

(社)日本地すべり学会新潟支部
第33回地すべり学会現地検討会資料
2005.9.15~16

新潟県中越地震と地すべり

-その2 現地検討会「濁沢地すべり、油夫川地すべり」-



◇主催 (社)日本地すべり学会新潟支部
◇共催 (社)地盤工学会北陸支部
◇後援 新潟県
(社)新潟県地質調査業協会
(社)地すべり対策技術協会新潟県支部

(社) 日本地すべり学会新潟支部第33回現地検討会開催に当たって

新潟県中越地震からまもなく一年を迎えようとしている。被災地では精力的に復旧活動が進められているが、被災は広範囲に及びかつ甚大であったため、復旧作業は困難を極めている。多くの地域で順次避難場所から住民が戻りつつあるが、今なお少なからぬ人々が避難を余儀なくされている。新潟県中越地震に際して特筆されることは、全国有数の地すべり多発地域の直近で強い内陸直下型地震が発生したために、中山間地において地すべり災害が多発したことである。平地で発生した道路や鉄道等の土木構造物の被害は比較的速やかに復旧されたといえよう。それに対し、おびただしい数の地すべりによる被災地の復旧にはほとんど手が着いていない状況にある。

地震に伴う地すべりによる斜面の変状の著しい地域では、折から十九年振りの豪雪に見舞われ、春先の融雪による地すべり被害の拡大が危惧された。さらに、数次に及ぶ梅雨前線による豪雨がもたらす被害の拡大も懸念された。これまでのところ、新たな被害が限定的な規模で留まっていることは不幸中の幸いといえよう。しかしながら、震源地に近い中山間地域の被災地域では、さらなる地すべりの発生や不安定土砂の流出に対して、今後も引き続き台風期さらには二度目の積雪期、融雪期における被害の拡大に対して、十分な警戒と監視が必要であろうと思われる。

このような状況下で、日本地すべり学会新潟支部では、中越地震により発生した地すべりの実態の把握とメカニズムの検証が重要であるとの認識に基づき、「新潟県中越地震と地すべり」をテーマとして本年度5月に第33回シンポジウムを開催した。同シンポジウムでは、中越地震時における動態観測による移動実態、地下水位の挙動、既存対策施設の効果、融雪や豪雨に起因する地すべりとの比較等の重要項目について興味深い議論が展開された。今回、それに続く第2弾として第33回現地見学会を、中越地震により発生した長岡市「濁沢地すべり」と旧山古志村「油夫川地すべり」を対象として開催し、現地を視察し具体的な見分に基づいて論議を深めることを企図している。実際に調査業務に携わった会員の方々からの興味深い報告が予定されている。産・官・学のそれぞれの立場で地すべり研究あるいは調査・対策に携わる会員の方々多数の参加を得て、有効な議論が展開されることを期待したい。

(社) 日本地すべり学会新潟支部
支部長 丸井英明

地すべり学会現地検討会

濁沢地すべり

中越地震により発生した地すべりの被害と発生機構

目 次

| | |
|------------------------|----|
| 1. 瀧沢地区の概要..... | 7 |
| 1. 1 位置と概要..... | 7 |
| 1. 2 周辺の地形..... | 8 |
| 1. 3 周辺の地質..... | 9 |
| 2. 地すべりの地形・地質..... | 12 |
| 2. 1 地形..... | 12 |
| 2. 2 地質..... | 14 |
| 2. 3 地質構造..... | 16 |
| 3. 地すべり調査結果..... | 17 |
| 3. 1 地質構成..... | 17 |
| 3. 2 すべり面..... | 19 |
| 3. 3 地下水状況..... | 19 |
| 3. 4 地すべり変位..... | 21 |
| 4. 地すべり発生機構..... | 25 |
| 4. 1 地すべり発生の状況..... | 25 |
| 4. 2 地すべり発生の素因・誘因..... | 27 |
| 5. 地すべり防止施設の検討..... | 28 |
| 6. 今後の課題..... | 31 |



濁沢地区全景写真（平成 16 年 11 月 1 日撮影）



濁沢地区全景写真（平成 17 年 5 月 9 日撮影）



災害ブロック末端道路閉塞状況（平成16年11月1日撮影）



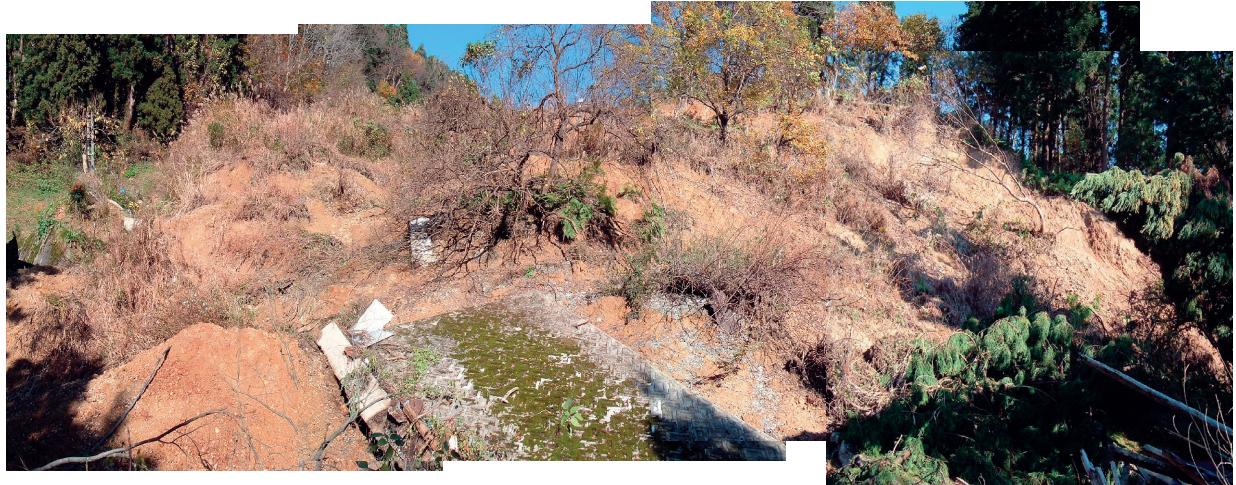
災害ブロック末端部融雪後状況（平成17年4月13日撮影）



災害ブロック末端河道一部閉塞
(平成 16 年 11 月 20 日撮影)



災害ブロック末端対策状況
(平成 17 年 4 月 13 日撮影)



災害ブロック滑落崖 (平成 16 年 11 月 1 日撮影)



災害ブロック下部の被災状況 (平成 16 年 11 月 1 日撮影)



背後ブロック上部滑落崖状況（平成 16 年 11 月 1 日撮影）



背後ブロック中段 市道沿いの崩壊（平成 17 年 5 月 13 日撮影）

1. 濁沢地区の概要

1. 1 位置と概要

濁沢地すべり（以降、被災地とする）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に位置する（図-1 参照）。濁沢地内は、標高500～700mの山間部に囲まれるが、南蛮山（標高542m）を源とする太田川に沿った狭小な沖積低地～段丘面に形成された大きな集落であり、下流の村松町で太田川は平野部へ流出する。上流部に蓬平温泉がある。

被災地には塊状泥岩～砂岩泥岩互層を主体とする新第三紀鮮新世の牛ヶ首層が基盤を形成しており、新鮮部は暗灰色を呈し、一般には亀裂が少ない軟質岩である。地すべり地では亀裂沿いに風化が進んで茶褐色に変色するとともにさらに軟質化している。基盤を覆っては災害ブロックでは地表から厚さ7～10m程度で風化岩～崩積土からなる地すべり移動土塊が分布している。

新潟県中越震災による地すべり災害は、沖積低地面に面した山腹斜面末端部で発生している（写真-1 参照）。災害後の緊急対策として護岸工、水抜き工を実施して地すべり活動は停滞しているが、現在もなお発生時の不安定土塊が残存している。

地すべりの状況は以下の通りである。

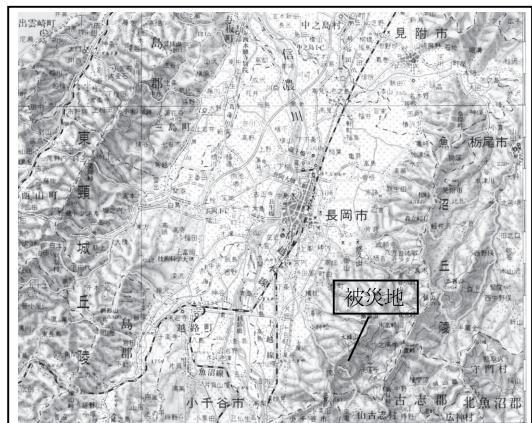


図-1 調査位置

1:20万「長岡」使用

- | | |
|-------|--|
| ・発生時刻 | 平成16年10月23日 18時頃 |
| ・最大震度 | 震度6強（観測所：山古志村役場） |
| ・被害状況 | 死者2名 住宅全壊2戸（当該地すべりによるもの） 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 |



写真-1 被災後状況写真 (H16.11撮影)

※既往の指定地「濁沢地すべり」は1980年12月30日に発生し、本被災地の上流の太田川左岸部に位置する。

1.2 周辺の地形

被災地は、図-2に示すとおり魚沼丘陵の西部に位置している。周辺地域は標高500～700mの山地となっており、山体は北東-南西に延びる山稜を形成し、鋸山（標高764.9m）、猿倉岳（標高679m）、三ッ峰山（標高521.1m）が連なる。この山地をほぼ斜行するように、南蛮山（標高548m）を源とする一級河川太田川が南東から北西に流れている。太田川は山地間を浸食して両岸は急斜面となることが多いが、大小の支流が山稜と並走しており、これらの支流が山稜を浮き立たせる形となっている。

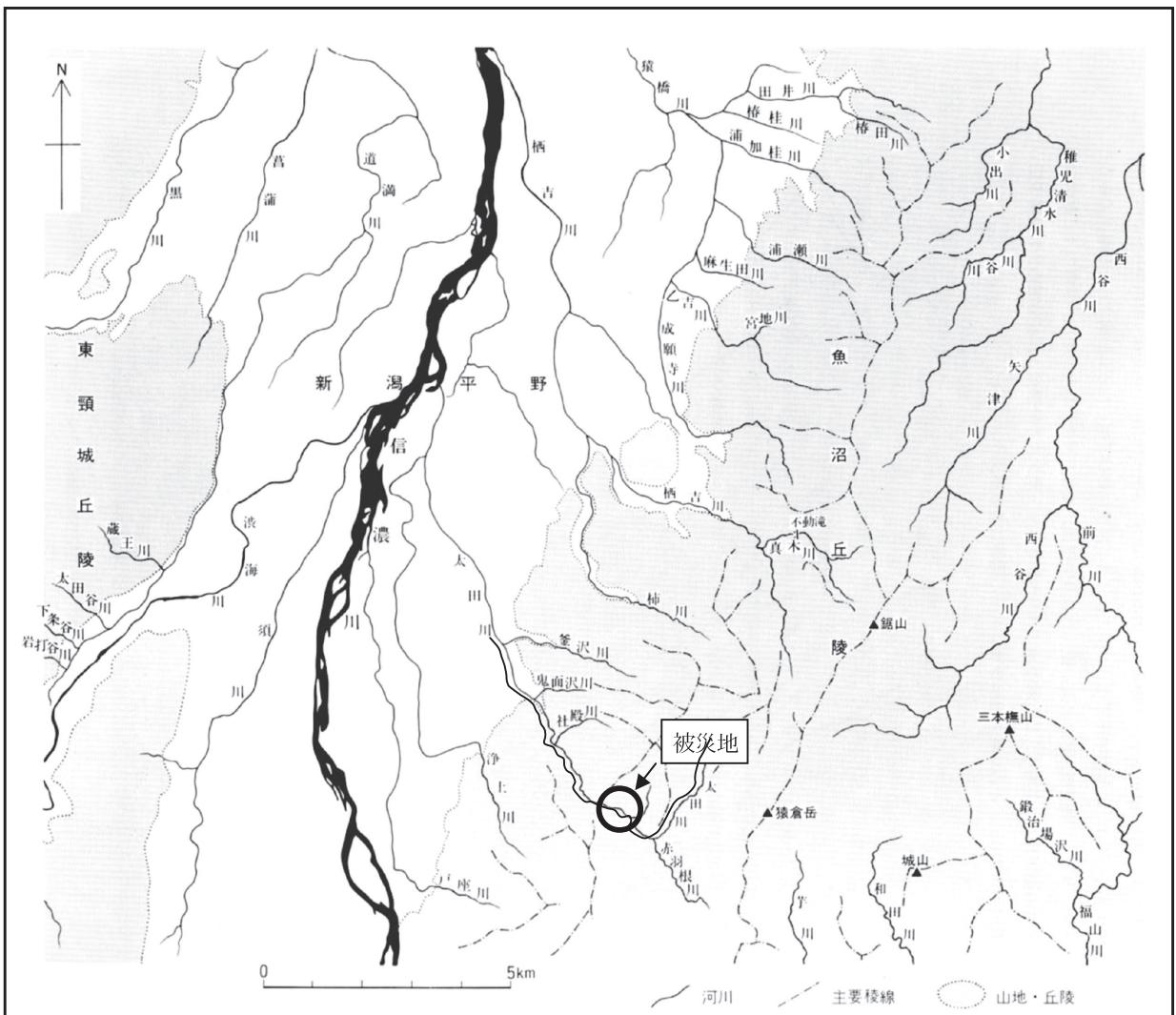
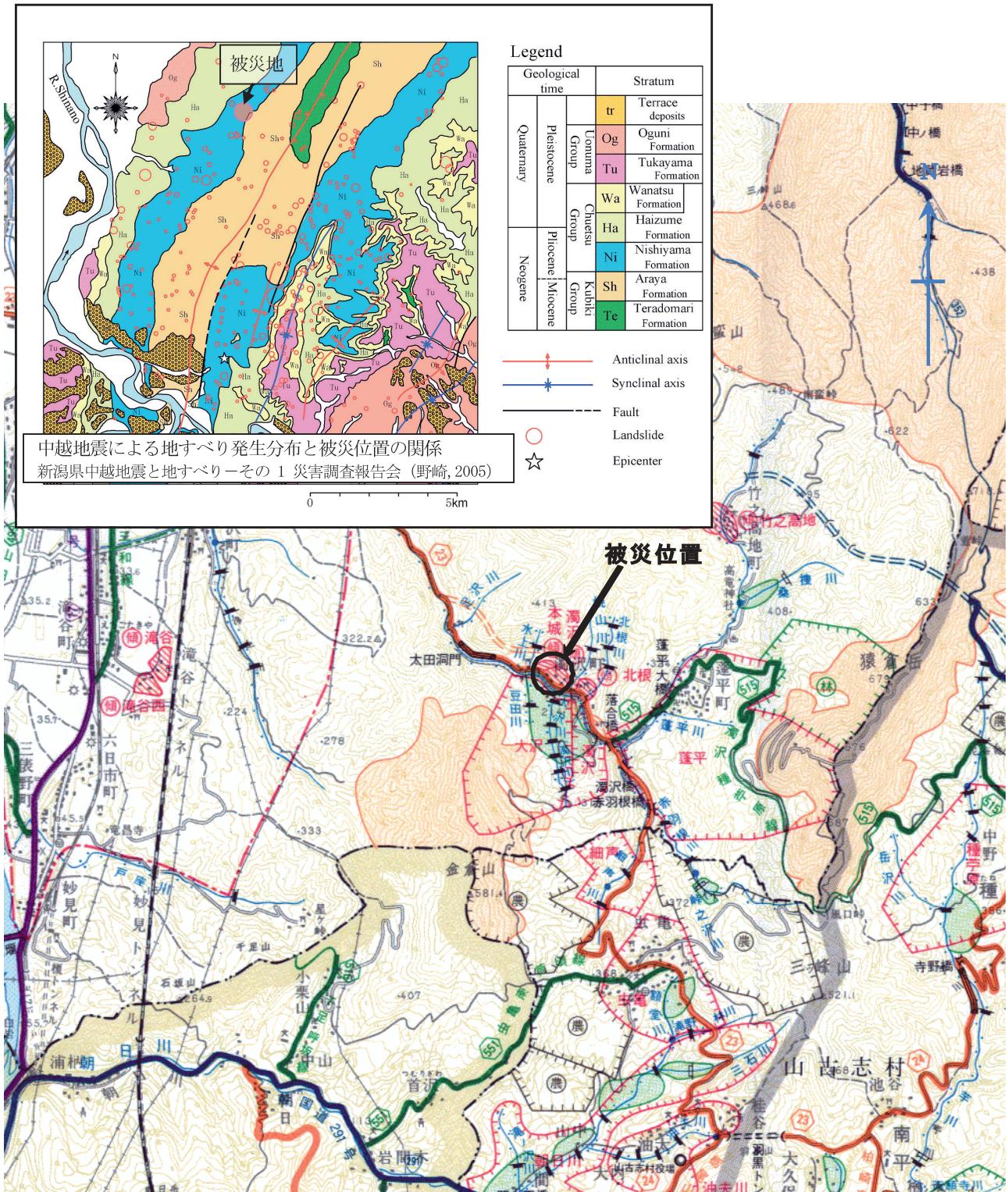


