になりましたが、今回の現地検討会は、新潟県上越地域振興局および(株)日さく北信越支社の皆さんのご尽力で実現しました。ここに心から感謝申し上げます。

(社)日本地すべり学会新潟支部
支部長　　川邉　洋

～　目　次　～

1. 八幡地すべり地の概要 1
1.1　位置と地形 1
1.2　地　質 2
1.3　周辺の地すべり分布 6
1.4　八幡地すべり地の概要 7
2. 蛇香沢左岸斜面地すべり 10
2.1　地すべり発生の経緯 10
2.2　地すべり規模とブロック区分 10
2.3　地すべりの発達とその経過 13
3. 地すべり機構 23
3.1　移動状況 23
3.2　地下水状況 23
3.3　地すべり発達過程 24
3.4　蛇香沢地すべりとの比較 25
3.5　地質構造と地すべり形態 27
4. 地すべり発生後の対応と対策 29
4.1　地すべり直後の対応 29
4.2　恒久対策 30
5. おわりに 31

1. 八幡地すべり地の概要

1.1　位置と地形

八幡地すべり防止区域は、妙高市(新井)市街地から南東方向に約 15km 隔たった、新潟県妙高市上平丸地内に位置している(図 1.1)。

上平丸の南東方には、新潟県と長野県の県境をなす標高 800～1,200m の関田山脈が北東-南西方向に連なっている。この山脈の一角をなす風野山(標高 875.4m)から西北西方向に標高 400～600m のなだらかな山稜が延びており、その北側を平丸川が流下している。八幡地すべり地はこの平丸川左岸の北向き斜面に位置している。

平丸川は、風野山から南東方向の県境分水嶺(平丸峠)にてその源を発し、西北西へ流下して一級河川関川と合流している。その間の平丸川流域の地形は、上流および下流域では蛇行を伴いながら深い V 字谷をなす。一方、平丸川中流域に相当する上平丸から下平丸にかけては、比較的緩斜面で開いた谷が形成されている。平丸川流域の地すべりは、この中流域に集中して分布するのが特徴的である。

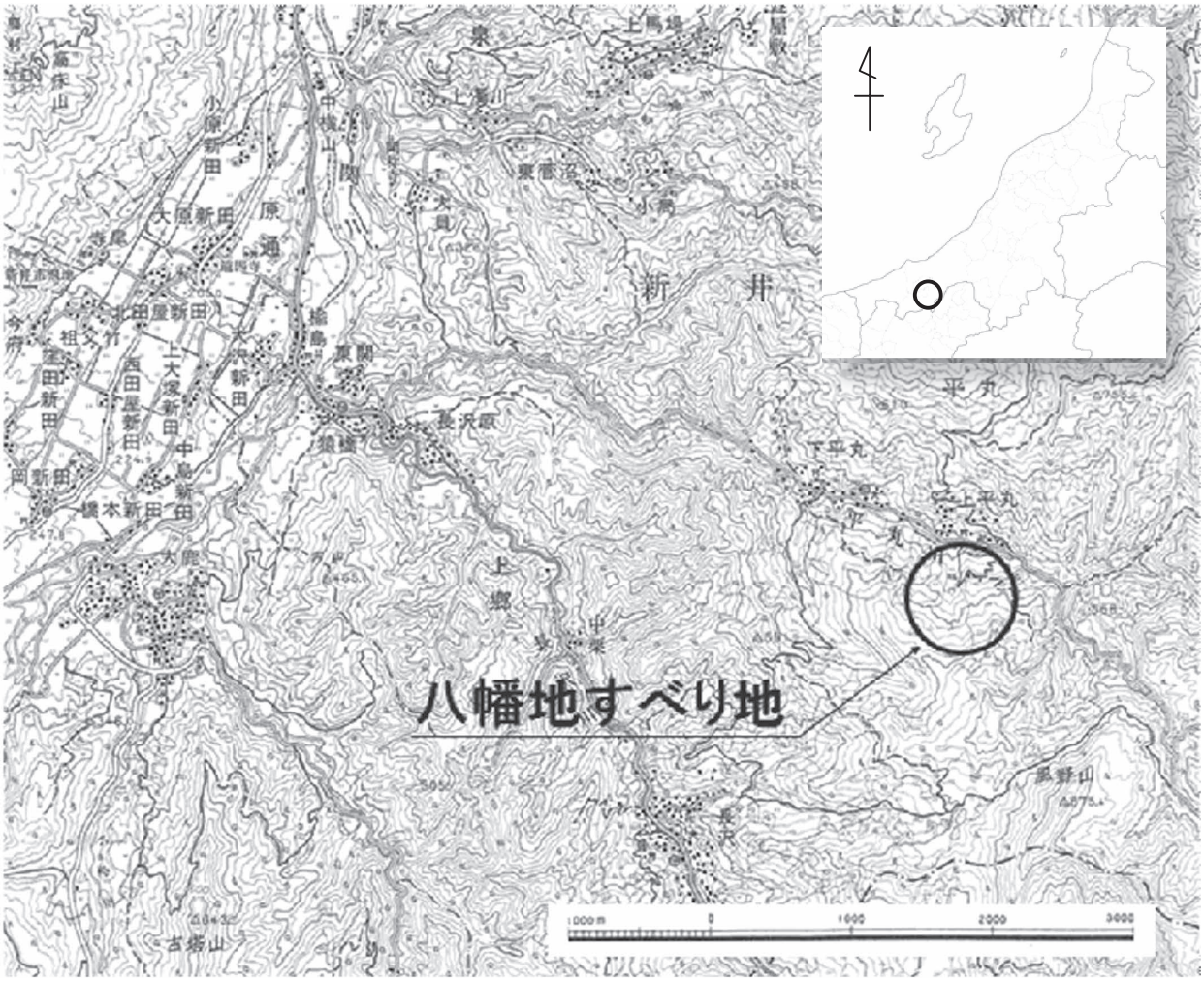


図 1.1　八幡地すべり地位置図

1.2 地　質

八幡地すべり地周辺の基盤をなす地質は、新第三系中新統の富倉層の黒色泥岩を主体に構成され、灰色砂岩を互層状に介在している。富倉層は、新潟県標準層序では寺泊層～椎谷層相当とされている。当地区周辺に広く分布する富倉層泥岩は、侵食に弱く、含水･乾燥を繰り返すと容易にスレーキングによって細片・粘土状に砕けやすい特徴を有するため、一般に地すべりが生じやすい素因を備えた岩質といえる。上平丸から下平丸にかけての平丸川流域が開いた谷をなすのは、この富倉層泥岩分布域にて多発する地すべりによって、斜面の開析が進んでいるためである。

一方、平丸川の上流および下流域には西山層～灰爪層相当の砂岩泥岩互層や砂質泥岩層が分布するため、比較的急峻なＶ字谷を形成し、また地すべりの発達に乏しい要因となっている。

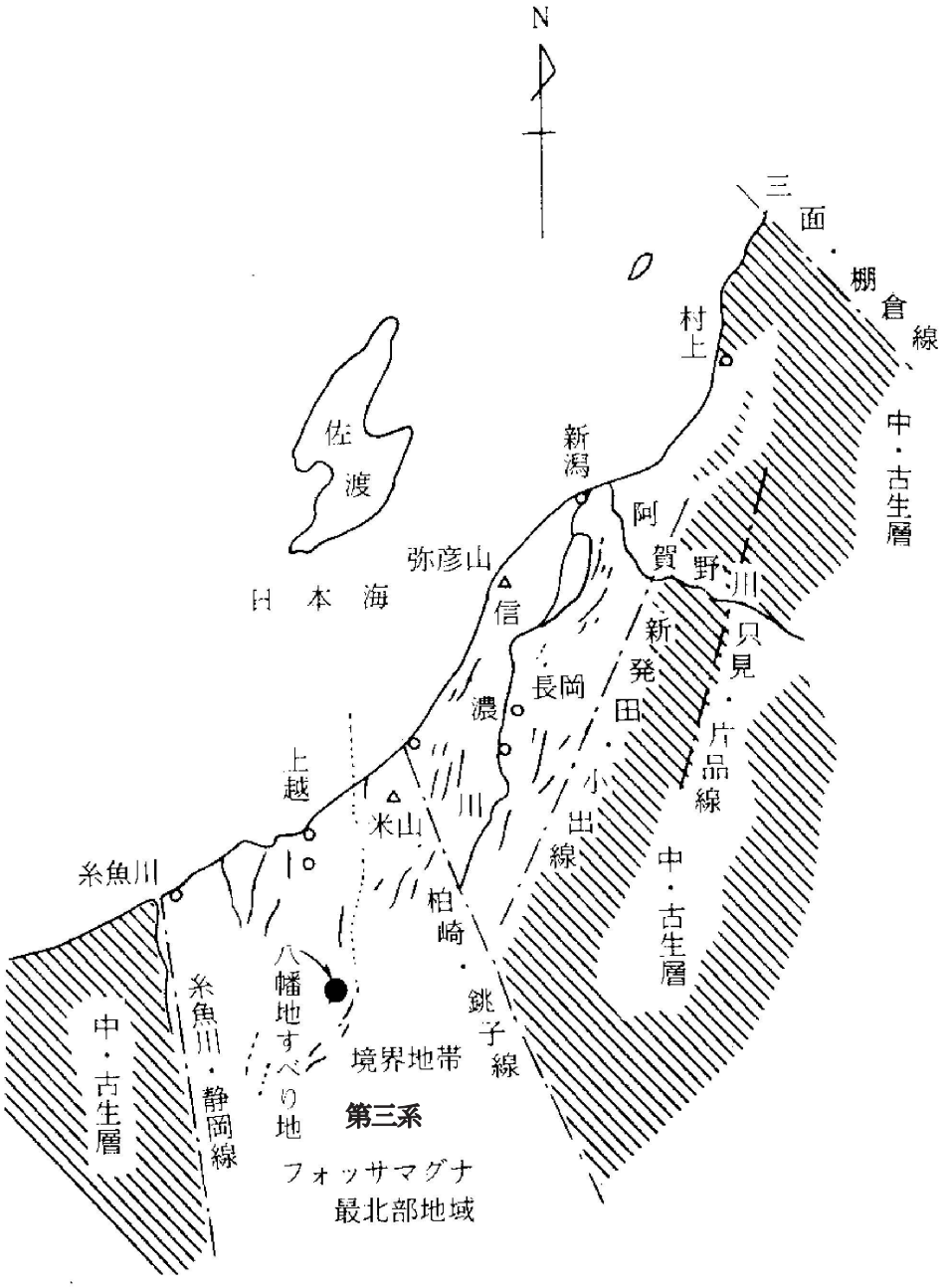
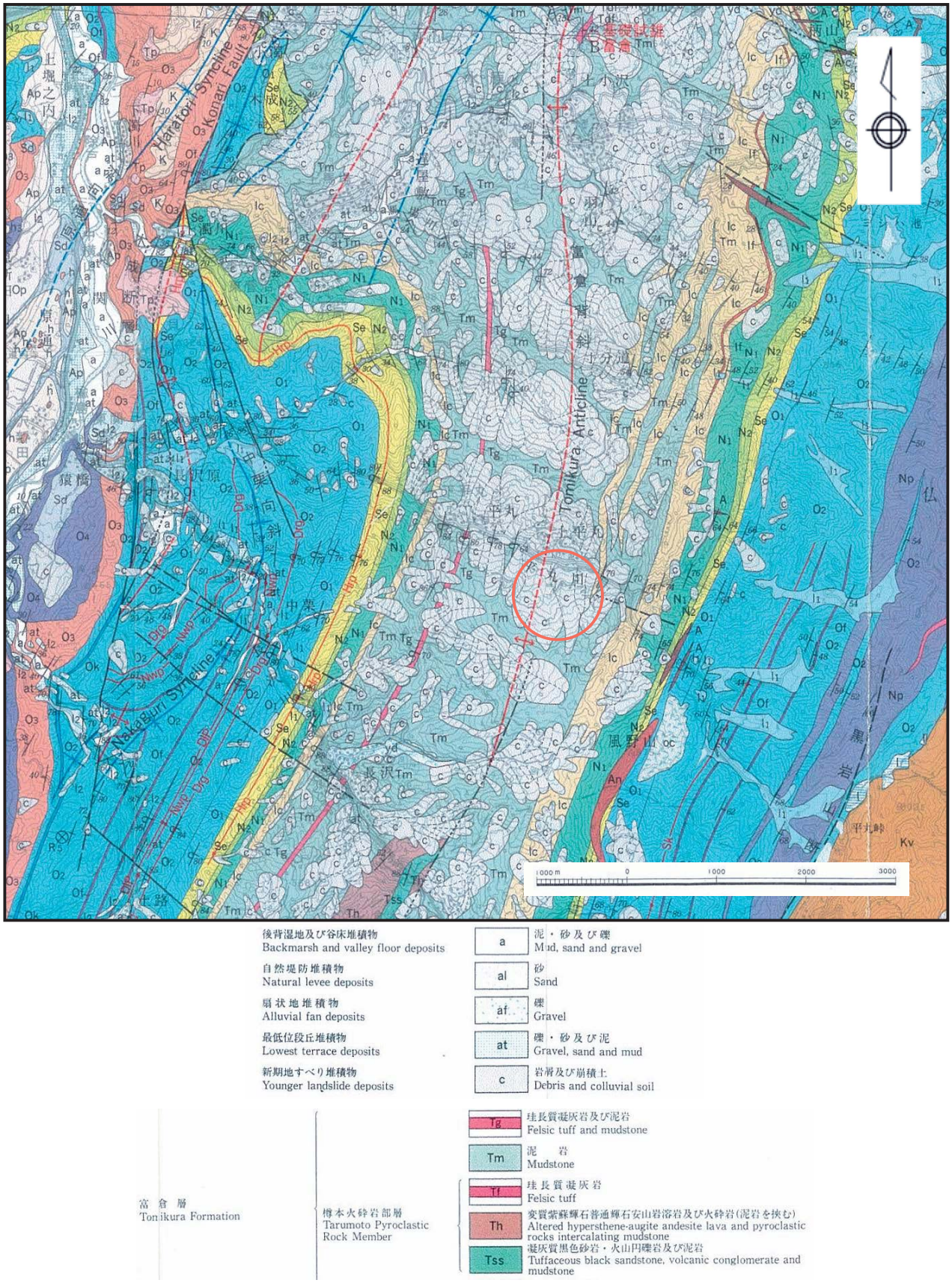