図-2 被災地周辺の地形図

「地域地質研究報告 5万分の1地質図幅 長岡地域の地質 (平成3年 地質調査所)」から

濁沢地区周辺では太田川両岸の山腹斜面は比較的緩斜面で、狭小な沖積低地、河岸段丘が発達している。山腹斜面には地すべり防止区域が数箇所点在しており（図-3 参照）、今回の地すべり被害は太田川の右岸南部南西向き斜面で発生している。また、被災地は中越地震により数多く発生した地すべり分布（野崎, 2005）の中で北部に位置する。



1.3 周辺の地質

1) 地質分布

被災地周辺の地質は、基盤岩として新第三紀の海成堆積岩である砂岩、泥岩、火山碎屑岩（主として凝灰角礫岩）からなり、下位から順に荒谷層、川口層、牛ヶ首層及び栖吉層と区分されている。これらの基盤岩類は堆積時代が新しいため固結度が低く、新鮮部でも殆どがナイフで削れる程度の硬さである。被災地の地すべりは牛ヶ首層分布域で発生している。

図-4 に被災地周辺の地質図を示した。

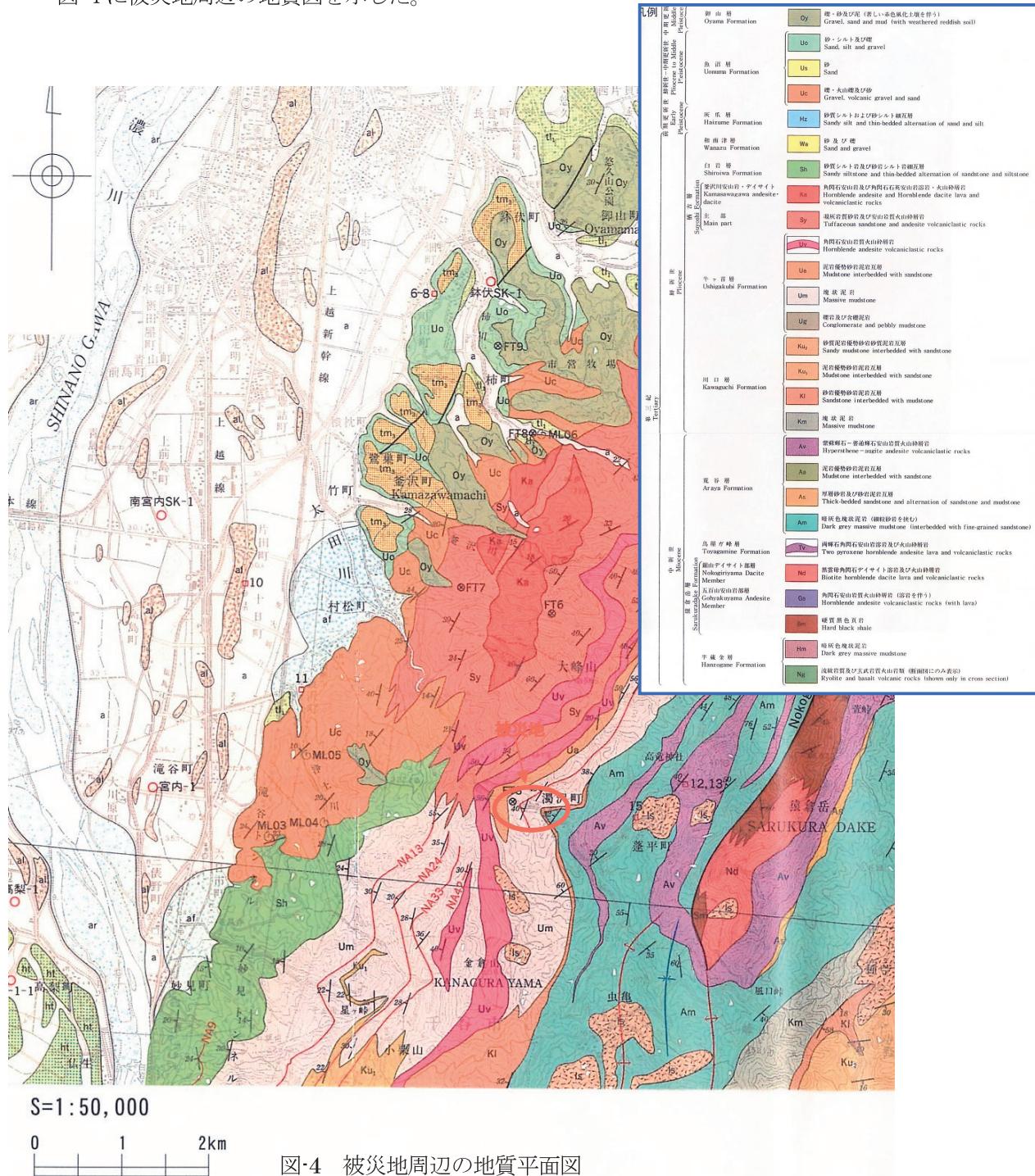


図-4 被災地周辺の地質平面図

「地域地質研究報告 5万分の1 地質図幅」

長岡地域の地質（平成3年 地質調査所）を一部改変

2) 地質構造

被災地周辺に分布する第三系は活褶曲帯に位置しており、多くの大規模な背斜・向斜構造を形成している。魚沼丘陵内に位置する褶曲軸の多くが北北東-南南西方向であり、被災地の2km東方向には東山複背斜が位置している。基盤岩の地層もこの背斜構造に規制されており、ほぼ北北東-南南西方向の走行を示し、山稜の方向とほぼ一致する。したがって、地層分布の延長方向は太田川の流路方向とほぼ直交する。

なお、既往調査において本被災地では特筆すべき大きな断層は確認されていない。しかし東方 2km 先には北北東-南南西に伸びをもつ鋸山断層が位置している。本断層は東山複背斜に属する荷頃背斜の軸部に沿った西落ちの断層であり、断層の東と西で地層時代がことなることから推定されている。一方、第四紀断層として被災地の北西約 4km には悠久山断層が位置している。本断層は魚沼丘陵西縁に断続的に分布する東落ちの活断層である。

図-5 に被災地周辺の地質構造図を示す。

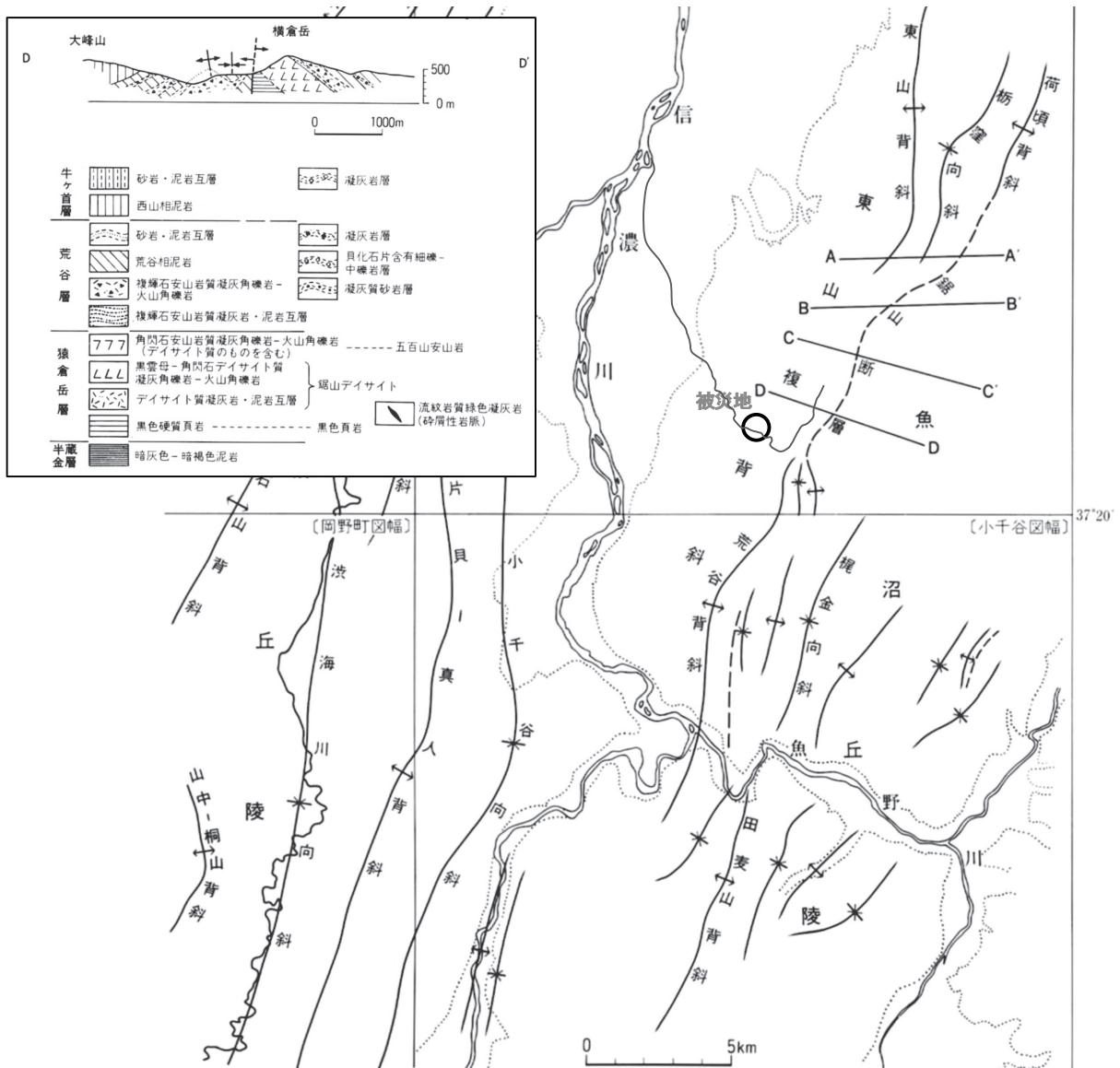


図-5 被災地周辺の地質構造図および東西方向地質断面図

「地域地質研究報告 5万分の1地質図幅 長岡地域の地質」(平成3年 地質調査所)を改変引用

2. 地すべりの地形・地質

2. 1 地形

魚沼丘陵を開析する太田川は濁沢地区の上流域と下流域でその地形様相を大きく変化させている。下流域半分では全体に渓谷となっている。特に被災地下流部の太田洞門付近では、両岸から迫る大きな尾根を太田川が断つためにこの特徴が顕著で、両岸とも河岸から急斜面が切り立っている。また、このような渓谷地形は下流集落の村松町付近まで続いている。これに対して、上流域では東-西方向に切れ込む支沢の影響もあって開析が進み、狭小ではあるが沖積低地、段丘平坦面が発達するほか、山腹斜面は緩斜面を有しており、濁沢地区の全体がこの沖積低地から段丘平坦面に形成されている。

地すべり発生箇所は、民家を押しつぶし尊い2名の人命を奪い、主要地方道を閉塞した「災害ブロック」とその背後につづく「背後ブロック」の2ブロックに分けることができる。それぞれのブロックは変状地形等の特徴が以下のように明瞭であり、ブロックを特定することができる。

- ・明瞭な頭部滑落崖（落差数m～10m）：両ブロック
- ・明瞭な側方崖（落差1～5m）：災害ブロック
- ・滑落崖と側方崖に囲まれた凹地状の馬蹄形地形：災害ブロック
- ・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：背後ブロック
- ・地すべり地内、斜面末端部での湧水：両ブロック

○災害ブロック

災害ブロックは、太田川右支川の平畠川と焼山川間の沖積面とその上方の段丘平坦面間の斜面で発生している。斜面は沖積面からの比高約20m、平均斜度45度であり、段丘平坦面に連続している。地すべりは幅70m*長さ130mであり、明瞭な頭部の滑落崖、側方崖を有しており、斜面末端に達しており、移動土塊は沖積面を覆う。

○背後ブロック

段丘平坦面は幅20～30m程度で形成されているが、その上方は平均斜度20度の緩斜面が奥行き400m、幅150mの帯状で広がり、最上部では急崖状の地形を有して山地斜面へと移行する。この緩斜面は平坦面と段差を多く有し、ため池や水田として利用されているが、焼山川ならびにその枝沢の山地間浸食に伴って形成された崩積土斜面である。この崩積土斜面においても、開口亀裂や段差亀裂が発生しており、その輪郭から地すべり活動が伺える（「背後ブロック」の発生）。

図-6にブロック区分図を示した。

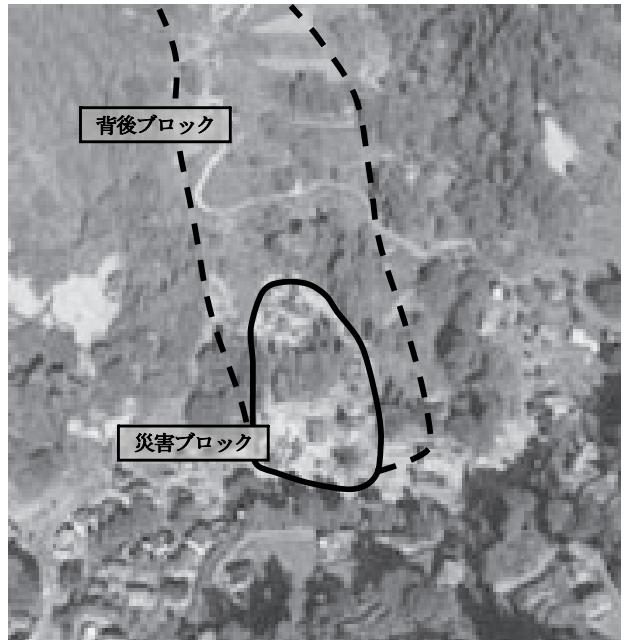


写真-2 被災地空中写真 (H16.11撮影)

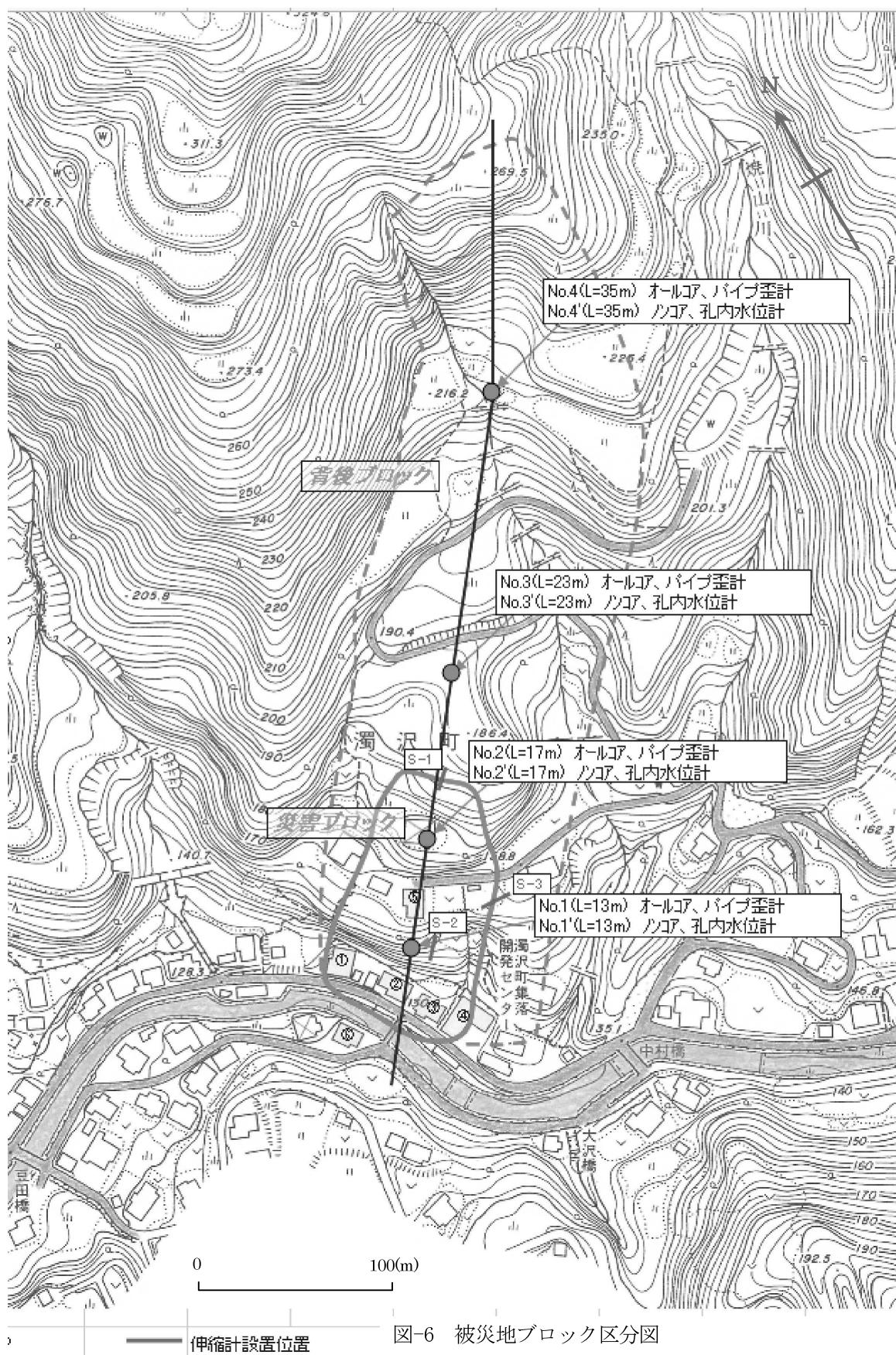


図-6 被災地ブロック区分図

2.2 地質

被災地を含む周辺の地質は、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。

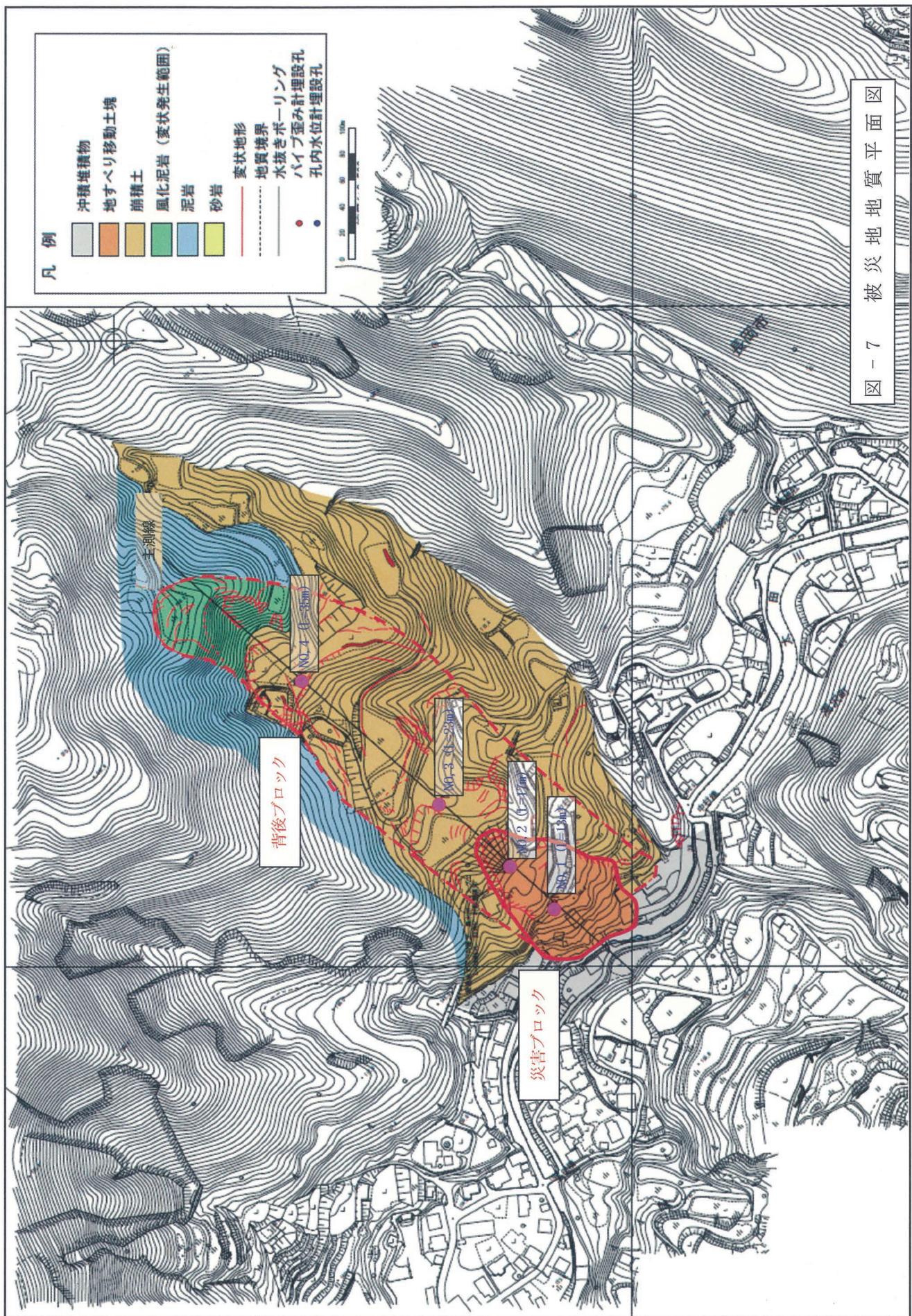
表-1 に地層構成一覧表を、図-7 に地質平面図を示したが、現地踏査によれば被災箇所には塊状泥岩～砂岩泥岩互層を主体とする牛ヶ首層が基盤を形成しており、新鮮部は暗灰色を呈し、一般には亀裂が少ない。地すべり地では亀裂沿いに風化が進行し茶褐色に変色するとともにさらに軟質となる。基盤を覆っては災害ブロックでは地表から厚さ 7～10m 程度で風化岩～崩積土からなる地すべり移動土塊が分布している。

表-1 地質構成表

| 地質時代 | | 地層名 | 記号 | 岩相・層相 |
|------|-------|-------------|----|--|
| 第四紀 | 完新世 | 地すべり移動土塊 | Ls | 災害ブロック移動土塊 礫・砂・シルト |
| | 更新世 | 沖積層及び現河床堆積物 | a1 | 礫・シルト |
| | | 崩積土 | dt | 泥岩岩片を多く含み、基質はシルトからなる |
| | 段丘堆積物 | tr | | 山腹斜面に数段の平坦面を形成する。 礫・砂・シルトからなる |
| 新生代 | 鮮新世 | 栖吉層 | Sy | 暗灰色の凝灰角礫岩、凝灰質砂岩からなる。 |
| | | 牛ヶ首層 | Um | 暗灰色を呈す塊状泥岩を主体とし、細粒砂岩や凝灰岩を狭在する。風化面は貝殻状に割れやすく、一部スレーキングし易い。 |
| | | 川口層 | KL | 暗灰～灰色を呈している。砂岩優勢砂岩泥岩互層を主体とし、部分的に礫岩挟む |
| | 中新世 | 荒谷層 | Am | 暗灰色を呈す塊状泥岩。細粒砂岩薄層を狭在。風化すると貝殻状に割れやすい。 |
| | | | Av | 褐色～赤褐色を呈する火山碎屑岩（凝灰角礫岩、火山角礫岩）からなる。 |

以下に、被災箇所に分布する地質について詳述する。

図-7 被災地地質平面図



○牛ヶ首層泥岩 (Um)

主として灰色～暗灰色を有する塊状泥岩からなり、まれに葉理面が認められるが層相の変化が乏しい。暗色の細脈状亀裂が多数不規則に入ることがある。風化すると細かく貝殻状に砕け、崩れやすくなる。また玉ネギ状風化を呈することもある。地表付近では灰白色に変色して粘土化する。

固結度が低く、新鮮部でも爪で削り取れる程度にやわらかい。まれに、固結度の高い砂岩層を挟む。河床などの露岩部は比較的新鮮な箇所が多いが、崩壊斜面中の露頭では亀裂が発達し、風化が進んでレキ状を呈するところもある。

○段丘堆積物 (tr)

直径 5～30cm の安山岩・火山礫凝灰岩からなる亜円礫が混入。被災地周辺では段丘平坦面脇の水田畔や山道沿いの斜面で確認できる。

○崩積土 (dt)

上部斜面からの崩壊あるいは支川の浸食崩壊によってもたらされた礫混じり土砂を主体とする。最大径 1m 以上の泥岩礫を混在する。基質は砂、粘土からなり、全般に密に締った状況である。

○沖積層 (al)

現河床付近で平坦面を形成している。安山岩礫、凝灰角礫岩、泥岩の礫を多く含む砂礫層からなる。層厚は 5m 以下の未固結堆積物である。

○地すべり移動土塊 (Ls)

中越地震により崩壊・移動した不安定土塊。崩積土、段丘堆積物、泥岩移動岩体が混在している。沖積面に厚く堆積しているが、斜面中段から上部にかけて不安定土塊として残存している。

2. 3 地質構造

被災地に分布する牛ヶ首層の塊状泥岩の地質構造は、周辺に認められる露頭で把握することができ、地区の全般的な走向・傾斜と調和的な北北東～南南西方向 ($N3^{\circ} \sim 38^{\circ}$ E) の走向、傾斜は西側へ約 30～40 度程度を有している。この走向・傾斜から地すべり地の主側線方向において流れ盤の地質構造となる。

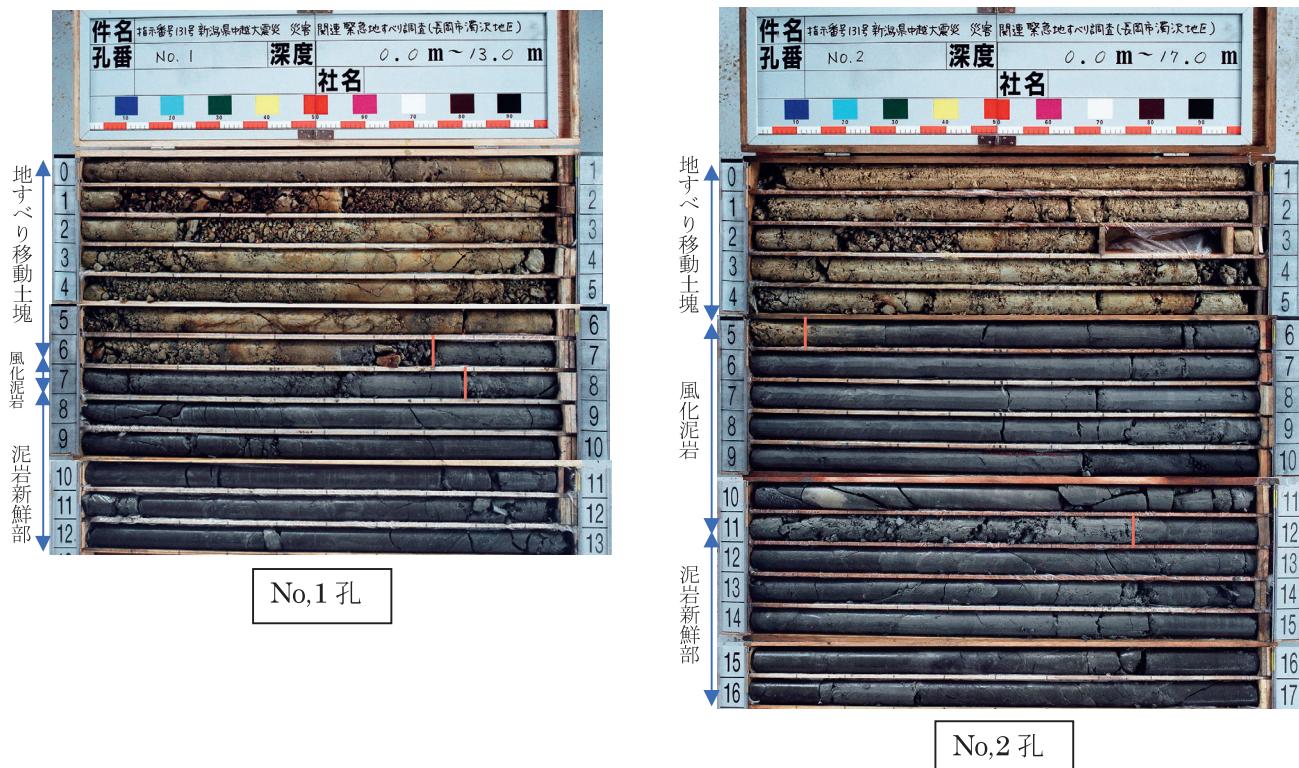
3. 地すべり調査結果

3. 1 地質構成

地すべり災害ブロック、背後ブロックにおいて、地質状況・すべり面深度・地下水位を把握し、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実施している。調査は、図-6、7に示すように、災害ブロック、背後ブロックを対象に2孔ずつ実施している。

各孔ともに下位より、新鮮な塊状泥岩、風化泥岩、地すべり移動土塊よりなる。新鮮な泥岩は、暗灰色泥岩で、酸化部分は認められない。ほぼ棒状コアで採取され、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。

以下に各孔のコア写真を示す（コア写真中の赤線は推定すべり面位置）





No.3 孔



No.4 孔

3.2 地すべり面

地すべりの平面形状は前述したように、変状地形から明瞭に判定できる。

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表-2 のように想定している。また地すべり断面図を図-8 として示した。

表-2 すべり面の判定根拠

| 孔番 | 深度 (m) | 地下水 位(m) | 地質状況 | 災害ブロック すべり面 | 背後ブロック 推定すべり面 |
|-------|-----------|-------------|-----------------------------------|----------------|------------------|
| No. 1 | 6.70 | 3.98 | 非常に脆い地すべり移動土塊と下位風化泥岩の明瞭な境界。礫状となる。 | ○ | |
| | 7.80 | | 風化泥岩と下位新鮮泥岩の境界。 | | ○ |
| No. 2 | 5.10 | 3.85 | 非常に脆い地すべり移動土塊と下位風化泥岩の明瞭な境界。 | ○ | |
| | 11.77 | | 風化泥岩と下位新鮮泥岩の境界。 | | ○ |
| No. 3 | 13.75 | 7.59 | 崩積土と下位風化泥岩の境界。 | | |
| | 17.60 | | 風化泥岩と下位新鮮泥岩の境界。 | | ○ |
| No. 4 | 5.00 | 3.79 | 崩積土と下位風化泥岩の境界。 | | |
| | 11.30 | | 風化泥岩と下位新鮮泥岩の境界。 | | ○ |

注：地下水位は調査時水位を明記した。すべり面覧の○印はブロック毎に判定したすべり面位置である。

3.3 地下水状況

地すべり地における地下水状態を把握する目的で、ボーリング掘進時の地下水変化を把握するとともに、簡易揚水試験を実施している。各孔における調査時の地下水位地質断面図に示す。以下に各ブロックの地下水状況について整理する。