図 1.2　新潟県の概略地質体区分
（新潟県農林水産部治山課･林業試験場:1987、「八幡地すべり」より引用）



後背湿地及び谷底堆積物
Backmarsh and valley floor deposits
a 泥・砂及び礫 Mud, sand and gravel

自然堤防堆積物
Natural levee deposits
al 砂 Sand

扇状地堆積物
Alluvial fan deposits
af 礫 Gravel

最低位段丘堆積物
Lowest terrace deposits
at 礫・砂及び泥 Gravel, sand and mud

新期地すべり堆積物
Younger landslide deposits
c 岩屑及び崩積土 Debris and colluvial soil

富倉層
Tomikura Formation

増本火砕岩部層
Tarumoto Pyroclastic Rock Member

Tg 珪長質凝灰岩及び泥岩 Felsic tuff and mudstone
Tm 泥岩 Mudstone
Tf 珪長質凝灰岩 Felsic tuff
Th 変質紫蘇輝石普通輝石安山岩溶岩及び火砕岩(泥岩を挟む) Altered hypersthene-augite andesite lava and pyroclastic rocks intercalating mudstone
Tss 凝灰質黒色砂岩・火山円礫岩及び泥岩 Tuffaceous black sandstone, volcanic conglomerate and mudstone

図 1.3　八幡地区周辺地質図
（通商産業省工業技術院地質調査所：2000、5 万分の 1 地質図幅「飯山」より引用）

なお八幡地すべり地周辺には、南北方向の軸をもつ富倉背斜が存在している。富倉背斜は、東翼が 60°～80°の急傾斜、西翼は地層の上下が逆転した 70～80°の閉じた褶曲形態をなす。八幡地すべり地は褶曲軸からわずかに東翼側に位置するとされ、平丸川河床付近では東に約 70°傾斜した同斜構造をなす。また、泥岩優勢層と砂岩優勢層の物性が反映され、南北方向に延びる尾根の東側が緩傾斜、西側が急傾斜となる同斜山稜の特徴がみられることが多い。

八幡地すべり地は、全体として平丸川左岸の北向き斜面であることから、地すべりと地質構造との関係は、大局的には走向すべりとなっている。

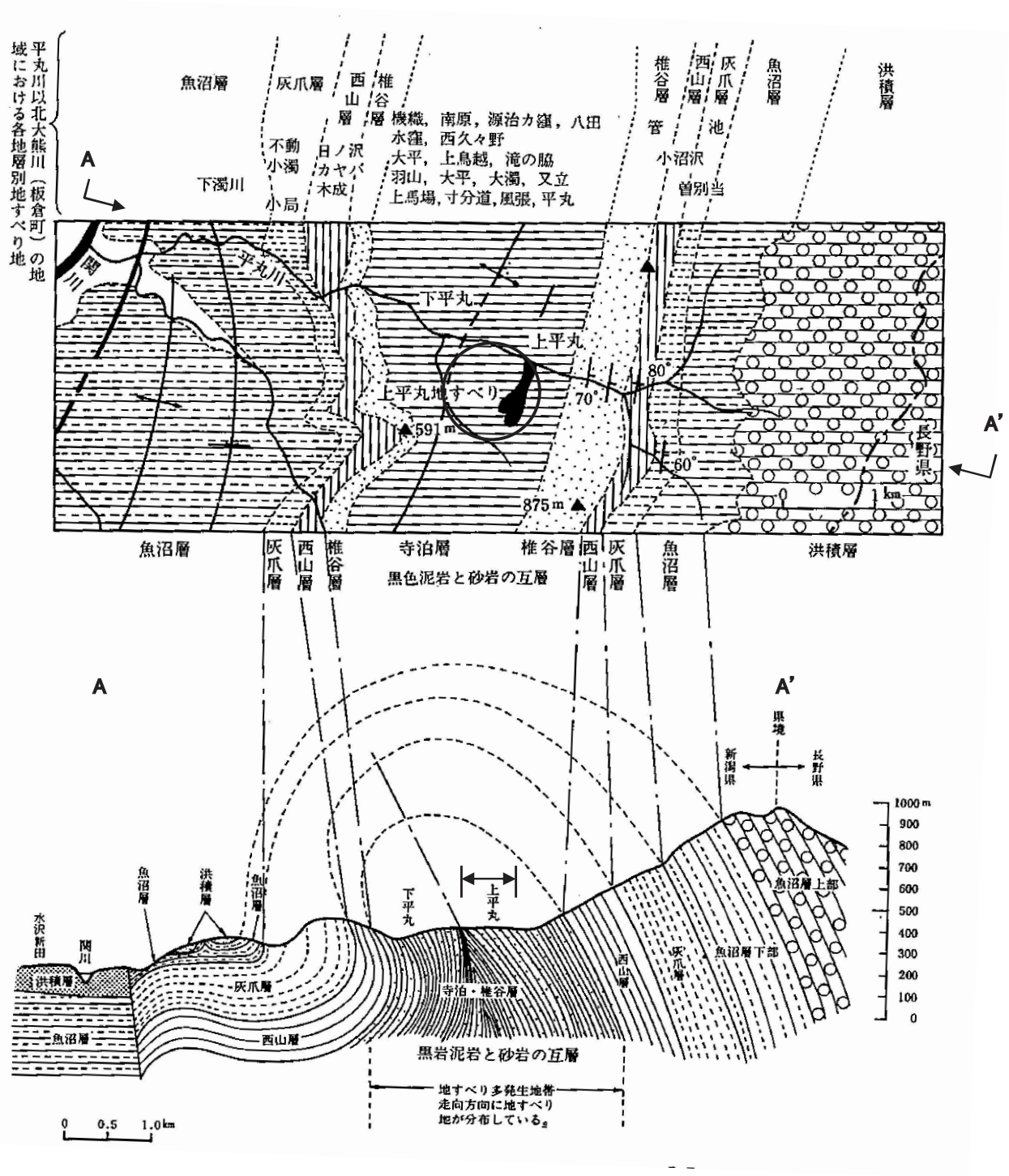
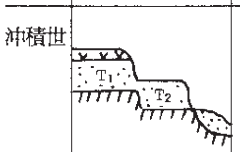


図 1.4　平丸川流域　模式地質平面・断面図

（新潟県農林水産部治山課・林業試験場：1987、「八幡地すべり」より引用）



時代	層厚	地層	層相・岩相	対比	備考
沖積世		段丘堆積層 沖積層 2次堆積層	T_1 上位段丘、ローム被フク一部クサリレキ T_2 下位段丘，礫層 沖積層　崩積土		長沢原段丘
洪積世	550 m	E層 安山岩質凝灰角礫岩	安山岩質凝灰角礫岩 火山灰層	魚沼層	Fagus Meta-sequoia Crassostrea Ostrea
	1,300m	砂・泥・礫互層	砂・泥・礫の不規則な互層 亜炭・凝灰岩を介在		
鮮新世	600～250 m	D層 凝灰質砂岩層 安山岩脈 砂岩・薄泥岩互層	硬く固結した凝灰質中～細粒 砂岩，中礫岩を介在 2枚の鍵層，白色凝灰岩互層 下部　細粒砂岩・薄泥岩互層　層間異常	灰爪層	
	200～300 m	C層 黒色泥岩・薄泥岩互層	泥岩優勢な黒色泥岩・暗灰色細粒砂岩の互層 砂岩は凝灰質	西山層	
	200 m	B層 （硬質）砂岩・薄泥岩互層	砂岩優勢互層，硬い砂礫岩層を介在	椎谷層	硬質であり，東翼では尾根を形成
中新世	300～650 m	A層 黒色泥岩層	黒色泥岩 中粒砂岩層レンズを介在。青灰色の薄いシルト質凝灰岩を介在	寺泊層	風化顕著 背斜軸部に分布
	300～650 m	黒色泥岩・砂岩互層	泥岩優勢互層 暗緑色粗粒凝灰岩を介在（鍵層） 一部，中礫岩層を介在		主要な地すべりは本層分布域と一致する。
	300m+	黒色泥岩層	黒色泥岩，砂岩のレンズ 粗粒酸性凝灰岩を介在		

図1.5　平丸川流域　模式柱状図

（新潟県農林水産部治山課・林業試験場：1987、「八幡地すべり」より引用）

1.3　周辺の地すべり分布

八幡地すべり防止区域周辺では、多数の地すべり地形が認められる(図 1.6)とともに、地すべり防止区域も多く指定されており(図 1.7)、地すべりの多発地帯であることがうかがえる。なお地すべり地形の分布は、富倉層の分布とよく一致している。