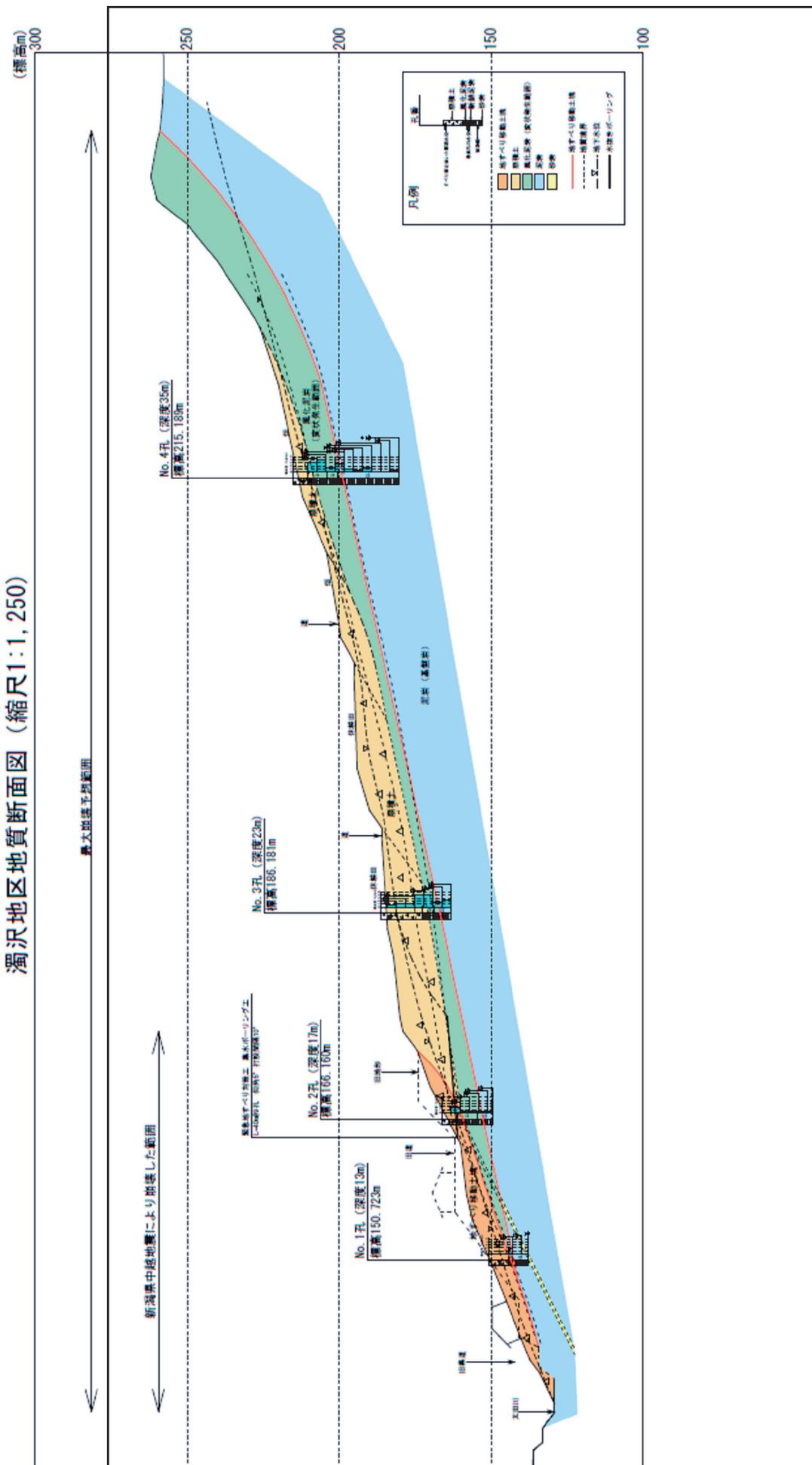
○災害ブロック範囲

災害ブロック冠頭部背面（背後ブロック中腹部）は湿地状となっている。災害ブロック頭部～中腹部にも湧水が多数見受けられるほか、災害以前に沖積面に面した斜面において、横井戸からの地下水利用があったことから、地下水位は高い状況であると判断できる。降雨時～融雪期では滑落崖下や移動土塊での湧水が顕著であり、応急対策で実施した地すべり中段の横ボーリング工からの排水量も融雪期において毎分 50～70L 程度であることを確認している。

No. 1 孔ではボーリング掘進のたびに地下水位が低下し、たびたび掘進用水の全漏水が発生した。最終的な孔内水位は深度 4m 付近にみとめられ、融雪・豪雨時に地下水位上昇は約 2m 程度であった。簡易揚水試験での揚水量は、推定すべり面を含む区間で多く (1.6L/min)、他区間では微量である。

No. 2 孔では掘進時の水位も最終的には地すべり移動土塊と基盤岩境界付近の深度 4m 付近に確認できている。孔内水位は豪雨時で約 3m 上昇している。簡易揚水試験における揚水量は、推定すべり面を含む区間で多く (1.9L/min)、他区間では微量である。

濁沢地区地質断面図(縮尺1:1,250)



四 地質質地被災斷面圖

○背後ブロック範囲

ブロック内の頭部～中腹部にかけて水田や養鯉池が分布（ただし、地震による亀裂発生により水は流出）し、湿地状となる箇所が多い。このような状況から地下水は高いと判断できる。ボーリング掘進時においても掘進中の孔内水位低下量は小さく、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状況を確認することができた。

No.3孔における簡易揚水試験時の揚水量は、推定すべり面を含む区間が他区間よりも多い(4L/min)。地下水変動が大きく、積雪期の地下水位は深度8m付近であったが、融雪期に6mほど上昇し、その後降雨が少ない時期では6m低下し、豪雨時に8m上昇して地表面付近まで到達することが確認できた。

No.4孔は他の3孔と比較して崩積土～推定すべり面にかけての地下水賦存量は多い。簡易揚水試験での揚水量は崩積土中で3～4L/min、推定すべり面を含む区間で1.5～2.5L/minであり、以深は微量である。深度4m付近で地下水位が確認され、その後もほぼ一定であったが、豪雨時に2m水位上昇を確認することができた。

3.4 地すべり変位

地震後の地すべり挙動を把握する目的で、ボーリング孔を利用してのパイプ歪計観測、地下水観測を行うとともに、滑落崖・段差の挙動について地表面伸縮計による変位観測を実施している（観測位置は図-6参照）。以下に各種観測結果を整理して示す。

1) パイプ歪計観測

災害ブロックに設置したNo.1孔は、推定すべり面想定深度6.70m～背後すべり面深度7.90mに相当する深度7mならびに深度8mで潜在変動範囲であるもののわずかに変位の累積が確認される。他の観測孔ではまだすべり滑動と判定できる有意な変動は確認できない。図-9に観測結果図を示す。

表-3 パイプ歪計観測結果

| ブロック名 | 孔番 | 測定結果 | すべり面深度付近の測定結果 |
|------------|-------|---|---|
| 災害 ブロック | No.1孔 | 深度7.00m、X軸方向に認められる歪みは潜在変動範囲であるが、累積が確認される。 | 災害すべり面推定深度6.70m～背後すべり面推定深度7.90m間にわずかに変位の累積が確認される。 |
| | No.2孔 | 剪断歪みと考えられる変動は認められない。 | 災害すべり面推定深度5.10m、背後すべり面推定深度11.7mには変位は認められない。 |
| 背後 ブロック | No.3孔 | 剪断歪みと考えられる変動は認められない。 | 背後すべり面推定深度17.60mには変位の累積は認められない。 |
| | No.4孔 | 深度15m、X軸方向にわずかな累積歪が確認できる。 剪断歪みと考えられる変動は認められない。 | 背後すべり面深度11.30mに僅かに変位が認められるが、確定変動ではない。 |

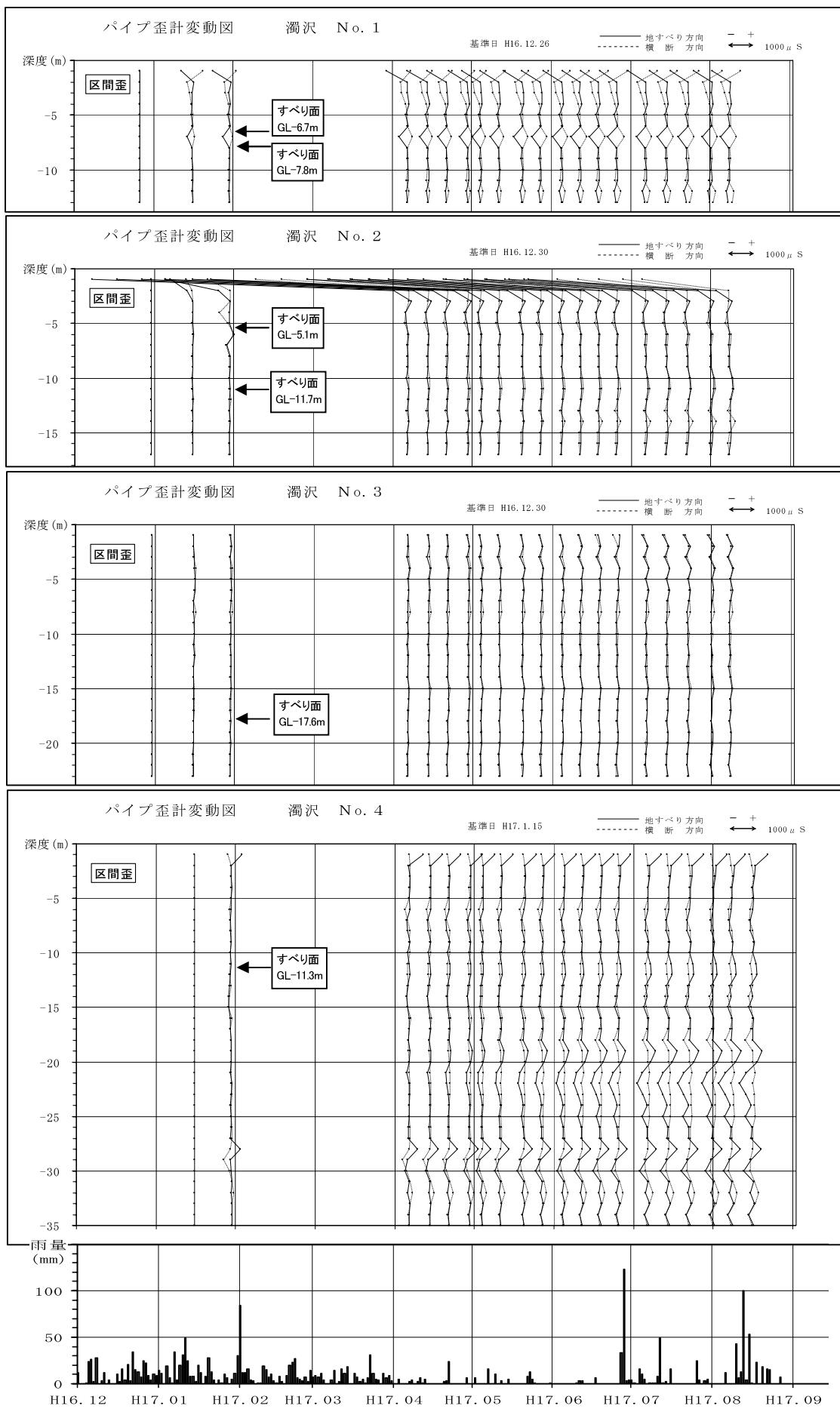


図-9 パイプ歪計区間変位経時変化図 (図中のすべり面は推定すべり面位置)

2) 地表面伸縮計観測

測定は地すべりの滑動が主要地方道の付替道路や太田川への土砂流入などの被害をもたらすことが予想されることから、地すべり挙動を迅速に把握する目的で自動観測方式とした（写真-3 参照）。また、地すべり変形が最も大きい災害地すべり上流側側方崖に設置したS-3については、地すべりの変位挙動監視を目的として、警報機ならびにパトライトを接続して主要地方道通行者、工事関係者に異常発生を周知することとした。

震災後からの観測結果を図-10 に示す。3箇所とも緩慢ながら変位が累積している傾向がうかがえる。この中でも、災害ブロック中央部に設置したS-2は伸びを示しており、災害ブロックの挙動を示しているが、6・28豪雨時の挙動変化はなかった。

冠頭部に設置したS-1は圧縮の挙動を示していた。しかし、6月下旬の無雨期に伸びの挙動を示し、6・28豪雨時に急速に圧縮への変位に転じた。その後の挙動は安定している。

S-3は、挙動がもっとも大きい箇所であり、被災直後は降雪期までの間で他の箇所での挙動がないのに関わらず伸びの変位を観測していた（簡易観測）。計器設置後は、緩慢ながらも圧縮の挙動を観測しており、豪雨後の挙動は安定している。



写真-3 地表面伸縮計自動計測機器設置

パイプ歪計における背後ブロックの中間変位の進展に乏しいことから、伸縮計S-1、S-3の伸びと圧縮の挙動は背後ブロックの挙動ではなく、災害ブロックの拡大傾向を示すものと考えられる。

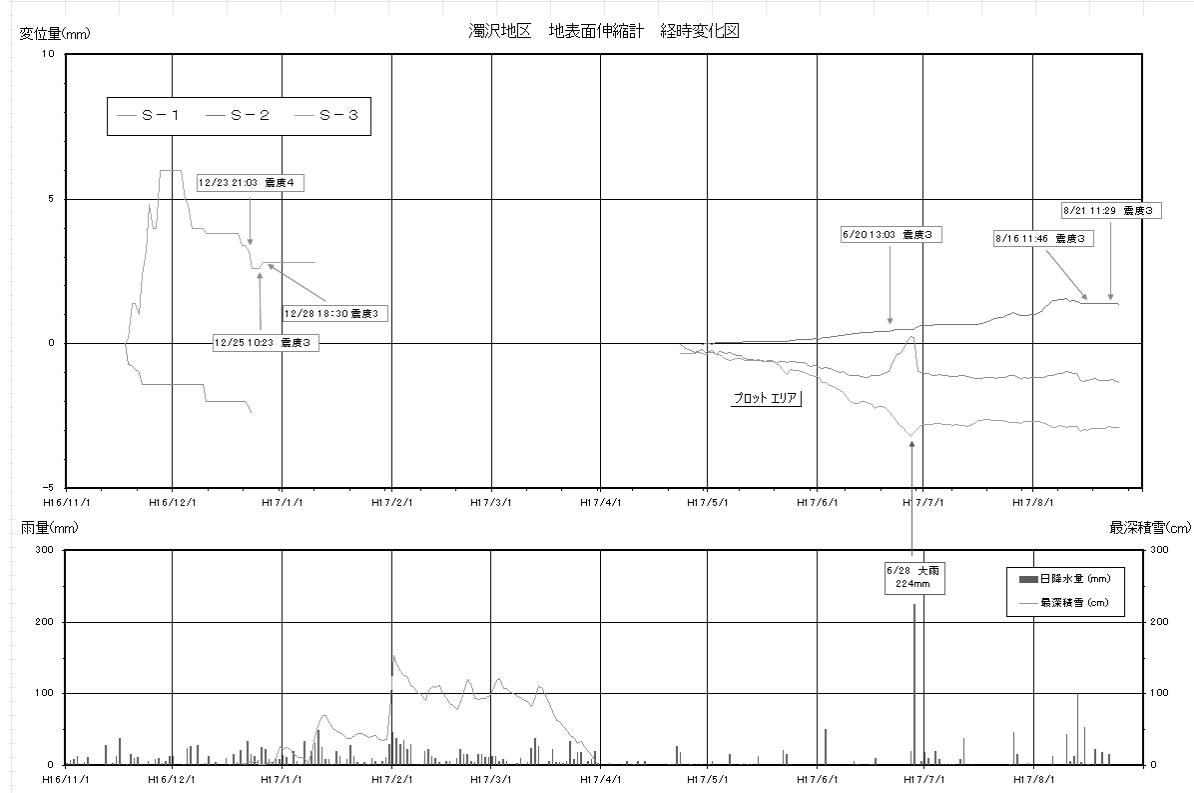
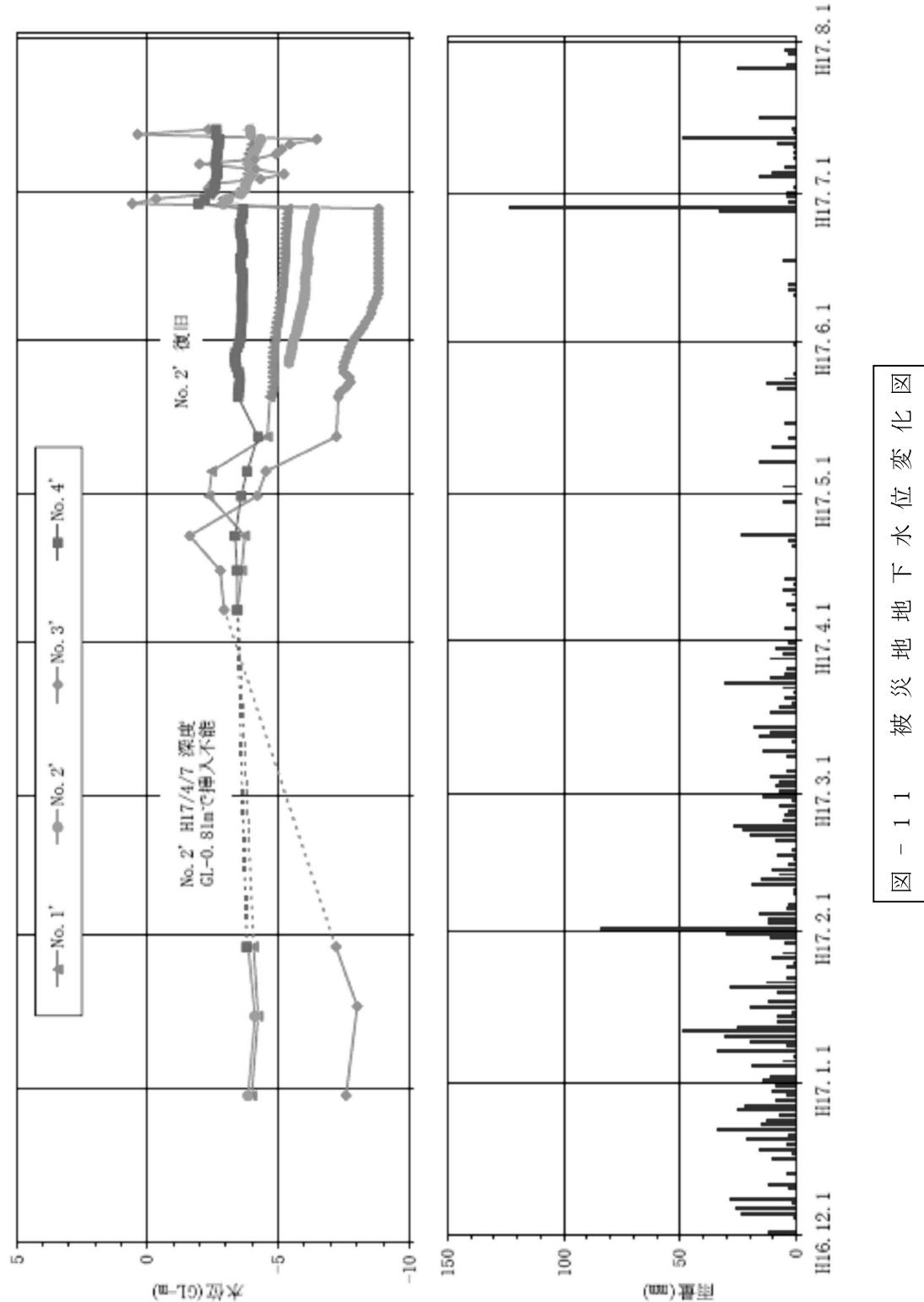


図-10 地表面伸縮計 観測結果図

3) 地下水観測

災害ブロック、背後ブロックにおける地下水位観測結果を図-11に示す。

H17.1 下旬の豪雪時は水位上昇なく、融雪期と H17.6.28 の日雨量 100mm を超える豪雨時に影響を受けて変動が大きい状況である。



4. 地すべり機構解析

4. 1 地すべり発生時の状況

2004年10月23日17時56分に新潟県中越地方の深さ13kmでマグニチュード(M)6.8の地震が発生し、新潟県の川口町で最大震度7を観測した。その後、震度6弱以上を観測する余震が4回発生するなど、活発な余震活動を伴った。濁沢地区は本震の震源地より直線距離で9~10km離れたところに位置している(図-12参照)。濁沢地区では旧山古志村竹沢地区で深度6強を観測していることから、本地区もほぼ同等の揺れを伴ったと想定される。

濁沢地区周辺斜面の被害は甚大で、道路・建物・ライフラインへの被災地すべりの発生、斜面亀裂の発生等が数多く確認されている。

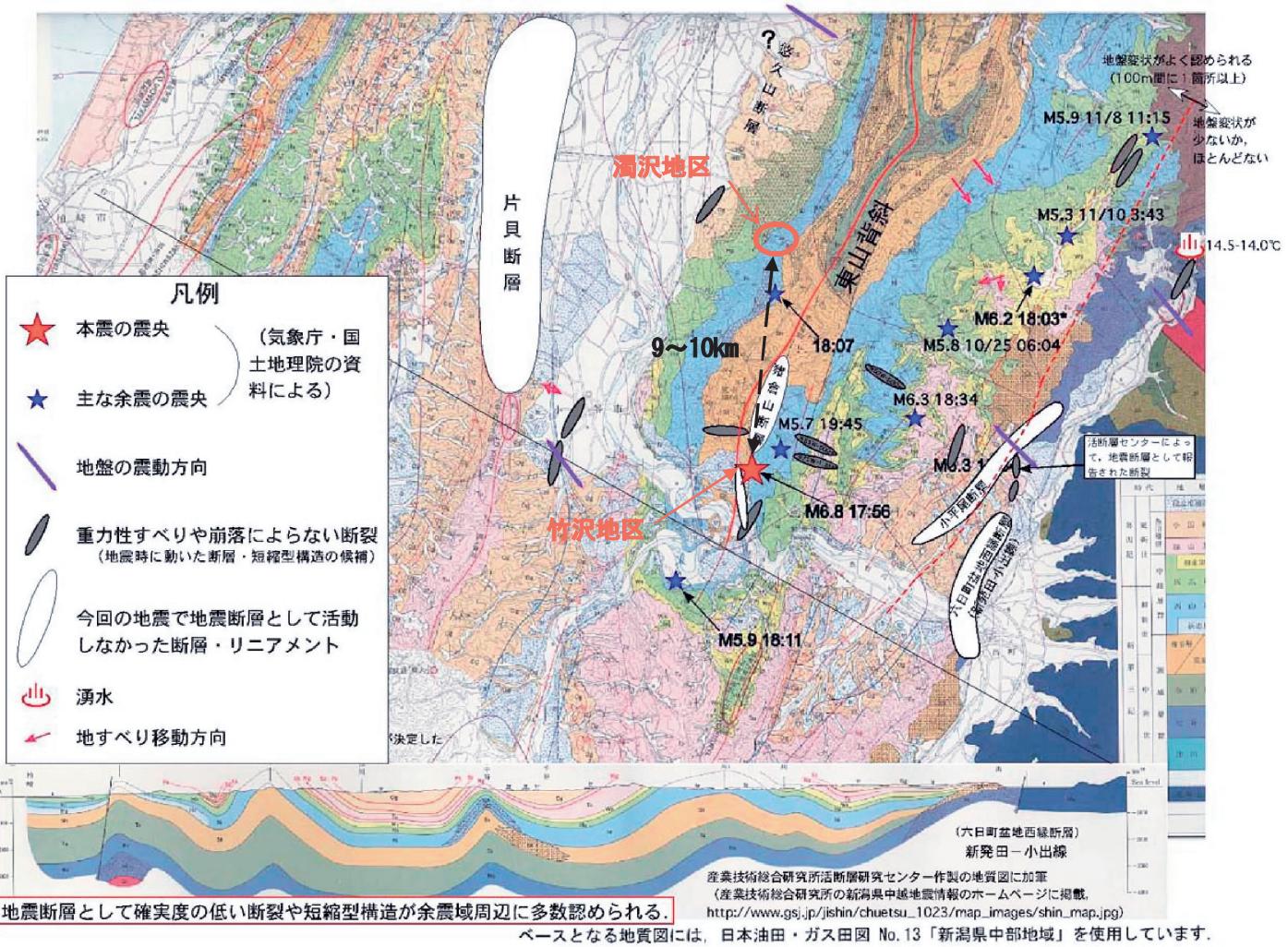


図-12 濁沢地区と新潟県中越地震の震源地の位置関係

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。トンネル施工に伴う減渴水のモニタリングポイントとして BV14-1 孔（深度 15m）の地下水位観測を実施している。図-14 に BV14-1 孔の水位観測結果を示した。表-4 に示すとおり、BV14-1 孔の水位変動は、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。昨年は 7・13 豪雨ならびに台風上陸に伴う降雨量が例年と比較して多く、この高水位期間は約 2 ヶ月半と長く、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。中越地震発生前から高水位期にあたり、災害ブロック、背後ブロックともに全般的に地下水位が高い状態にあったと考えられる。

以上のことから、地震時にはすべり面の間隙水圧はかなり、上昇していたものと推察できる。

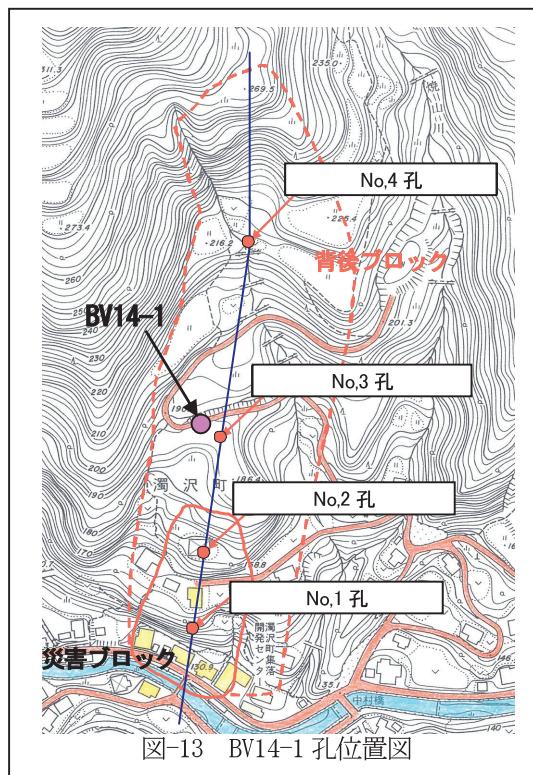


図-13 BV14-1 孔位置図

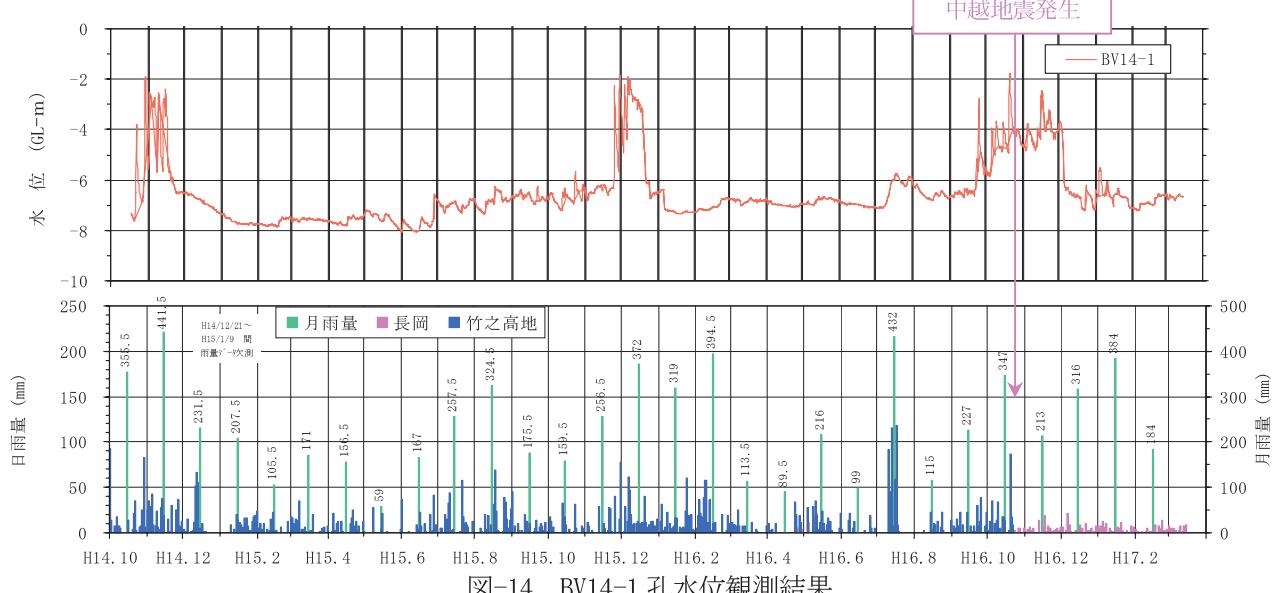


図-14 BV14-1 孔水位観測結果

表-4 BV14-1 孔における地震前後の水位変動

| 時期 | 水位変動幅 | 予想される水位変動の要因 |
|-------------------------|--------------------------|--|
| ①融雪～積雪前期 (4～9 月下旬) | 深度 5.8～7.3m (水位変動有り) | 降雨に敏感に反応し変動する。降雨によって多少水位上昇するが、積雪前期のような連続した供給はない。 |
| ②積雪前期 (9 月下旬～12 月上旬) | 深度 1.8～5.8m (激しい変動有り) | 多雨期にあたり、晴れの日がほとんどないため、常に表流水の供給がある。 |
| ③積雪期 (12 月上旬～3 月頃) | 深度 5.6～7.2m (水位変動少ない) | 積雪期は地表面より表流水の地下浸透がほとんど休止するため水位変動少ない。 |

※緊地改第 3-17-00-90 号主柏崎高浜堀之内線緊急地方道（改築）水文調査委託から抜粋引用

4. 2 地すべり発生の素因・誘因

素因

- 地形的に集水地形であるほか、崩積土～風化岩内部の地下水は豊富である。さらに、地震前から観測している既往地下水位観測結果に示されるように地震発生前から地下水昇が認められた。

誘因

- 新潟県中越地震に伴う震度6強程度の地震慣性力の作用

今回の地すべりは直下型地震よって発生した。その後、融雪期～梅雨時期の地下水位上昇期に地すべり活動の活発化が懸念されたが、変位測定による観測結果では潜在変動程度あるいは変位の進展が認められない状況である。一方、斜面末端での湧水・沢部での流下水が恒常に確認できること、推定すべり面付近では揚水量が多いことが確認されていることから、地すべりブロックに作用する地下水は豊富であることが伺える。

現在は、地震動で動いた地すべりブロック内に開口亀裂が多く介在しているため降雨による浸透水が抜けやすく、すべり面に急激な有害地下水（間隙水圧）が作用しないため地すべり変動にまで至らないと考えられる。しかし、経年的な地下水変動が作用すれば、やがては開口クラック等の透水性のよい部分が目詰まりして透水性が悪くなり、すべり面に作用する間隙水圧が上昇して地すべり活動を活発化させる可能性がある。

5. 地すべり防止施設の検討

被災地における地すべり対策は、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。この緊急対策により、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。今後は、被災箇所の復旧にむけて以下のような地すべり対策工を施工する計画である。

1) 災害ブロック

県道閉塞、民家を全壊させた地すべり抑制を目的として以下の工法を適用する。

①横ボーリング工

以下の理由により横ボーリング工を適用する。

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

②アンカー付鋼管杭工

アンカー付鋼管杭工は、地下水排除工のみで計画安全率を満足させることができないため適用する。一般的な抑止工としては、「アンカー工」「鋼管杭工」が挙げられるが、経済性を考慮し、「アンカー付鋼管杭工」を適用する。