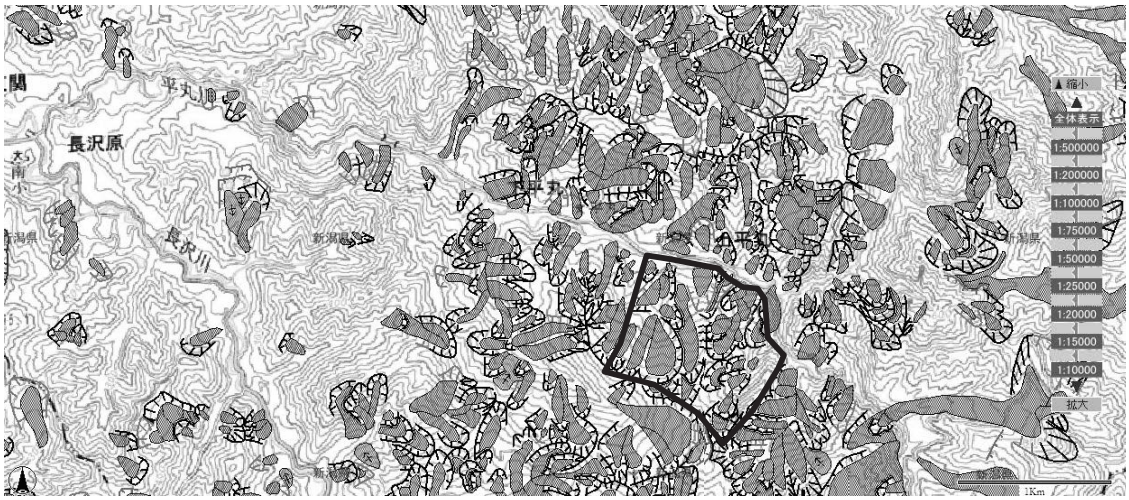


図 1.6　地すべり地形分布図（防災科学技術研究所 HP より）

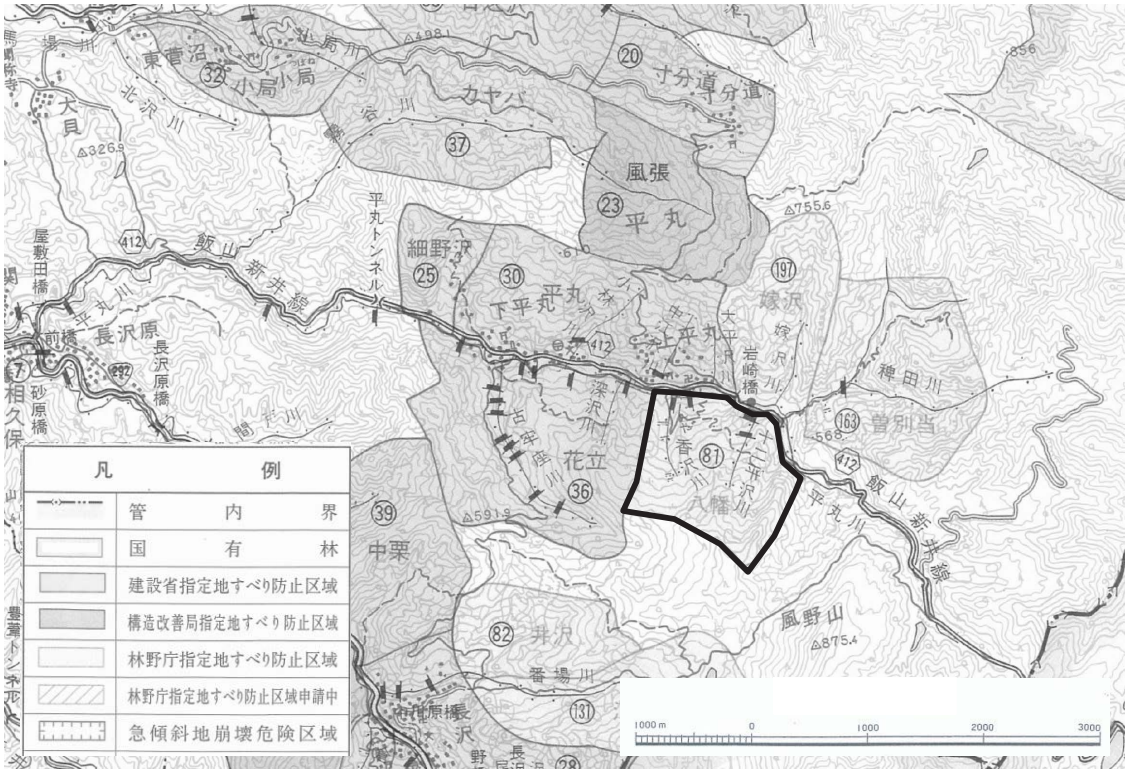


図 1.7　平丸川流域地すべり防止区域の分布

1.4　八幡地すべり地の概要

防止区域名：八幡	区域面積：69.39ha
告示年月日：昭和 37 年 8 月 4 日	所在地：妙高市大字上平丸

八幡地すべり地は、県下でも有数の地すべり多発地として知られ、かつては融雪期に毎年のように地すべりが発生してきた。とくに蛇香沢上流斜面(主に A ブロック)においては、激しい地すべりが古くから反復し、そのたびに平丸川に大量の土砂を流出する災害となった(図 1.8、表 1.1)。これに対し 1960 年代から対策が実施され、抑止杭では 1980 年以降の総計が 1,000 本を超える規模となった。これにより蛇香沢上流斜面の激しい移動は収束し、水路工・集水井工・土留工の追加施工により安定化へと推移した(表 1.2)。

しかし、今回 2010 年 4 月に大きく活動した地すべりは、これまで顕著な活動履歴に乏しく大規模な対策工が施されていない蛇香沢左岸斜面(D ブロック)にて発生した。

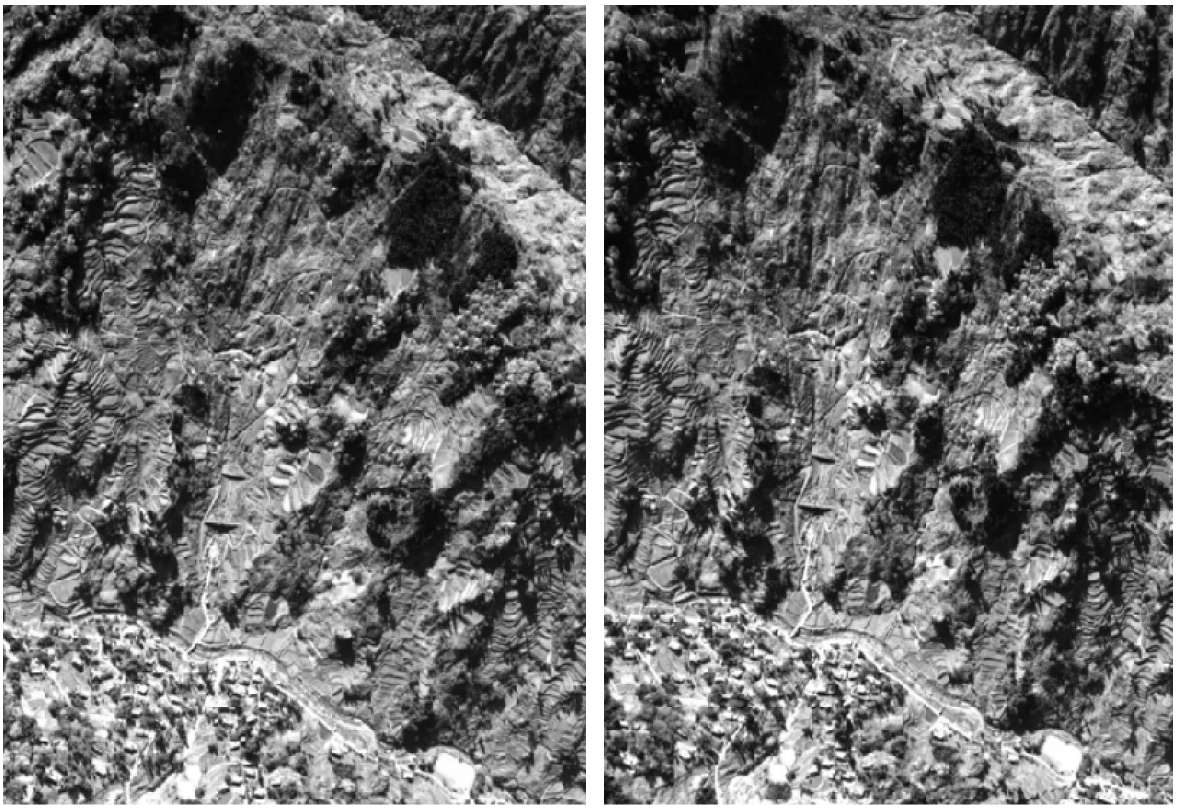


写真 1.1　八幡地すべり地　空中写真（昭和 51 年撮影）

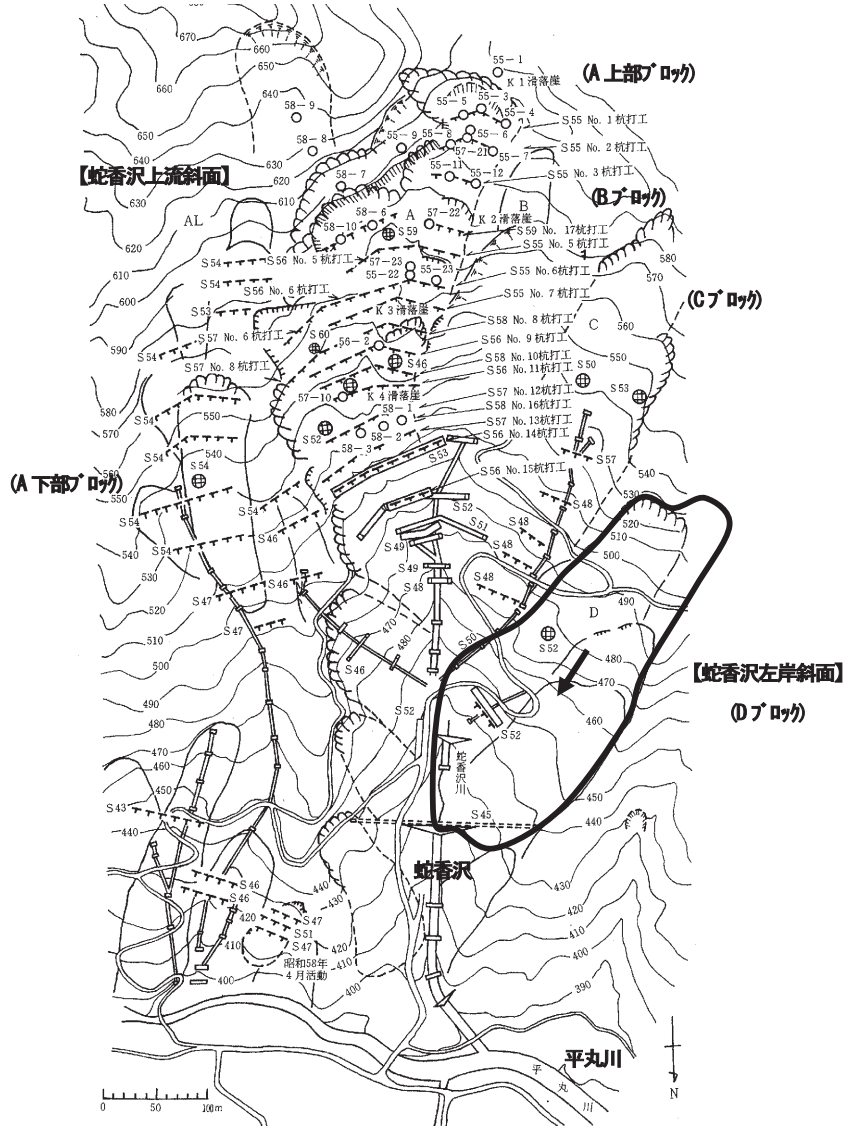


図 1.8　八幡地すべり地　平面図

表 1.1　主な地すべり履歴一覧表（蛇香沢上流斜面）

発生年	発生時期	発生箇所	発生状況
昭和 7 年	融雪期	蛇香沢	地すべり発生。
昭和 20 年	融雪期	蛇香沢	地すべり発生。
昭和 33 年	融雪期	蛇香沢	地すべり発生。
昭和 37 年	12 月 27 日	蛇香沢	地すべり発生。下部は泥流となって流出し、平丸川をせき止めた。
昭和 39 年	12 月	蛇香沢	地すべり発生。S37 年に滑動した部分の上方で地すべりが発生し、土塊が泥流となり斜面を流下した。
昭和 44 年	4 月 11 日	蛇香沢	斜面中部で地すべり発生(面積 10ha)。多量の泥流が押しだし、谷止工 2 基(S42 施工)が倒壊した。
昭和 45 年	4 月 19 日	蛇香沢 上部･中部	地すべりの発生(面積 8ha)。幅 100m 延長 550m の規模で 27 万 m^3 の土砂が泥流化し、蛇香沢中･下部にあった谷止工 2 基と床固工 2 基が倒壊流出した。流下した土砂は平丸川をせき止め、湛水により対岸の県道および民家 1 棟が水没した。この後、蛇香沢下流部にて大型の谷止工が施工された。
昭和 49 年	4 月 7 日	A ブロック	約 5,000m^3 の土塊が滑動し、S46～48 施工の集水井工・水路工が被災した。なお周辺の平丸川流域では、この前後 1 週間で計 6 カ所にて地すべりが発生した。
昭和 52 年	4 月	D ブロック	地表面に亀裂発生。
昭和 53 年	3 月	C ブロック	地すべり発生。
	4 月	A ブロック	地すべり発生。
	9～12 月	A ブロック	地すべり発生(再滑動)。
昭和 54 年	3 月 29 日	A ブロック	地すべり発生。

2. 蛇香沢左岸斜面地すべり

2.1 地すべり発生の経緯

蛇香沢左岸斜面地すべりは、2010 年 4 月 11 日に最初の兆候が発見され、4 月 18 日早朝に大規模活動が確認された。その間の概略経緯について、以下に示す。

4/11　地すべり兆候発見（地元からの連絡）
4/12　現地確認（県・市）
4/13　現地確認（調査コンサル）　→拡大兆候あり
4/14　観測計器設置　→監視体制へ
4/17　日没後　伸縮計変位加速兆候
4/18　早朝　地すべり拡大・下流谷止工破損の確認　→警戒態勢へ

2.2 地すべり規模とブロック区分

地すべり発生斜面は、最大幅 150m、最大延長 450m におよぶ。地すべり活動は、3 つの活動ブロックに区分される。

表 2.1　地すべりブロック区分

蛇香沢左岸斜面		規模		特徴
		幅	延長	
D ブロック	上部ブロック	90m	150m	4/11 より、地すべり兆候が確認された初動ブロック。移動量は数 m 程度で移動土塊が山腹に現在も残存している。主ブロックの大規模活動後は小康状態にある。隣接する花立地区の地すべりブロックと斜面を共有しており、複雑な地すべり機構を有する。
	中部ブロック（主ブロック）	150m	300m	約 40m もの水平変位を短時間で生じた、主要な活動ブロック。上部ブロックの影響と融雪による地下水供給が不安定か要因と考えられる。4/17 の大規模な活動後は小康状態にある。
	下部ブロック	150m	200m	4/17 の主ブロックの活動の影響で不安定化した地すべりブロック。主ブロック下部と斜面を共有している。末端は蛇香沢に達する。

現況地形図　S=1:2,000

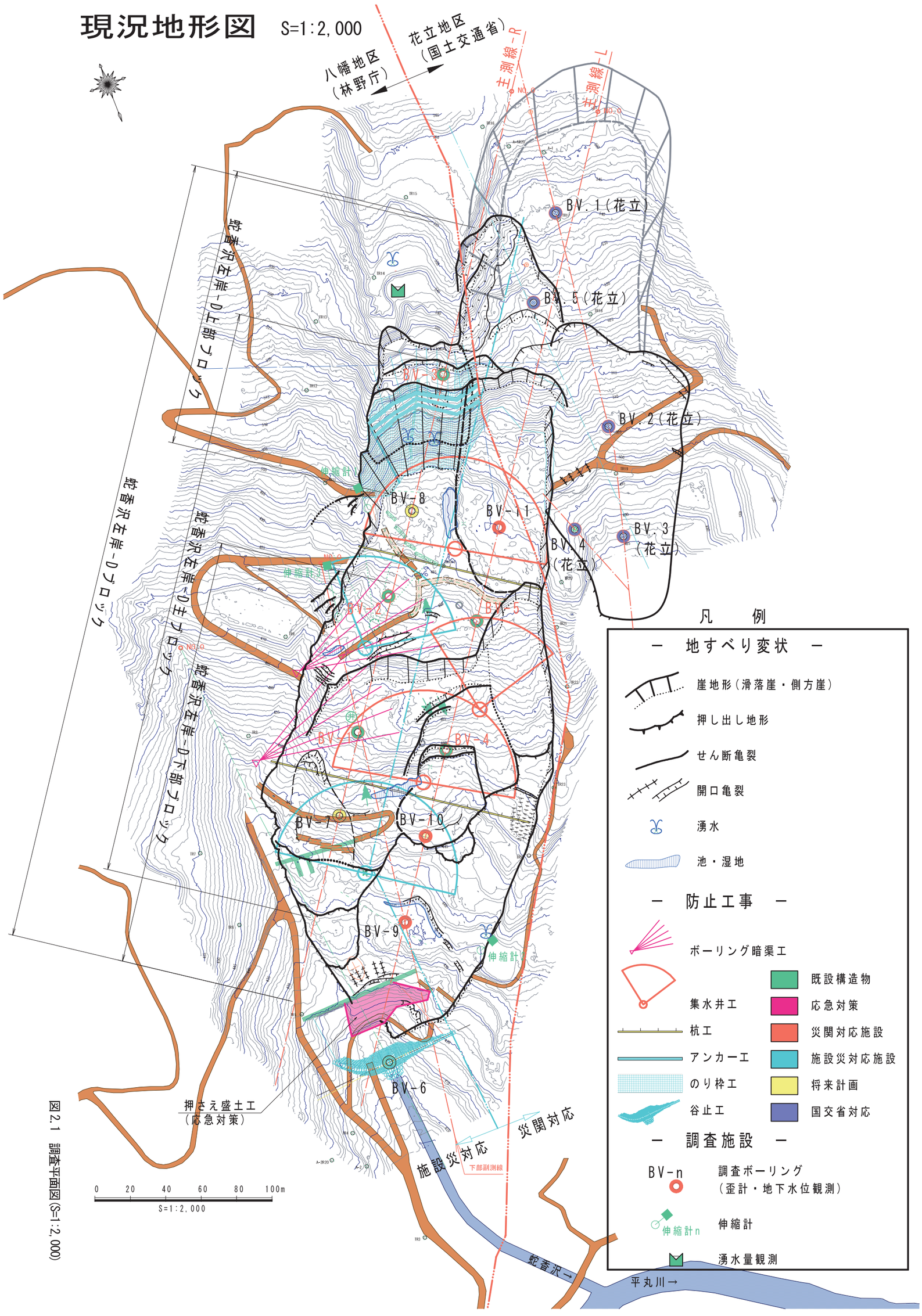
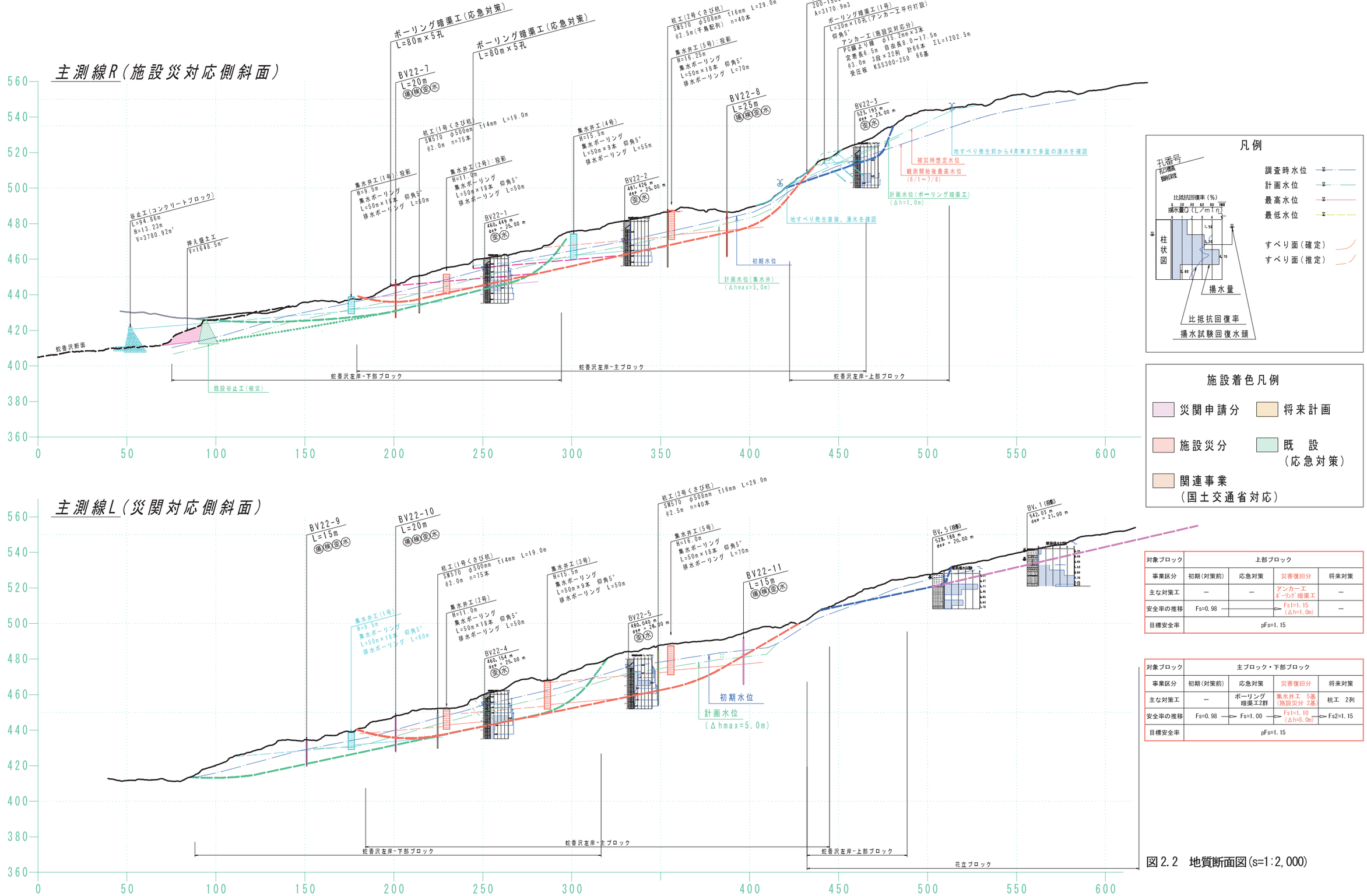


図 2.1　調査平面図 (S=1:2,000)