その他、抑制工としては、「排土工」「押さえ盛土工」が挙げられるが、

- ・排土工——背後ブロックの不安定化が懸念される。
- ・押さえ盛土工——地形的制約により効果的な盛土形状が得られないこと。

より除外した。

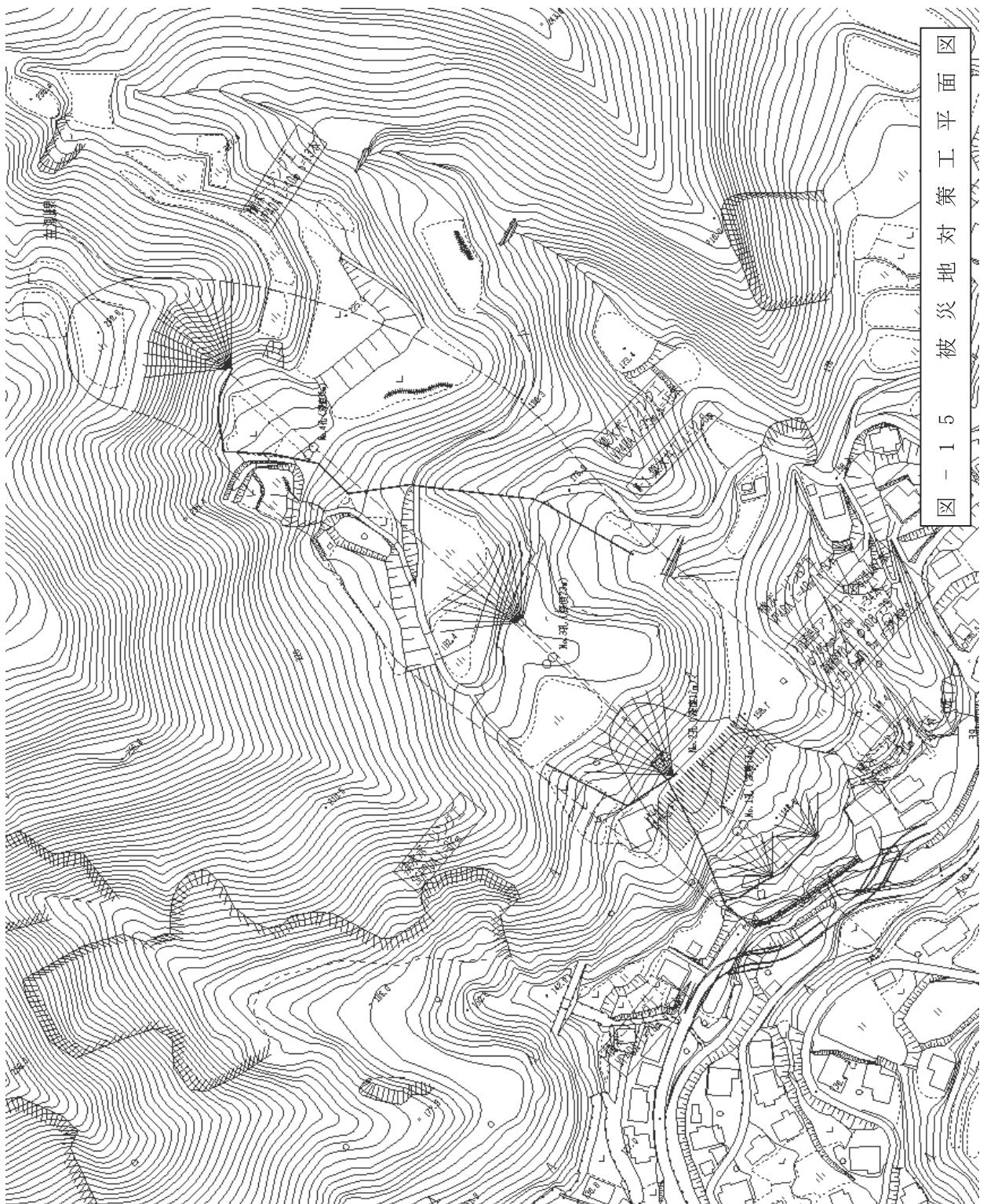
2) 背後ブロック

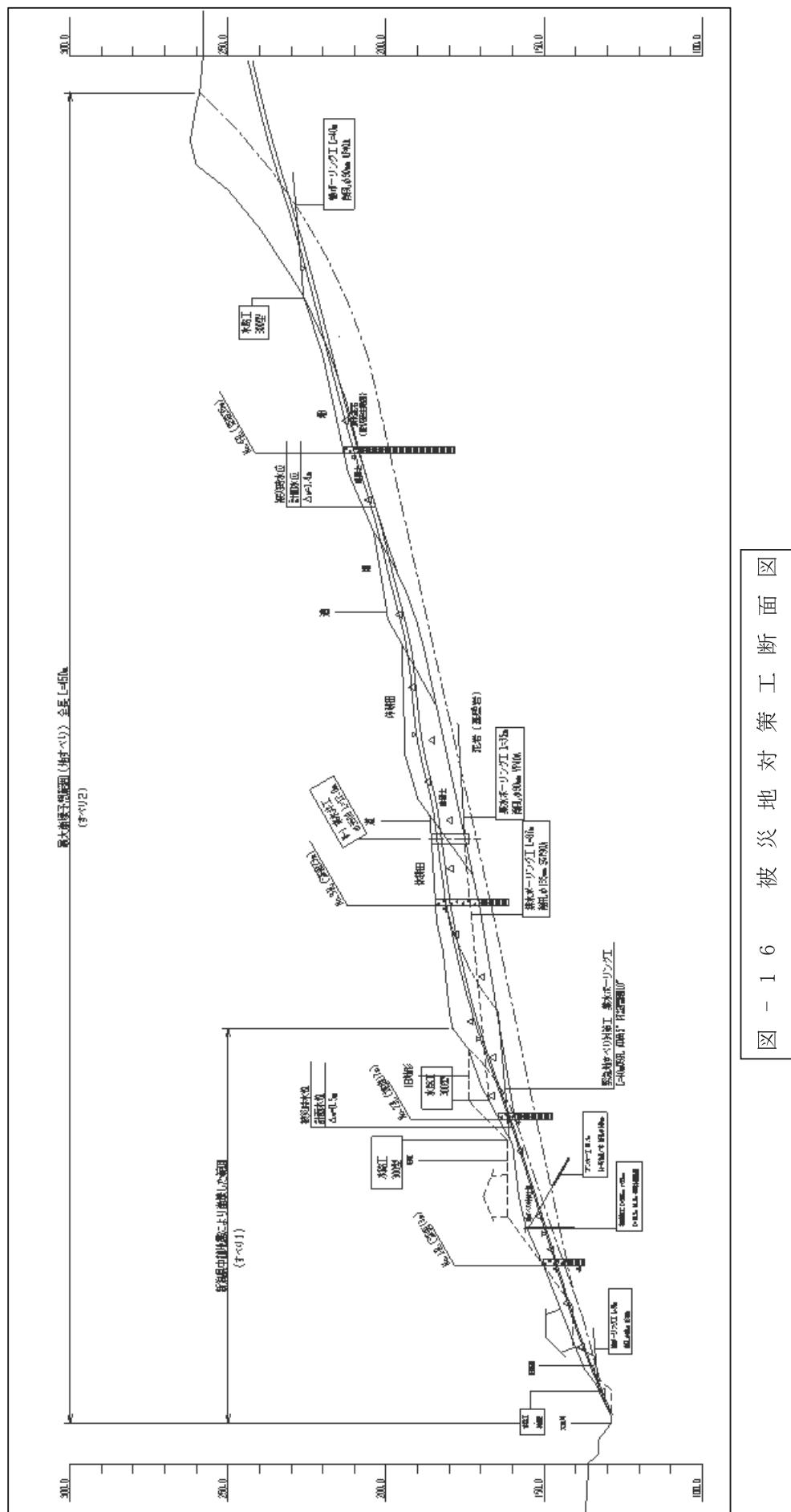
背後ブロックは、地震動によって多数のクラックが入り、不安定化が促進されたため、甚大な被害をもたらした災害ブロックに影響を及ぼす恐れがあるため以下に示す工法を適用する。

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する。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箇所において適用するものとする。

以上の方針に基づき検討した地すべり防止工を、図-15 に対策工の配置平面図、図-16 に配置断面図として示す。





圖一六 地災被對策工斷面圖

6. 今後の課題

濁沢地すべりは、中越地震による被災発生後 10 ヶ月が経過した。この間、迅速な復興を目指して調査・設計が行われ、現在は復旧対策工の施工が開始された状況である。

被災地は、地震時に大きく滑動したのに係わらず、19年ぶりの豪雪によりもたらされた融雪水、6 月下旬の豪雨（連続雨量 120mm 以上）によっても顕著な変位は確認されなかった。

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、単年度だけの季節変動では動かなかつたと考えることもできる。

これまで地震により発生した地すべりの事例や対策の考え方に関する論文は少なく、明瞭な指標を得ることはできていない。しかし、地震後数年経過して豪雨により崩壊した地すべりの事例も報告されている。これは、大きく滑動した（落ちきった）地すべり・斜面崩壊は別として、地震時に生じた地すべり地内の新しい亀裂によりこれまで地すべり面に作用していた間隙水圧が作用しなくなったが、経年の融雪・豪雨によってもたらされる地下水の作用により、この透水性が低下して長期的には不安定化すると考えるべきである。

したがって、観測により地すべり挙動を十分に監視しながら、必要に応じて追加調査ならびに対策工を実施していく必要があると考える。

<引用・参考文献>

- ・ 地質調査所(1991) 地域地質研究報告 5 万分の 1 地質図幅「長岡地域の地質」
- ・ 新潟県長岡地域振興局地域整備部 (2001)

平成 13 年度 ⑬柏崎高浜堀之内線地方特定道路整備（改築）地質調査報告書

- ・ 新潟県長岡地域振興局地域整備部 (2003)

平成 15 年度 ⑬柏崎高浜堀之内線緊急地方道（B タイプ・改築）水文調査委託報告書

- ・ (社) 日本地すべり学会新潟支部 (2005)
新潟県中越地震と地すべり－その 1 災害調査報告会－ 資料
- ・ 新潟大学 (2004) 中越地震新潟大学調査団ホームページ

地すべり学会現地検討会

油夫川地すべり

中越地震により発生した地すべりの被害と発生機構

目 次

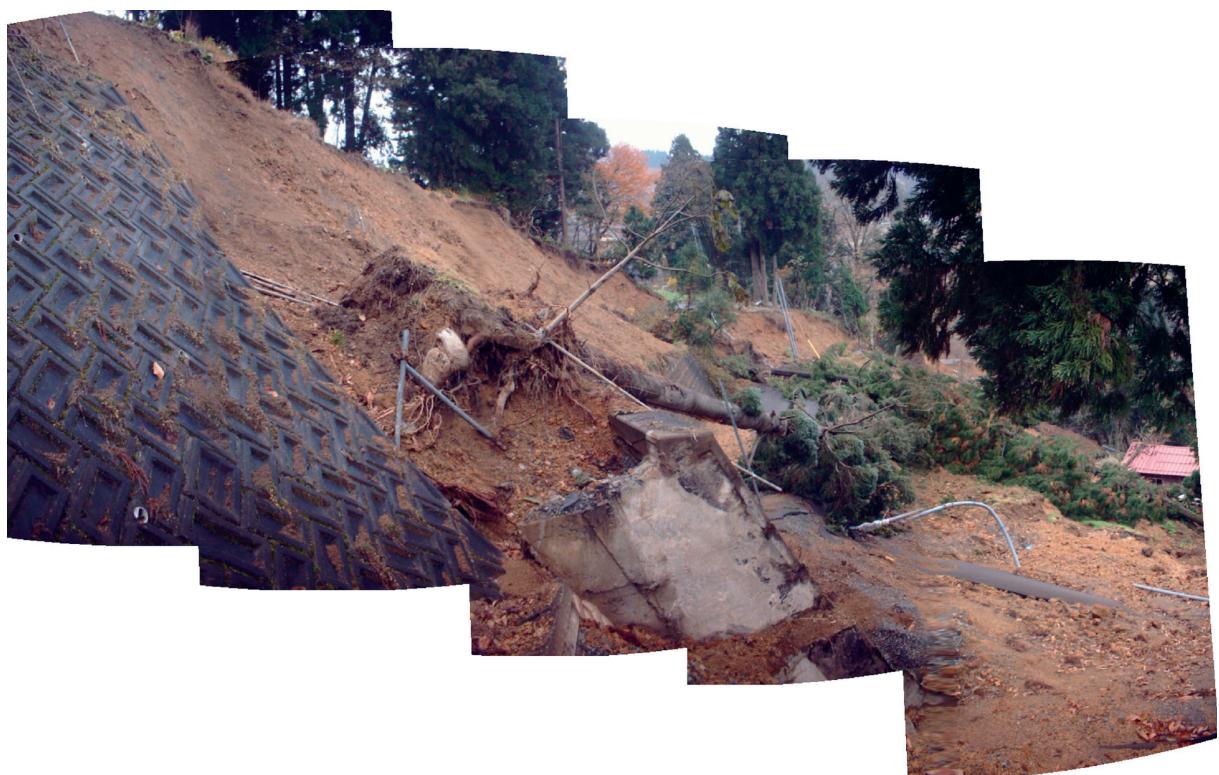
| | |
|----------------------|----|
| 1. 油夫川地区の概要..... | 40 |
| 1 - 1 位 置..... | 40 |
| 1 - 2 地 形..... | 41 |
| 1 - 3 地 質..... | 42 |
| 2. 地すべり状況..... | 44 |
| 3. 調査結果..... | 49 |
| 3 - 1 調査ボーリング結果..... | 49 |
| 3 - 2 地すべり観測結果..... | 53 |
| 4. 地すべり発生機構..... | 60 |
| 5. 地すべり防止施設の検討..... | 61 |
| 6. 今後の展望..... | 64 |



油夫川地区全景写真（平成 16 年 11 月 25 日撮影）



油夫川地区全景写真（平成 17 年 7 月 20 日撮影）



Aブロック頭部滑落崖（平成16年11月25日撮影）



Aブロック内の倒壊家屋（平成16年11月25日撮影）



B ブロック内の倒壊家屋（平成 16 年 11 月 25 日撮影）



地すべりで大きく変形した土留工（平成 17 年 5 月 2 日撮影）



Cブロック上部の被災状況（平成16年11月25日撮影）



Cブロック側部道路の被災状況（平成16年11月25日撮影）



F～Gブロックの被災状況（平成17年5月31日撮影）



Gブロック内の傾動した田面
(平成17年5月31日撮影)



A～Gブロック末端部の状況
(平成17年5月2日撮影)



Hブロックの被災状況（平成17年5月31日撮影）

1. 油夫川地区の概要

1-1 位置

「油夫川地区」は、新潟県長岡市大字古志竹沢（旧山古志村大字竹沢）地内に位置する。

「油夫川地区」を含む周辺斜面は、国土交通省所管の「油夫川地すべり防止区域」(S36.5.18、建告第 1065 号) に指定されており、地区内の中心には、砂防指定河川「油夫沢川」が流れている。「油夫川地区」は、油夫沢川の右岸斜面に当たる。