対象ブロック	上部ブロック			
事業区分	初期（対策前）	応急対策	災害復旧分	将来対策
主な対策工	—	—	アンカー工 ボーリング暗渠工	—
安全率の推移	Fs=0.98	→	Fs1=1.15 （Δh=1.0m）	—
目標安全率	pFs=1.15			

対象ブロック	主ブロック・下部ブロック			
事業区分	初期（対策前）	応急対策	災害復旧分	将来対策
主な対策工	—	ボーリング 暗渠工2群	集水井工　5基 （施設災分 2基）	杭工　2列
安全率の推移	Fs=0.98 →	Fs=1.00 →	Fs1=1.10 （Δh=5.0m）	→ Fs2=1.15
目標安全率	pFs=1.15			

図 2.2　地質断面図（s=1:2,000）

2.3 地すべりの発達とその経過

【STEP1】上部すべりの不安定化





写真-1　冠頭滑落崖の新たな拡大（積雪面上に土砂が堆積）



写真-2　東側方崖の新たな拡大（積雪面上に土砂が堆積）



写真-3　西側方部に連続する亀裂段差





写真-4･5　積雪面上に生じた雁行状亀裂
斜面上部（写真-4）ほど亀裂の間隔が大きい





写真-6･7　標高 500m 付近にて認められた圧縮性の変状

【STEP2】中部すべりへの拡大・不安定化

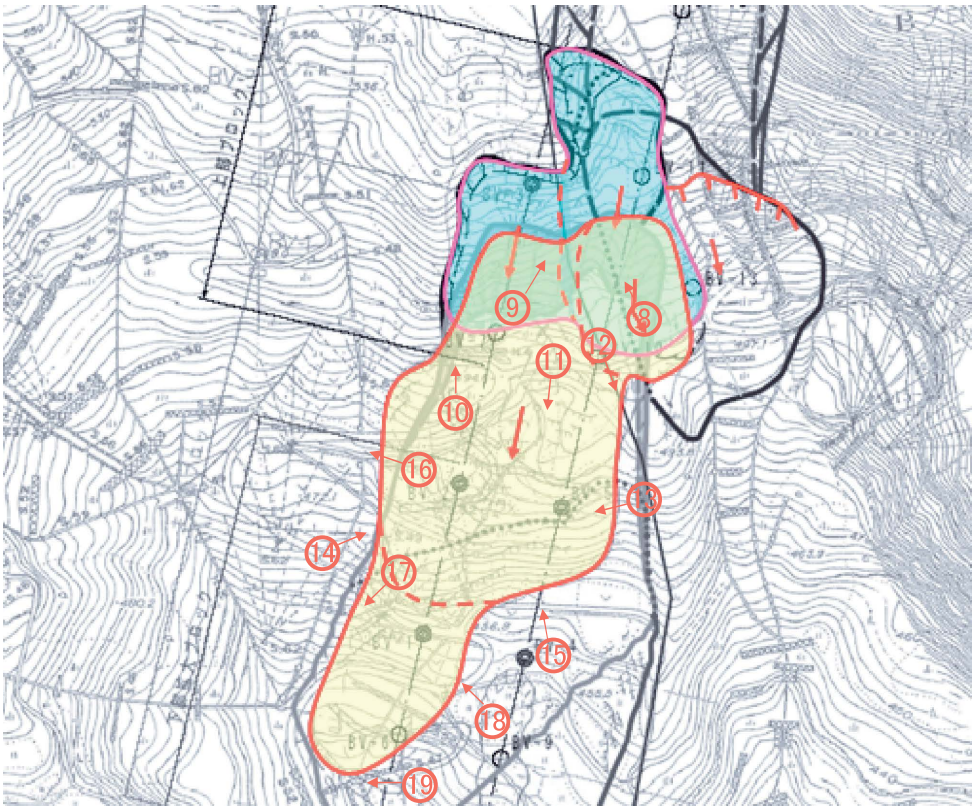




写真-8　上部すべり内　積雪面のブロック状亀裂が顕著となる



写真-9　中部すべり冠頭部（後の大規模滑落崖相当部）にて亀裂拡大



写真-10　標高 500m 付近　道路段差と土留工変形が拡大



写真-11　標高 500m 付近　道路亀裂が拡大



写真-12　中部すべり西側部
防止区域の境界をなす尾根部に遮られるように、八幡側と花立側へ分岐する亀裂が認められた



写真-13　中部すべり西側部下部で認められた押出し地形



写真-14　中部すべり東側部下部で認められた押出し地形



写真-15　中部すべり末端部で認められた顕著な押出し地形（積雪面の衝上現象が認められた）





写真-16･17　斜面内を通過する道路に生じた破損・段差



写真-18　中部すべり末端部から派生した新たなせん断亀裂（→中部二次すべり）



写真-19　中部二次すべり末端に位置していたカゴ製谷止工
袖部の押出変形が認められた

【STEP3】中部すべりの大規模滑動
【STEP4】下部すべりの形成・滑動　平成 22 年 4 月 17 日～4 月 18 日(未明)

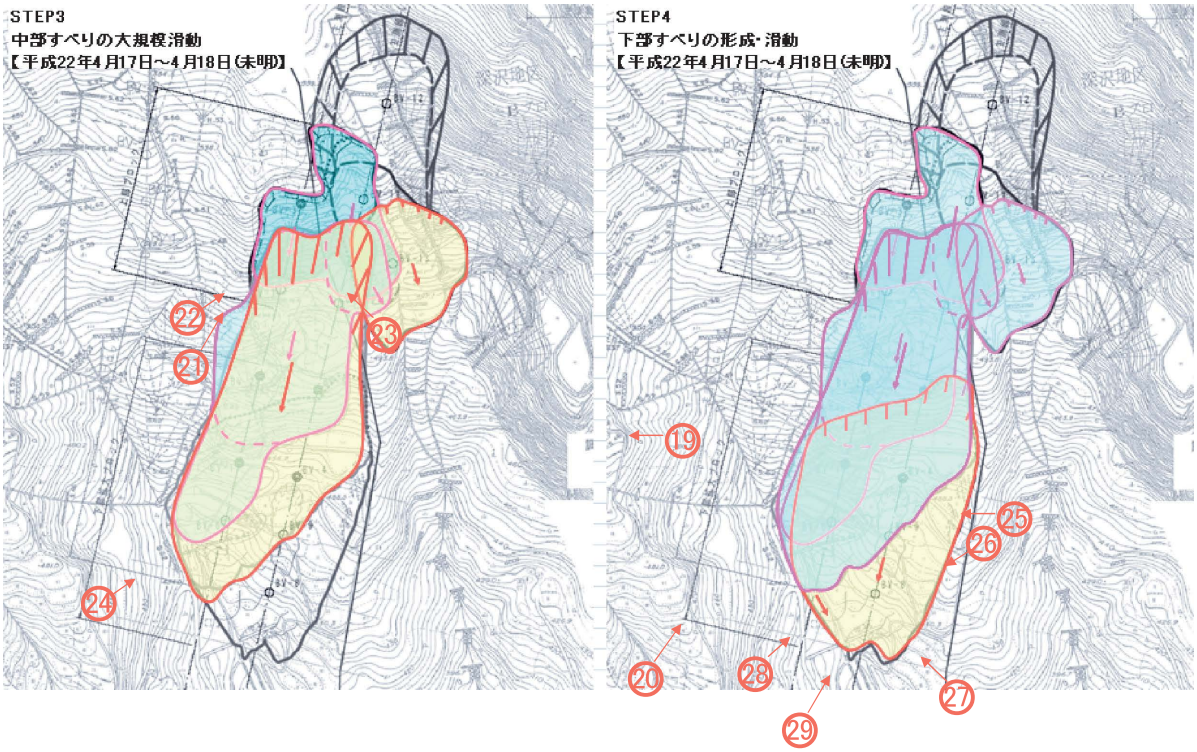




写真-20　大規模すべり発生直後　全景



写真-21　中部すべり上部遠景



写真-22　冠頭滑落崖　東側部から望む



写真-23　冠頭滑落崖　西側部から望む



写真-24　東側方部の押出土塊　蛇香沢が完全に閉塞された



写真-25　中部すべり末端流出土砂と新たに派生した下部すべり圧縮変形



写真-26　下部すべり　上部西側部
圧縮性の隆起と引張性の亀裂が共存している



写真-27　下部すべり　末端部押出土塊
谷止工左岸を巻き込むように滑動した



写真-28　下部すべり末端部
東側部では蛇香沢を閉塞した後、谷下流方向へと移動方向が変化している



写真-29　末端部既設谷止工
左岸袖部が破壊され、堤体の一部がブロック状に押し出されている
しかし、下流域への土砂流出を食い止めた最後の「防波堤」となった

3. 地すべり機構

3.1　移動状況

図 3.1 は、中部ブロック冠頭側方崖に設置した地表伸縮計記録である。4 月 16 日の設置直後から 4mm/h の速度で変動が認められ、17 日以降ではやや速度が増加した。17 日 18 時頃からさらに加速し、19 時過ぎに 11mm/h のピークを示した直後、変位は 0mm/h となった。このとき地すべりが大きく滑動し、インバー線が破断したものと推察される。

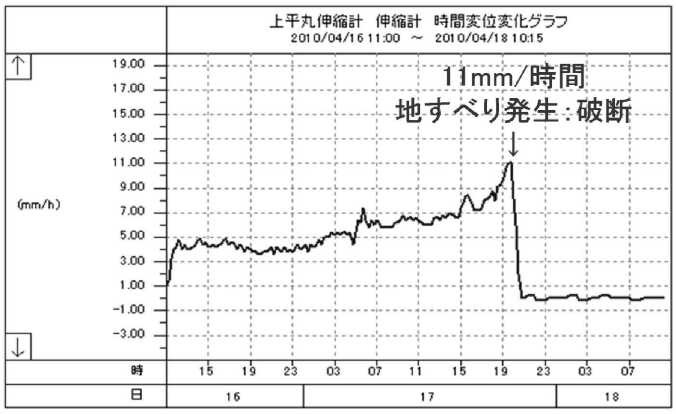


図 3.1　地すべり発生前後地表伸縮計速度グラフ

3.2　地下水状況

大規模すべり発生直後、ブロック上部斜面には約 1m の残雪があり、所々で湧水が生じていた。湧水箇所より上方はほどなく分水嶺の尾根となり集水面積が小さいことから、湧水のほとんどは融雪に起因するものと推察される。

これら湧水箇所のうち最も湧水量の多い地点において、湧水量観測を実施した。4 月 22 日の観測開始から 4 月 29 日まで数十 L/min の湧水が観測され、ピーク時は 90L/min に達した。4 月以降、周辺では最高気温が 20℃近い温暖な日が多かったことから、地すべり発生前後においても同等以上の湧水が生じていたとともに、相応の地下水が供給されていたものと推察される。

地すべり発生直後に実施されたボーリング暗渠工（応急対策）において最大約 300L/min の排水が確認されたこと、調査ボーリング時にてすべり面から移動土塊下部にかけ地下水の賦存が確認されたことは、多量の地下水供給を裏付けるものといえよう。



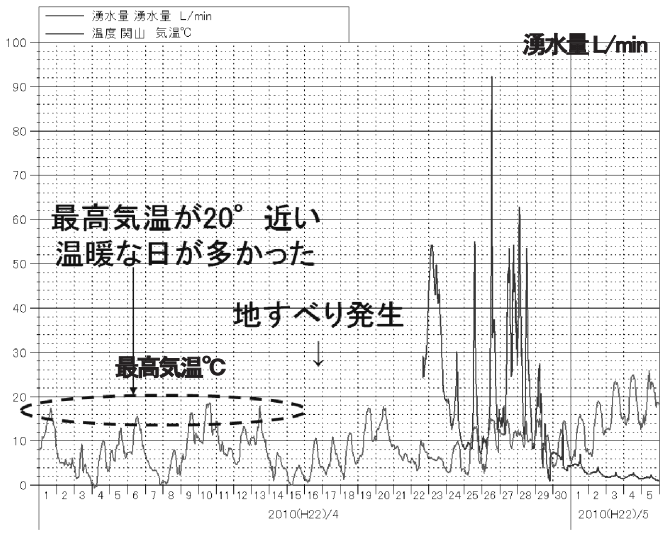


図 3.2　湧水量と最高気温の推移

3.3　地すべり発達過程

今回の大規模地すべり発生については、４月上旬の高気温に伴い融雪が急激に促進されたことによる、斜面への過剰な地下水供給が直接的な誘因であるものと考えられる。特にこの冬は積雪が多く、寒暖の差が大きかったことも特徴的である。

地すべりは、大規模すべり発生数日前からの状況から、残雪の多かった斜面上部から、「上部すべり」→「中部すべり」→「下部すべり」へと順次拡大成長していったものと推察される(図 3.3)。

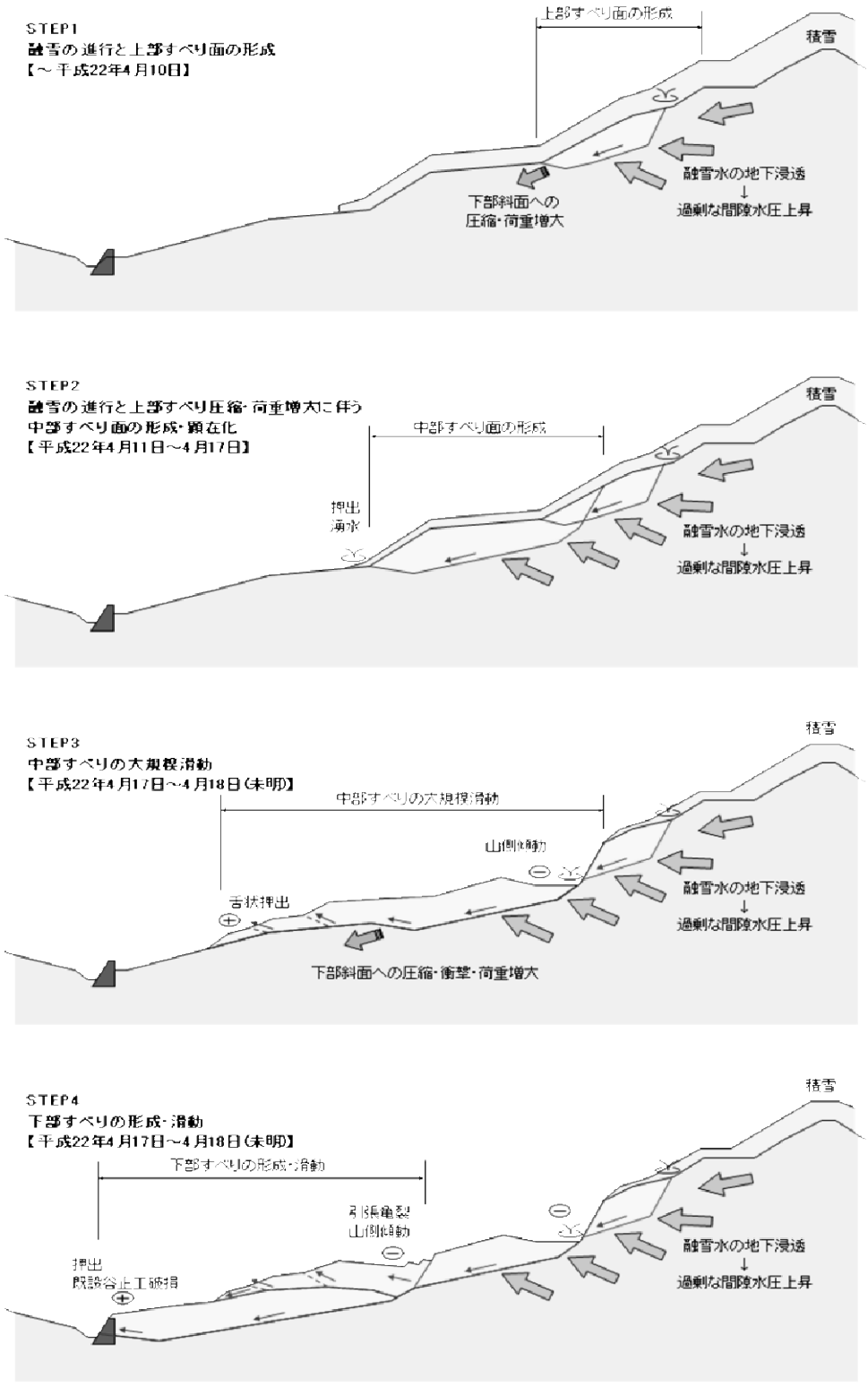


図 3.3　地すべり形成機構（推定）

3.4　蛇香沢地すべりとの比較

今回の大規模地すべりは、かつて盛んに活動した履歴を有する蛇香沢上部斜面ではなく、これまであまり兆候のみられなかった蛇香沢左岸斜面(D ブロック)にて発生した。一方の蛇香沢ブロックについては、今回大きな地すべり変状は認められなかった。ここで、今回の大規模すべりと蛇香沢地区で大きく滑動した 1970 年代の地すべりについて、それぞれの特徴を表 3.1 にまとめた。

表 3.1　蛇香沢上部斜面と左岸斜面との比較

項　目		蛇香沢上部斜面		蛇香沢左岸斜面	備考
主な発生年月日		1970 年 4 月 18 日	1974 年 4 月 7 日～	2010 年 4 月 16 日	
発生ブロック		A ブロック下部	A ブロック上部 B ブロック	D ブロック	
規模	延長	550m	300m	350m	
	幅	100m	150m	150m	
	推定崩壊土量	270,000m^3	―	525,000m^3	
移動方向		SSE→NNW (蛇香沢主渓と平行)	SSW→NNE (蛇香沢主渓と斜交)	SSW→NNE (蛇香沢主渓と斜交)	
斜面勾配		15～20°	10～15°	10～15°	
基盤地質		新第三系中新統富倉層 泥岩優勢互層		新第三系中新統富倉層 泥岩優勢互層	周辺の代表的走向傾斜 N20° E70° E 富倉背斜の軸部に相当
地質構造との関係		走向すべり～ やや受け盤すべり？	走向すべり～ やや流れ盤すべり	走向すべり～ やや流れ盤すべり	
地すべりタイプ		崩壊→泥流型 土塊は原形をとどめず、泥流状となって蛇香沢を流下した	崩壊～地塊型 長期間(数年間)にわたって後退型の拡大傾向を示す。 土塊は粘稠性が高く、わずかに原形を残す。	崩壊～地塊型 崩壊直前の短期間(数日間)で前進型の拡大傾向を示す。 土塊は原形を残す。ただし末端谷止工がなければ、泥流状化した可能性あり。	
地すべりの誘因		融雪	融雪 A ブロック下部の流出に伴う受動土圧の減少	融雪	



写真 3.1　1970 年蛇香沢地すべり



写真 3.2　2010 年蛇香沢左岸斜面地すべり

3.5　地質構造と地すべり形態

八幡地区周辺の地形的特長と地すべりの分布について、図 3.4 に示す。斜面上部には、平丸川と平行する分水嶺稜線から分岐する SSW-NNE 方向に延びる数筋の尾根や谷が存在する。しかし標高 500m 付近の斜面中腹では、尾根が途切れ、谷は屈曲しているのが特徴的である。これらの分布を結ぶと、平丸川と平行(ESE-WNW 方向)で左横ずれのセンスを持つリニアメントとして認識される。大規模な滑動が生じた今回の D ブロックや 1970 年の A 下部ブロックをはじめとするいくつかの地すべりブロック冠頭部は、このリニアメント上とおおむね一致している。