周囲は、以下に示すように、多くの地すべり防止区域に指定され、地すべり常襲地域として知られている。

「朝日川」、「虫亀」、「細声」（以上、国土交通省所管）

「金倉」、「下平」、「東虫亀」（以上、農村振興局所管）

「首沢」（林野庁所管）

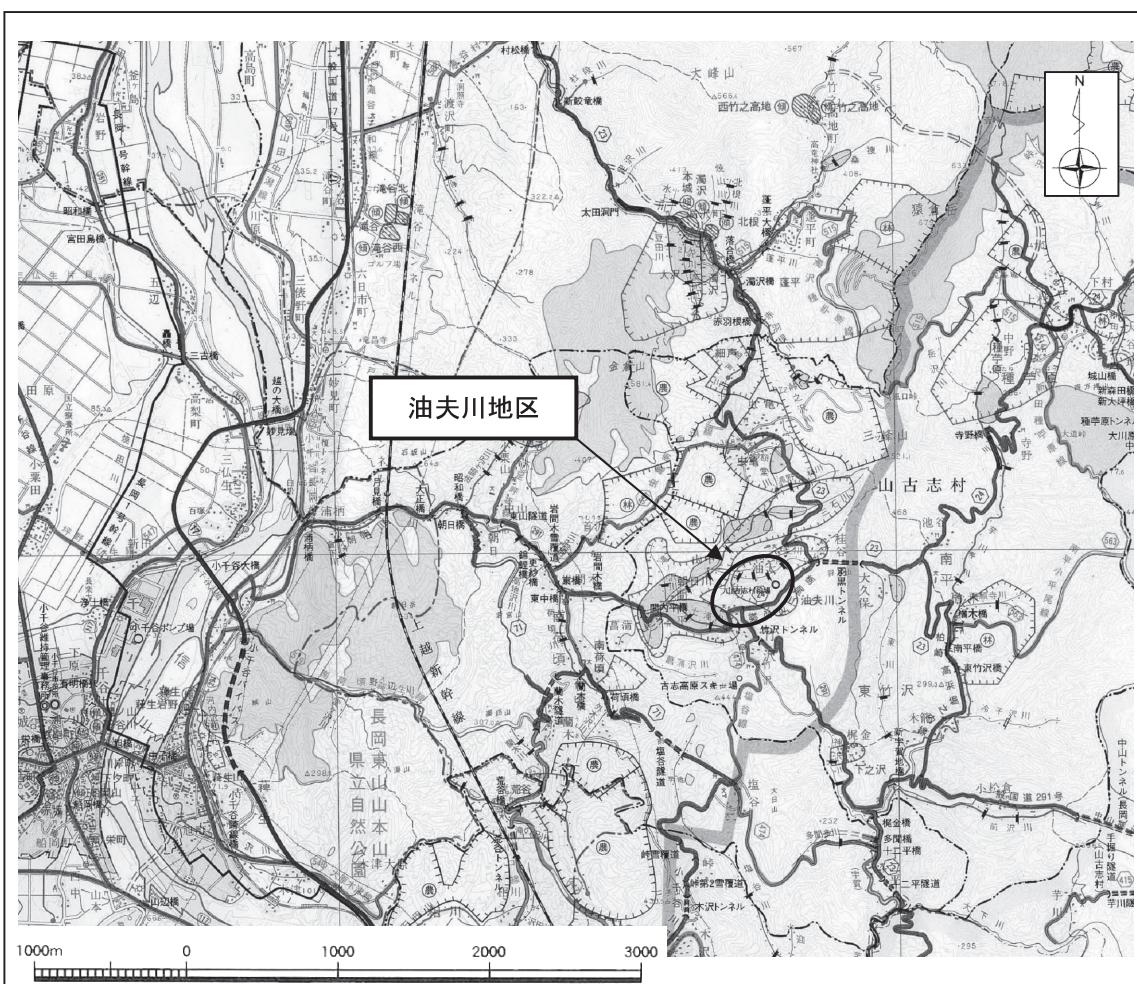


図-1 位置図（「長岡地域振興局管内図」）

1－2 地 形

周辺の地形は、後述する東山複背斜構造によって規制されていることが特徴であり、主要な稜線の伸長方向は NNE～SSW 方向で、褶曲軸の伸長方向とほぼ一致している。旧山古志村は猿倉岳～風口峠～三ツ峰山が連なる稜線により、東側と西側に分けることができ、東側は芋川流域、西側は朝日川流域となっている。



図－2 調査地周辺地形図（縮尺＝1:25,000）

(1:25,000 地形図「半蔵金」「小平尾」より抜粋)

1-3 地質

当地区に分布する地質は、新第三紀鮮新世～中新世の荒谷層（新潟油田標準層序では、椎谷層に相当する）で、岩相は暗灰色ないし黒色の塊状泥岩を主体とし、処々に砂岩及び火碎岩の薄層を挟在する。泥岩は概ね塊状無層理で、砂岩や火碎岩挟在部以外は走向傾斜を判別し難い場合が多い。また、風化によって細片化しやすい性質を有している。

次に、当地区を含む東山丘陵地帯の地質構造は、NNE～SSW 方向に伸びる褶曲構造が発達し、複数の背斜構造や向斜構造、断層がほぼ平行に配列する（東山複背斜構造）。その中で、当地は東山背斜（地質図幅「長岡」では荒谷背斜と記載）の東部に位置しており、走向傾斜は NW～SE 方向の走向で、10～15° 程度南に傾斜する。

斜面の傾斜方向と地層の傾斜方向はほぼ一致しており、地質構造に対し、斜面は流れ盤構造となっている。

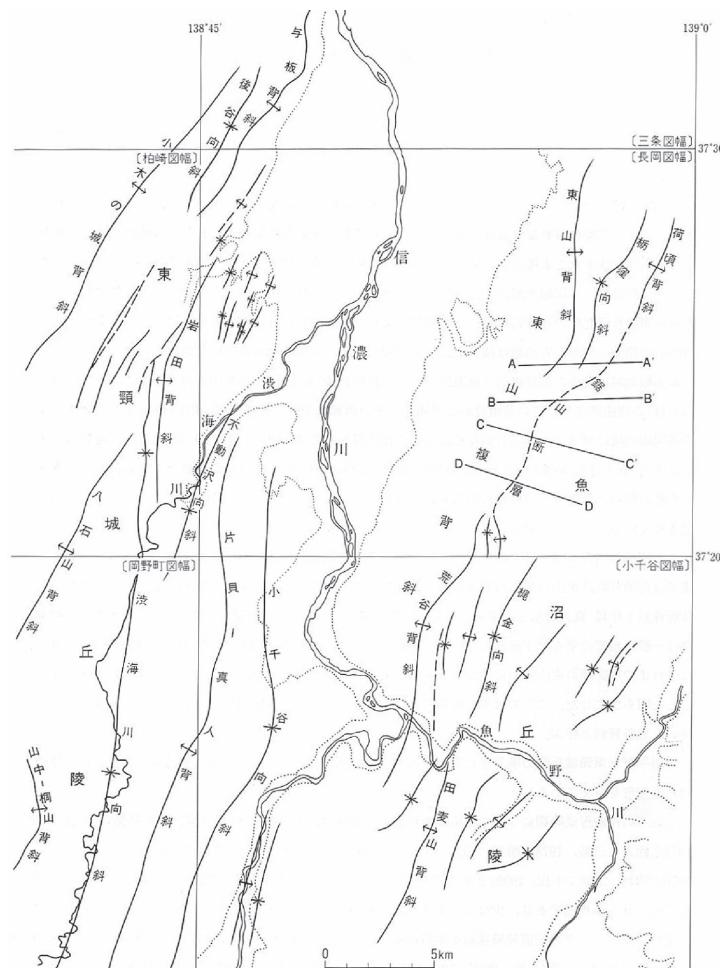


図-3 長岡図幅及び周辺地域の地質構造図

(地域地質研究報告 5万分の1 地質図幅 新潟(7)第38号

「長岡地域の地質」 p.58、平成3年、地質調査所より引用)

例凡

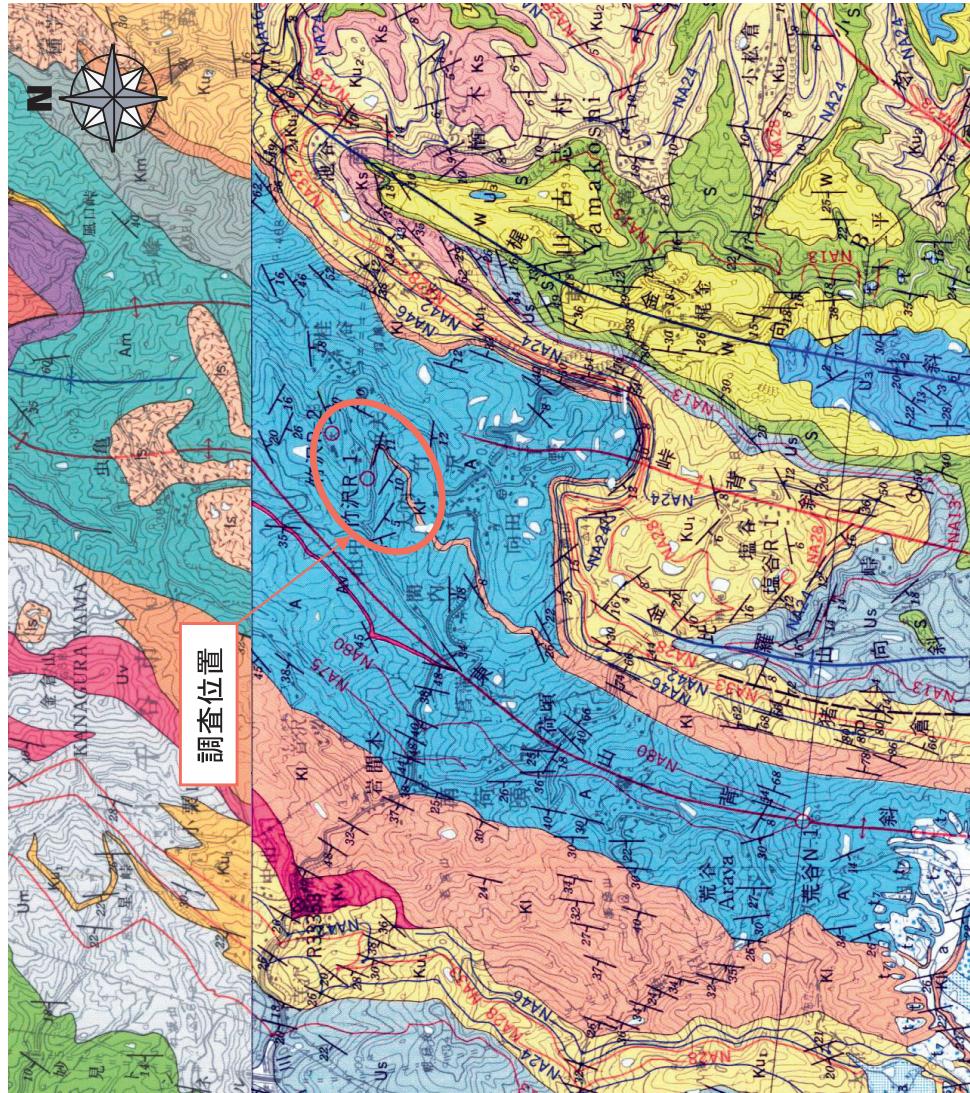
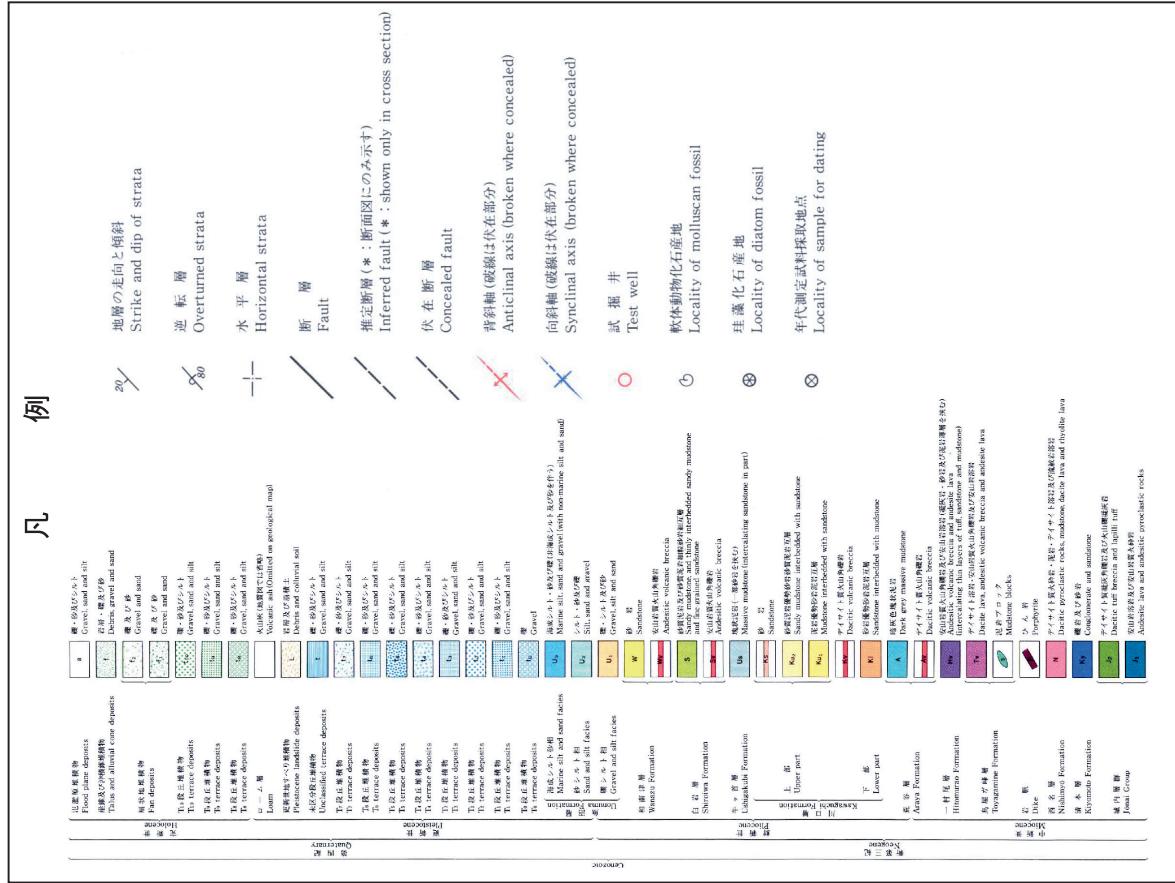


図-4 油夫川地区周辺地質図（縮尺=1:50,000）

2. 地すべり状況

油夫川地区は、昭和36年に地すべり防止区域に指定され、平成13年まで地すべり防止事業が実施された。

油夫川地区は、油夫沢川の上流域に当たり、川に面した左右岸斜面及び源流域斜面が防止区域となっている。地すべりブロックは、これらの斜面に分布しているが、地すべり防止工事は、主として左岸斜面から源流域斜面で実施されてきた。右岸斜面では、水路工や土留工が一部で施工されていたが、地下水排除工は未施工であった。調査地である油夫川油夫地区は、この油夫沢川右岸斜面である。

◎震災前地形

既平面図（図-5）から、震災前の油夫川油夫地区の地形を概観すると、以下のようになる。

標高約260～270mの尾根から油夫沢川（標高200～150m付近を流下）に向かう地表傾斜10～15°程度の単斜面で、斜面上部から中段部はやや急傾斜、下部は緩傾斜となる。尾根頂部は段丘状の平坦な地形が拡がり（一部、人工的な盛土）、また、標高240m付近の斜面中段部にも、平坦面が分布する。これらの平坦な地形には、油夫集落が形成されている（保全対象：人家19戸、山古志中学校、役場資料庫）。

一方、尾根直下は馬蹄形の滑落崖状をなす急崖地形が連続し、古い地すべり地形を呈することから、上記の中段平坦面は、古い時代の地すべり活動によって形成されたものと考えられる。中段平坦面より下方斜面では、棚田や畑、養鯉池が連続し、地表傾斜は緩くなる。