このような特徴をふまえ、八幡地すべり地の地質構造と地すべり形態について、図 3.5 に示す仮説を推定した。

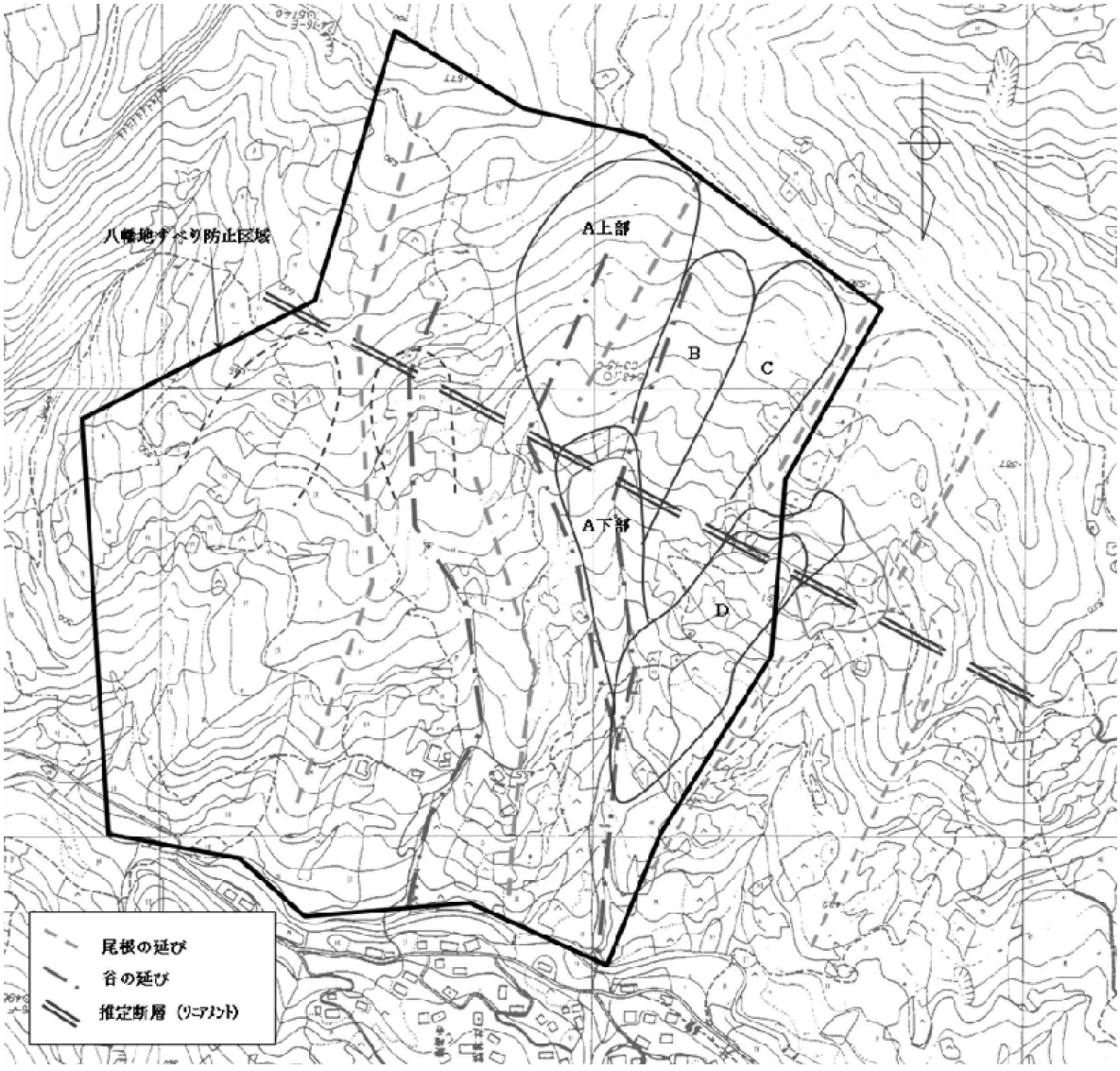


図 3.4　八幡地区周辺のリニアメントと地すべり分布

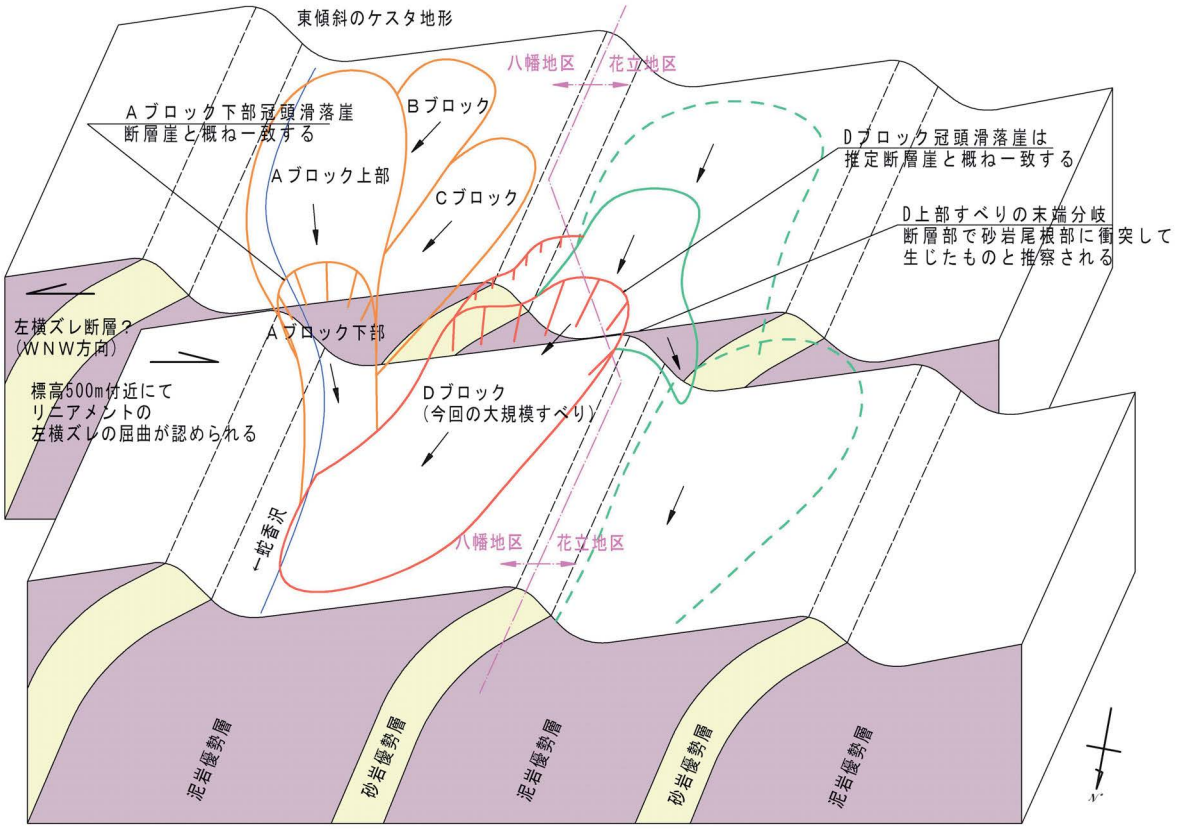


図 3.5　八幡地すべり地　推定ブロック断面図

・周辺の基盤地質は富倉層の泥岩優勢互層であり、富倉背斜軸部付近にて東側へ高角度で傾斜した同斜構造をなす(図 1.4)。
・平丸川河床付近では 60～70° の高角度で傾斜するが(既存地質図より)、斜面上部では 30～50° のやや緩傾斜となる(ボーリングコアより)。これは、背斜軸が高標高部で西側へ傾倒すること(図 1.4)と矛盾しない。
・八幡地区斜面は、これら地質構造を反映したケスタ地形をなす。SSW-NNE 方向に延びる尾根は、砂岩優勢層により構成されると推察される。
・標高 500m 付近にて認められる ESE-WNW 方向のリニアメントは、左横ずれ断層により形成されたものと推察される。これにより尾根のズレや渓床の選択的侵食による谷の屈曲が説明できよう。なおリニアメントの方向は、周辺地域の基盤で支配的な構造方向とされる NNE 方向、WNW 方向とも一致するものである。
・リニアメントと地すべりブロック冠頭部が一致するのは、断層崖が冠頭急崖斜面を形成するためと推察される。
・地すべり移動方向として、A ブロックは蛇香沢主渓沿いに走向方向へ移動するのに対し、B～D ブロックはやや流れ盤的に北北東方向へ移動している。
・D ブロック上部斜面（八幡-花立境界付近）で認められた移動土塊の末端分岐は、横ずれによって移動した砂岩優勢層尾根部に衝突したため形成されたものと説明できる。

4. 地すべり発生後の対応と対策

4.1 地すべり直後の対応

今回の大規模地すべり発生後の対応と対策の概要は、以下のとおりである。

【応急対策】

・異型ブロック設置　37 基

地すべりが拡大し土砂が流出した場合、斜面下方にある建設会社事務所および水田への被害が懸念されたため、土砂の導流を目的とした異型ブロックを末端下方に設置した。

・ボーリング暗渠（横孔ボーリング）工　2 群　ΣL=800m

発生直後の地すべり内部には多量の地下水が賦存し、地すべり拡大の誘因となりうるため、ブロック中下部を対象としたボーリング暗渠（横孔ボーリング）工を実施した。施工は安全を考慮し、ブロック側方部の地すべり地外からとした。いずれも掘削直後はそれぞれの孔で多量の排水が確認され、多いものでは 300L/min の排水量が観察された。その後排水量は減衰し、数 L/min 程度に落ち着いたが、初期対応としての水抜き効果は十分にあったものと推察される。



写真 4.1　ボーリング暗渠工排水状況

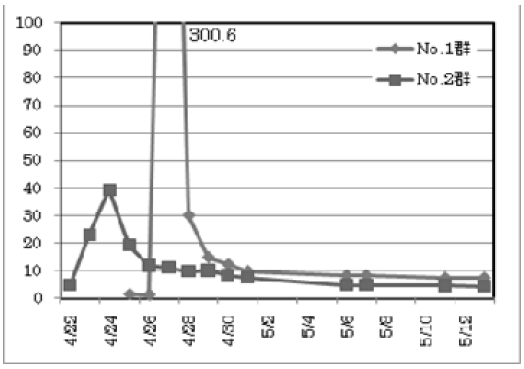


図 4.1　ボーリング暗渠工排水量

・蛇香沢渓流水仮廻し　L=200m

押出土塊により蛇香沢主渓は完全に閉塞した。発生直後はダムアップこそ生じていなかったものの、渓流水は確実に土塊内へと流入していたことから、黒ポリホースによる渓流水の仮廻しを実施した。

・末端腹付盛土工　V=1650m^3

地すべり末端部に位置する谷止工は、地すべりの直撃をうけ左岸袖部が破壊された。堤体本体は水通し付近の一部がブロック状に押し出されたものの、下流域への土砂流出を食い止めた最後の「防波堤」となった。しかし現状では終局的な破壊は時間の問題であり、その場合はブロック全体の再滑動を誘発させる可能性が極めて高いと判断されたことから、堤体補強と末端流出防止を目的とした腹付盛土工を実施した。



写真 4.2　末端腹付盛土工

【監視観測体制】

・常駐、監視カメラによる 24h 監視

災害発生直後から当面の間、県および市職員による昼夜常駐監視を、災害用衛星監視カメラ（国土交通省協力）を併用して実施した。この 24h 監視体制は、地すべり滑動の沈静化が確認されるまで、約 10 日間継続された。

・警報システムの設置

地すべりの挙動を監視するため、伸縮計 2 基、土石流センサー1 基とそれらに連動した警報システムを設置した。警報システムは平丸川対岸最寄りの民家に設置した警報サイレン・パトライトに連動させるとともに、メール通報装置により関係諸機関へ警報が伝達されるよう設定した。

4.2 恒久対策

今回の大規模地すべり発生をうけ、抜本的な対策が急務として、災害関連緊急地すべり事業および治山施設災害復旧事業が認可された。その対策工立案にあたっての基本方針は以下のとおりである。

【主ブロック・下部ブロック】

・地すべり発生誘因は融雪に伴う地下水供給と考えられる。
・誘因を排除するための地下水排除工は不可欠な対策工であり、最も優先される対策工と考えられる。
・大規模な地すべり活動後、伸縮計観測において変動がみられないことから、初期安全率は Fs0=1.00 とする。
・地下水排除工による安全率確保は、緊急対策として Fs=1.10 を目標とする。
・将来的な目標安全率は Fs=1.15 とし、地下水排除工に他の工法を併用することで対応する。
・比較検討の結果、集水井工により Fs=1.10 を確保し、将来計画として杭工により Fs=1.15 を達成する。
・蛇香沢下流部の既設谷止工が地すべりにより被災し、機能損失している。さらに下流側に新たな谷止工を構築し、強制堆砂を図ることで、既設谷止めの倒壊を防止し、渓床を安定化させる。

【上部ブロック】

・融雪水が地すべりに大きく関与していると考えられるが、地下水位の低い現状でも、微小な歪変動が認められる。主ブロックの活動により、末端土塊が大きく削剥されたことも不安定化に大きく寄与している。したがって、抑止工の採用は不可欠である。
・抑止工は、機能面、施工性、経済性からアンカー工を採用する。
・融雪期に大量の地下水が供給されることから、ボーリング暗渠工を併用する。
・アンカー工により、Fs=1.10、これにボーリング暗渠工の効果(Δh=1.0m)を加え、Fs=1.15 を達成する。

表 4.1　対策工事全体計画案（将来計画・関連事業含む）

工種	規格・仕様		数量	単位	事業区分
集水井工	1号	本体　H=9.5m	1	基	施設災
		集水ボーリング　L=50m×18孔	900	m	
		排水ボーリング	60	m	
	2号	本体　H=11.0m	1	基	災関
		集水ボーリング　L=50m×18孔	900	m	
		排水ボーリング	50	m	
	3号	本体　H=15.5m	1	基	災関
		集水ボーリング　L=50m×9孔	450	m	
		排水ボーリング	50	m	
	4号	本体　H=15.5m	1	基	施設災
		集水ボーリング　L=50m×9孔	450	m	
		排水ボーリング	5	m	
	5号	本体　H=16.25m	1	基	災関
		集水ボーリング　L=50m×18孔	900	m	
		排水ボーリング	70	m	
ボーリング暗渠工	1号	L=40m×6孔	240	m	施設災
	2号	L=50m×4孔	200	m	国交省
	3号	L=50m×6孔	300	m	国交省
杭工	1号	SM570　φ500mm　t14mm　L=19.0m	75	本	将来対応
	2号	SM570　φ508mm　t16mm　L=29.0m	40	本	将来対応
アンカー工	(L)	PC鋼より線φ12.7mm　Lave12.5m	60	本	国交省
		吹付のり枠工　400-3000-3000	336	m	国交省
	(R)	PC鋼より線φ12.7mm　Lave12.5m	60	本	将来対応
		吹付のり枠工　400-3000-3000	336	m	将来対応
吹付のり枠工	(L)	吹付のり枠工　300-2000-2000	1116	m	国交省
		鉄筋挿入工　L=3.0m　n=160本	480	m	
	(R)	吹付のり枠工　300-2000-2000	1718	m	将来対応
		鉄筋挿入工　L=3.0m　n=495本	1485	m	
水路工	A路線	明暗渠工　300型	320	m	将来対応
		暗渠工	30	m	
	B路線	明暗渠工　300型	420	m	将来対応
		吹付水路	85	m	
	C路線	コルゲートフリューム　1000　+　護岸工	175	m	将来対応
土留工	1号	鋼製枠　H=4.0m	65	m	将来対応
	2号	鋼製枠　H=4.0m	140	m	将来対応
	3号	鋼製枠　H=4.0m	150	m	将来対応
	4号	鋼製枠　H=4.0m	105	m	将来対応
	4号	鋼製枠　H=4.0m	90	m	将来対応
谷止工	1号	ブロックダム　H=12.46 L=74.95m	1	基	施設災

5. おわりに

今回発生した蛇香沢左岸斜面の地すべり対策は、現在（2010 年 9 月末）も調査および対策工事が継続中である。したがって、ここでは地すべり発生当時の状況や地すべり機構を中心に記述を行った。特に 4 章で示した地質構造と地すべり機構の関係については、現段階で一見解にすぎないことから、今後十分な検証が必要と考える。

なお、今回の蛇香沢左岸大規模地すべり発生からほどない平成 22 年 4 月 23 日、蛇香沢上部斜面の地すべり調査・対策において多大なる功績を残された福本安正博士がご逝去されました。謹んでご冥福をお祈り申し上げます。

［ 文責：(株) 日さく　宮澤健児 ］

第38回地すべり現地検討会
八幡地すべり【融雪期に発生した大規模地すべり】
2010.9.27

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
http://www.landslide-niigata.org

社団法人　新潟県地質調査業協会　会員名簿

事務局　〒950-8051　新潟市中央区新島町通1ノ町1977番地2
ロイヤル礎4F
TEL (025)225-8360　　FAX (025)225-8361

会　　員　　24社　(H22.5.1現在)

会　社　名	代表者	所　在　地	電話番号	ＦＡＸ番号
旭　調　査　設　計　(株)	仲林　進	〒950-0908 新潟市中央区幸西1-1-11	(025)245-8345	(025)245-8349
応　用　地　質　(株) 新　潟　支　店	陣内 龍太郎	〒950-0864 新潟市東区紫竹7-27-35	(025)274-5656	(025)271-6765
開　発　技　建　(株)	花市 顕悟	〒951-8153 新潟市中央区文京町22-21	(025)265-2261	(025)267-8912
川　崎　地　質　(株) 北　陸　支　店	大山口 護	〒950-0914 新潟市中央区紫竹山5-7-5	(025)241-6294	(025)241-6226
(株)　キ　タ　ッ　ク	中山 輝也	〒950-0965 新潟市中央区新光町10-2	(025)281-1111	(025)281-0001
基礎地盤コンサルタンツ(株) 北　陸　支　店	久保田 耕司	〒950-0925 新潟市中央区弁天橋通1-2-34	(025)257-1888	(025)257-1880
(株)　興　和	島原 利昭	〒950-8565 新潟市中央区新光町6-1	(025)281-8811	(025)281-8833
国　土　防　災　技　術　(株) 新　潟　支　店	齊藤 木市	〒950-2042 新潟市西区坂井1035-1	(025)260-2245	(025)260-7522
三　祐　(株) 新　潟　支　店	佐藤 豊一	〒950-0992 新潟市中央区上所上1-16-8	(025)285-0301	(025)285-0302
サンコーコンサルタント(株) 北　陸　支　店	小幡 季也	〒950-2055 新潟市西区寺尾上4-4-15	(025)260-3141	(025)268-4950
(株)　新　協　地　質	篠崎 寿一	〒950-0864 新潟市東区紫竹4-13-1	(025)244-7866	(025)244-1673
(株) 新研基礎コンサルタント	後藤　昇	〒950-0922 新潟市江南区山二ツ309-1	(025)286-7188	(025)287-0096
(株) 大東設計コンサルタント 新　潟　支　店	阿久津 弘志	〒950-0086 新潟市中央区花園2-1-16	(025)246-1320	(025)247-3740
(株) ダイヤコンサルタント 北　陸　支　店	藤本 弘之	〒950-2015 新潟市西区浦山4-1-24	(025)234-2110	(025)234-2111
中　央　開　発　(株) 北　陸　支　店	片桐 芳隆	〒950-0982 新潟市中央区堀之内南3-1-21	(025)283-0211	(025)283-0212
東　邦　地　水　(株) 新　潟　営　業　所	小見 一広	〒940-0082 長岡市千歳1-3-37	(0258)33-2846	(0258)33-2863
(株) 東京ソイルリサーチ 新　潟　営　業　所	佐川 和夫	〒950-0014 新潟市東区松崎1-16-37	(025)272-1612	(025)272-1613
(株)　日　さ　く 北　信　越　支　社	小林 久男	〒950-0891 新潟市東区上木戸1-8-13	(025)273-6301	(025)271-1110
日　特　建　設　(株) 北　陸　支　店	和田 雅之	〒950-0864 新潟市東区紫竹5-26-1	(025)241-2234	(025)241-2229
日　本　基　礎　技　術　(株) 新　潟　営　業　所	新里 重光	〒950-0892 新潟市東区寺山3-6-18	(025)271-6311	(025)271-7778
日　本　物　理　探　鑛　(株) 北　陸　支　店	宮崎 紳司	〒950-0983 新潟市中央区神道寺3-10-37	(025)241-2960	(025)241-2959
北　陸　鑿　泉　(株)	川嶋 直樹	〒950-0913 新潟市中央区鎧3-12-21	(025)244-5222	(025)244-5223
(株)　村　尾　技　建	村尾 建治	〒950-0948 新潟市中央区女池南2-4-17	(025)284-6100	(025)283-0368
明 治 コンサルタント (株) 北　陸　支　店	小林 月沖	〒950-2002 新潟市西区青山1-1-22	(025)265-1122	(025)265-1126

社団法人　斜面防災対策技術協会 新潟県支部 会員名簿

事務局　〒950-0965　新潟市中央区新光町6-1　興和ビル8F
TEL (025)281-1510　　FAX (025)281-1507

正　会　員

21社　(H22.4.1現在)

会社名	代表者	所在地	電話番号	FAX番号
(株) アドヴァンス	玉田 孝雄	〒951-8133 新潟市中央区川岸町3-17-22	(025)233-4131	(025)233-4152
川崎地質(株) 北陸支店	大山口 護	〒950-0914 新潟市中央区紫竹山5-7-5	(025)241-6294	(025)241-6226
(株) キタック	中山 輝也	〒950-0965 新潟市中央区新光町10-2	(025)281-1111	(025)281-0001
グリーン産業(株)	荒川 義信	〒950-0983 新潟市中央区神道寺2-2-10	(025)242-2711	(025)242-2700
(株) グリーン・アート	五十嵐 興吉	〒940-0083 長岡市宮原1-2-5	(0258)33-9115	(0258)33-9116
(株) 興和	島原 利昭	〒950-8565 新潟市中央区新光町6-1	(025)281-8811	(025)281-8833
国土防災技術(株) 新潟支店	斉藤 木市	〒950-2042 新潟市西区坂井1035-1	(025)260-2245	(025)260-7522
(株) 新協地質	篠崎 寿一	〒950-0864 新潟市東区紫竹4-13-1	(025)244-7866	(025)244-1673
(株) ダイチ	細野 千代喜	〒957-0017 新発田市新富町3-9-2	(0254)24-1612	(0254)26-5453
大陽開発(株)	荒木 一	〒942-0315 上越市浦川原区横川406	(025)599-2336	(025)599-2339
(株) 高橋組	高橋 伸幸	〒942-1431 十日町市松之山湯本1380-1	(025)596-3125	(025)596-3150
中部川崎(株)	伊藤 茂	〒950-0961 新潟市中央区東出来島1-15	(025)285-6441	(025)285-6443
(株) 日さく 北信越支社	小林 久男	〒950-0891 新潟市東区上木戸1-8-13	(025)273-6301	(025)271-1110
日特建設(株) 北陸支店	和田 雅之	〒950-0864 新潟市東区紫竹5-26-1	(025)241-2234	(025)241-2229
日本工営(株) 新潟支店	中村 直登	〒950-0962 新潟市中央区出来島1-11-28	(025)280-1701	(025)283-0898
(株) 野本組	野本 剛男	〒944-0016 妙高市美守1-13-10	(0255)72-3194	(0255)73-7523
(株)プロテックエンジニアリング	野村 利充	〒957-0106 北蒲原郡聖籠町蓮潟横道下5322-26	(025)278-1551	(025)278-1559
(株) 村尾技建	村尾 建治	〒950-0948 新潟市中央区女池南2-4-17	(025)284-6100	(025)283-0368
明治コンサルタント(株) 北陸支店	小林 月沖	〒950-2002 新潟市西区青山1-1-22	(025)265-1122	(025)265-1126
(株) 山崎建設	山崎 健吾	〒944-0009 妙高市東陽町2-20	(0255)72-3129	(0255)72-1196
ライト工業(株) 新潟営業所	広川 恒吉	〒950-0901 新潟市中央区弁天3-3-19	(025)247-8251	(025)247-8254

支　部　会　員

8社　(H22.4.1現在)

(株) エムエルティーソイル	畠山 正樹	〒950-3308 新潟市北区下大谷内378-41	(025)259-9005	(025)259-2230
(株) 笠原建設	鈴木 秀城	〒949-1352 糸魚川市大字能生1155-6	(0255)66-3181	(0255)66-4852
共榮建設(株)	本田 浩太	〒940-0213 長岡市栃尾山田町1-10	(0258)52-2076	(0258)52-3163
(株) 後藤組	後藤 幸洋	〒941-0064 糸魚川市大字上刈6-1-8	(0255)52-5820	(0255)52-2855
新越開発(株)	穴澤 雅光	〒946-0107 魚沼市下田351-32	(025)799-3232	(025)799-2118
(株) 武江組	太田 昭治	〒942-0305 上越市浦川原区虫川1675	(025)599-2111	(025)599-2222
東邦地下工機(株) 新潟営業所	河内 弘志	〒950-0948 新潟市中央区女池南1-6-5-101	(025)284-5164	(025)284-5168
町田建設(株)	町田 誠	〒949-6407 南魚沼市島新田374	(025)782-1181	(025)782-2241

地すべり被害を未然に防止するため
取　り　組　ん　で　い　ま　す

協議会会員12市町村では国土保全を念頭におき、地すべり地域の保全と自然環境の保護及び地域振興のため、農業・農村整備事業による地すべり防止対策と関連事業による農業並びに生活基盤の改善を主要施策として積極的に取り組んでいます。

新潟県農地関係地すべり防止事業推進協議会

会長（妙高市長）入　村　　明(会員12市町村)

新潟市中央区新光町4-1　新潟県自治会館（新潟県市長会内）

TEL 025（284）3434　　FAX 025（285）3135

住民の生命・財産を守ります

土砂災害から生命・財産を守るため、砂防事業、地すべり対策事業、急傾斜地崩壊対策事業及び雪崩対策事業の促進を図ります。また、土砂災害に関する防災知識の普及、警戒避難体制の整備を推進します。

新 潟 県 治 水 砂 防 協 会

会長（出雲崎町長）小 林 則 幸（会員29市町村）

新潟市中央区新光町4-1　新潟県自治会館（新潟県町村会内）

TEL 025（285）0041　　FAX 025（285）1609