斜面内の地すべり地形は、図-5の平面図に示すように、①～④の4ブロックに区分できる。

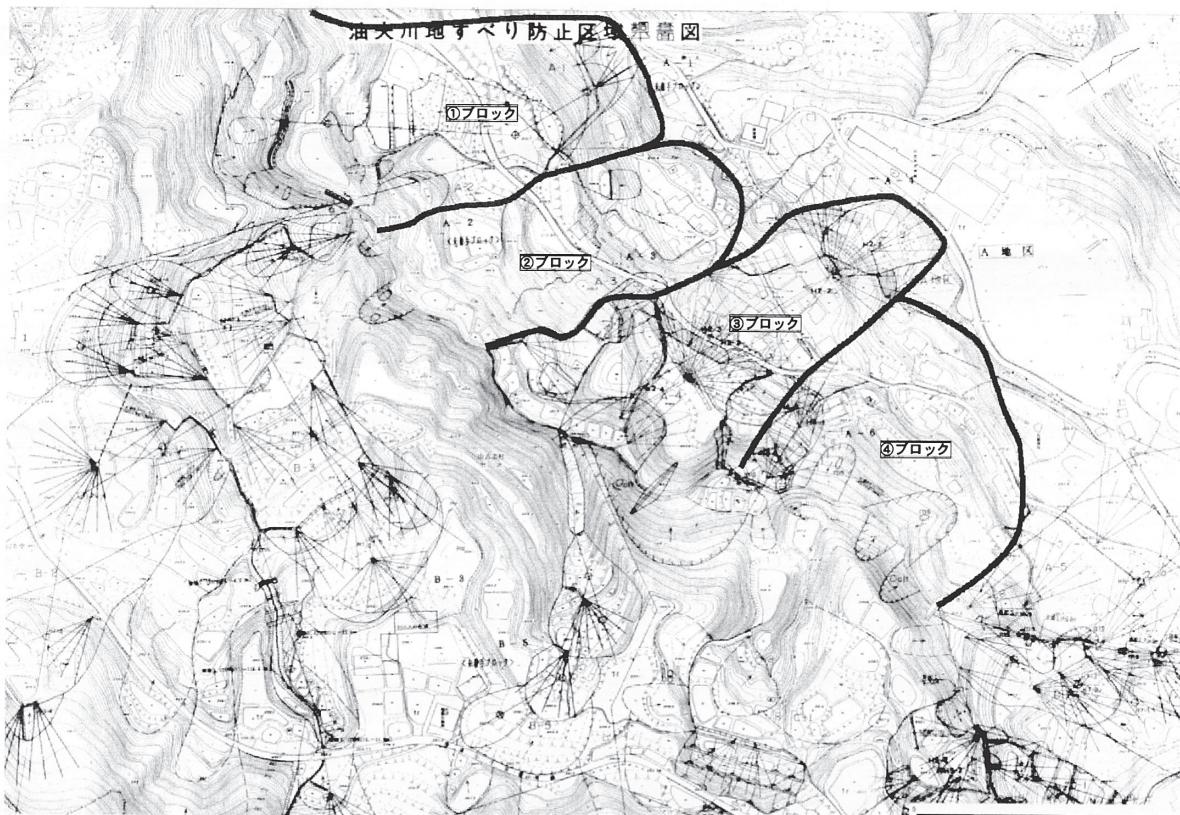


図-5 油夫川地区震災前平面図

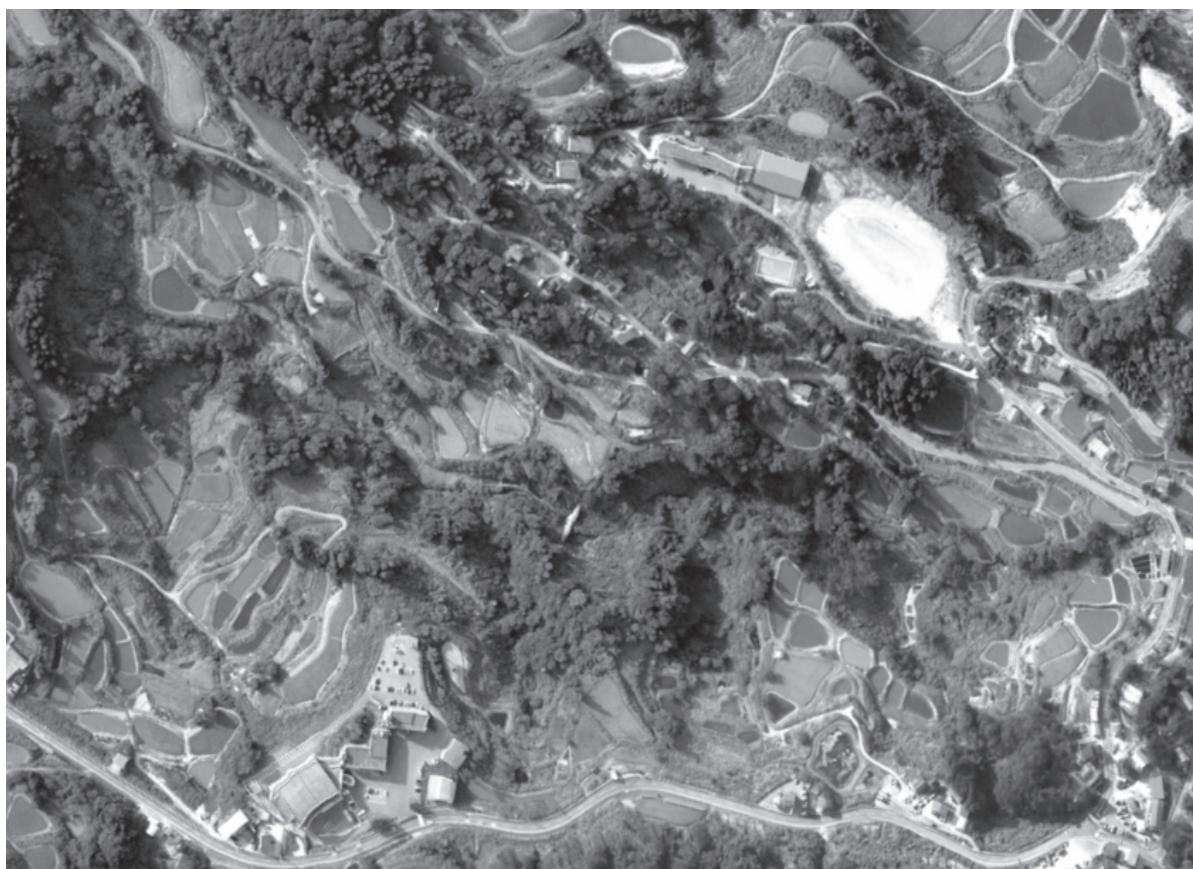


写真-1 油夫川地区震災前空中写真（平成13年撮影）

◎震災後地形

平成 16 年 10 月 23 日 17:56 に、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、旧山古志村竹沢地区では、震度 6 強を観測した。地震は、その後、短時間に震度 5~6 級の余震が頻発し、これら一連の地震活動によって、各地で崩壊や地すべり災害が発生した。油夫川地区においても、油夫沢川に向かう斜面で複数の地すべりが発生し、人家の倒壊や道路の寸断、油夫沢川の埋塞等の甚大な被害が生じた。特に、油夫沢川右岸斜面では、斜面の中段以下はほぼ全域で地すべりが発生した他、斜面頂部の山古志中学校校舎やグラウンドにも亀裂や段差が生じ、斜面のほぼ全域に地表変状が確認された。このため、右岸斜面全体で災害関連緊急地すべり対策事業「油夫川油夫地区」が採択された。一方、油夫沢川の左岸斜面や桂谷集落が位置する源流部では、単発的な崩壊や地すべりの発生（災害関連緊急地すべり対策事業「油夫川羽黒口地区」「油夫川竹沢地区」）はみられるものの、右岸斜面のように斜面全体に及ぶような変状はみられていない。

油夫川油夫地区内で特に移動が大きかった範囲は、図-6 の平面図において、A~H ブロックに区分した範囲である。また、亀裂や段差が生じるなどの地表変状がみられた範囲を囲むと、尾根部の山古志中学校とそのグラウンドから、油夫沢川までのほぼ斜面全域に及び、その規模は、

幅 約 750m、長さ 約 300m、推定土塊量 約 360 万m³

と推定される。

今回大きく滑動したブロックは、それぞれ、明瞭な滑落崖が形成され、複数の地すべりブロックが、側部を接して並列する。各ブロックの頭部は、尾根直下または中段平坦面直下であり、末端部は油夫川へ達しているものと考えられ、それぞれの規模は以下の通りである。

A ブロック 幅 約 130m、長さ 約 230m

B 下段ブロック 幅 約 100m、長さ 約 150m

C ブロック 幅 約 100m、長さ 約 165m

D ブロック 幅 約 60m、長さ 約 120m

E ブロック 幅 約 50m、長さ 約 100m

F ブロック 幅 約 100m、長さ 約 200m

G ブロック 幅 約 80m、長さ 約 170m

H ブロック 幅 約 70m、長さ 約 120m

この中で集落近隣の主要ブロックは A~C ブロックであり、それらの活動状況は以

下の通りである。

Aブロックは、尾根付近を頭部として、油夫沢川まで達する。頭部には落差 15~20m の明瞭な滑落崖が形成され、ブロック内は至る所に亀裂や段差が生じ、地表の乱れが著しい。地すべり土塊は油夫沢川に押し出してこれを閉塞し、上流側には湛水池が形成されている。

B下段ブロックは、斜面中段平坦面の端部付近を頭部滑落崖とする地すべりブロックで、Aブロックに比べ、規模は小さくなっている。Aブロックと同様に、頭部には落差 10~15m 程度の明瞭な滑落崖が形成され、ブロック内は地表の乱れが著しく、末端部では地すべり土塊の押し出しにより、油夫沢川で湛水池が形成されている。

Cブロックは、山古志中学校へ通じる村道谷側斜面を頭部とする地すべりブロックで、落差 10m 前後の滑落崖が形成されている。ブロック内は、A, Bブロックと同様に地表の乱れが著しい。

一方で、B下段ブロック滑落崖より上部斜面においては、多くの家が立地する平坦面から山古志中学校の立地する尾根部にかけて、処々に亀裂や段差はみられるものの、移動量的には小さいものとなっている。特に、人家が立地する平坦面は、道路や人家の傷みも軽微であるため、集落内に入ると、地震の被害はあまり受けていないかのように見える。しかし、対岸から斜面を概観すると、AブロックとCブロックが尾根近くまで大きく移動しているのに対し、B下段ブロックは斜面中段以下が大きく移動していることから、B下段ブロックより上方斜面はA, Cブロックに挟まれて、落ち残っていると考えられ、今後、地すべり活動が活発化することが懸念される。

また、各地すべりブロックの移動方向は、全て油夫川に斜交する形でやや下流側へ向いているものと推定される。この方向は、地層の傾斜方向と一致することから、これらの地すべりは流れ盤型地すべりである。

| | |
|---------------|--|
| 被災状況 | 被災家屋 住家全壊 5戸 |
| (当該地すべりによるもの) | 被災道路延長 村道 750m、農道 460m 河川延長 油夫沢川 500m |
| | 治山治水施設 3基 |
| | 水田、畑、養鯉池 |

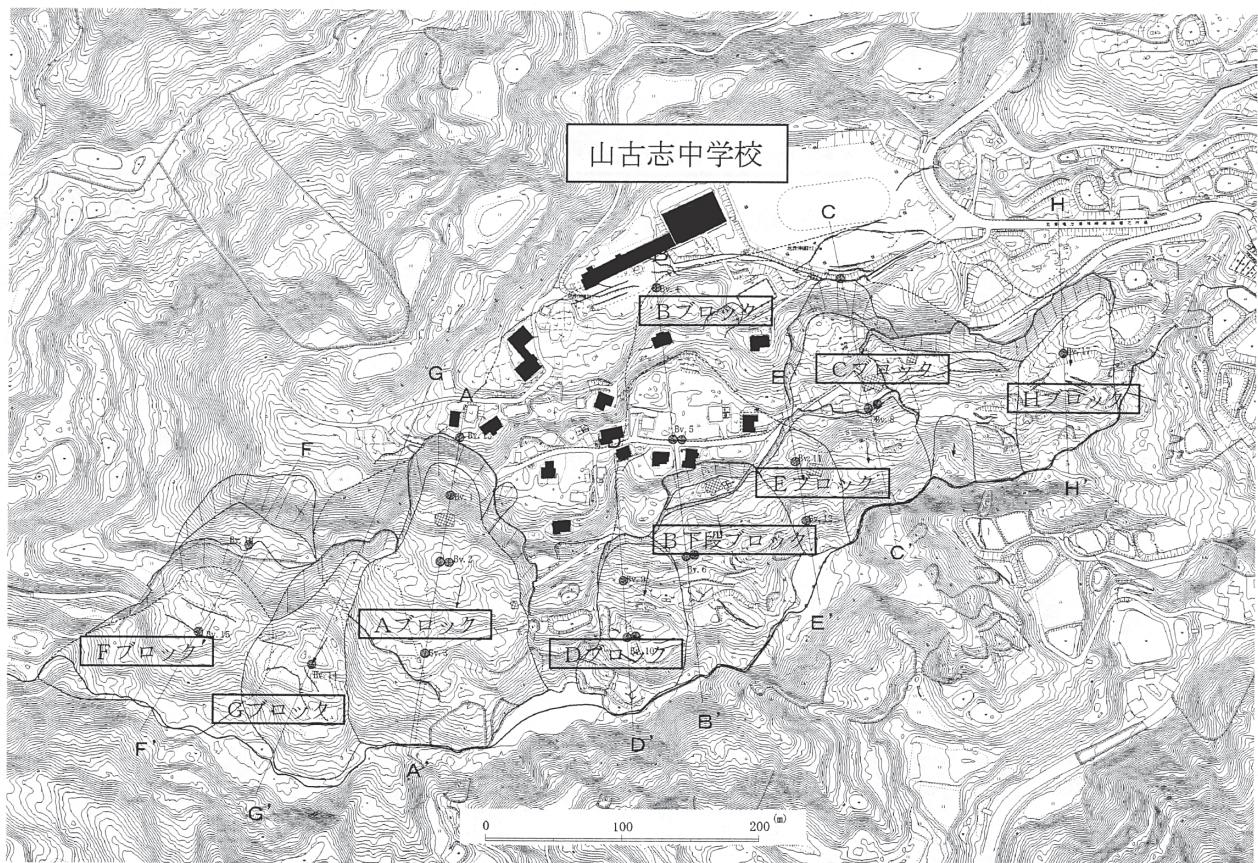


図-6 油夫川地区震災後平面図



写真-2 油夫川地区震災後空中写真（平成16年10月28日撮影）

3. 調査結果

3-1 調査ボーリング結果

調査ボーリングは、図-6の平面図に示す位置で、

コアボーリング 17孔

ノーコアボーリング 5孔（標準貫入試験実施）

を実施した。

◎地質構成

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。

当地の基盤である荒谷層の泥岩は、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っている。

特に、地すべりブロック内に位置する調査孔では、風化部内に著しく破碎されたり軟質化の顕著な部分を挟んでおり、このような部分がすべり面の候補となる箇所である。

◎すべり面の判定

すべり面の判定では、

流れ盤型地すべりであること

頭部は滑落崖や段差地形が形成されていること

末端部は油夫川に押し出していること

をふまえ、地層傾斜に沿った直線的なすべり面形状を有すると想定した中で、安全側を考慮し、上記の強破碎部や軟質部分から、風化部と新鮮部の境界となるような最深部分をすべり面として判定した。

◎地下水状況

調査時に実施した簡易揚水試験の結果、地下水の賦存状態は、孔毎にばらつきが大きいことが判明した。

地すべりブロック内の調査孔では、地下水は主にすべり面以下に存在する。揚水量としては1.5~3(ℓ/min)程度で、明瞭な被圧傾向は見られない孔が多い。これに対して、移動土塊内は漏水がみられるため、地下水位が低く、地下水の賦存も少なくなっている。ただし、A~Cブロックの側部に当たるD・Eブロックは、移動土塊内～すべり面付近に3~4(ℓ/min)程度と多くの地下水が賦存する。これより、地下水はブロックの側部に集水している状況が窺われる。

一方、地すべりブロックより上部の調査孔では、移動による破碎を受けていないため、風化部～新鮮岩内で、偏り無く地下水の賦存がみられる。

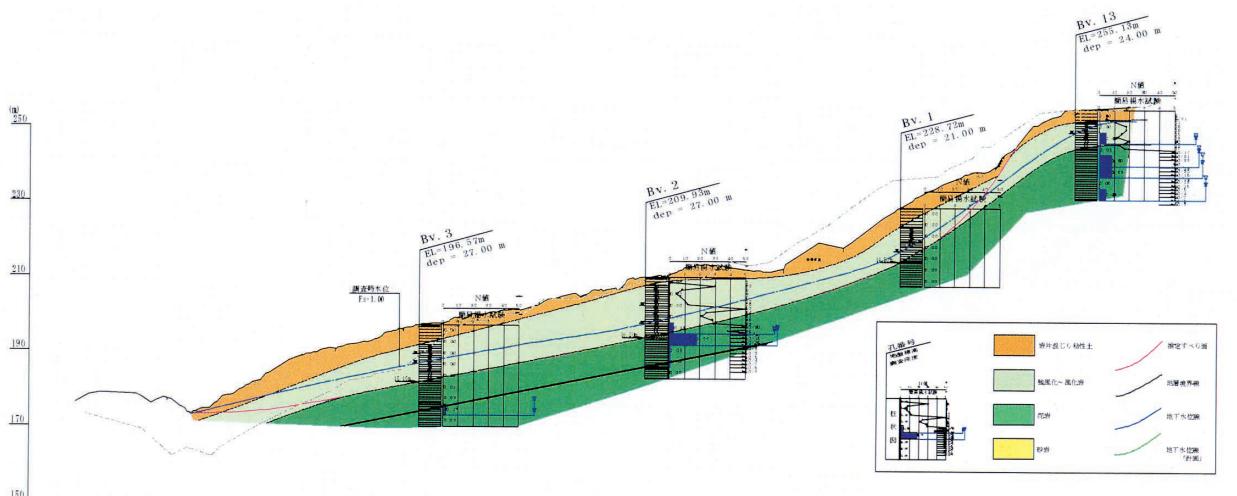


図-7 Aブロック地質断面図

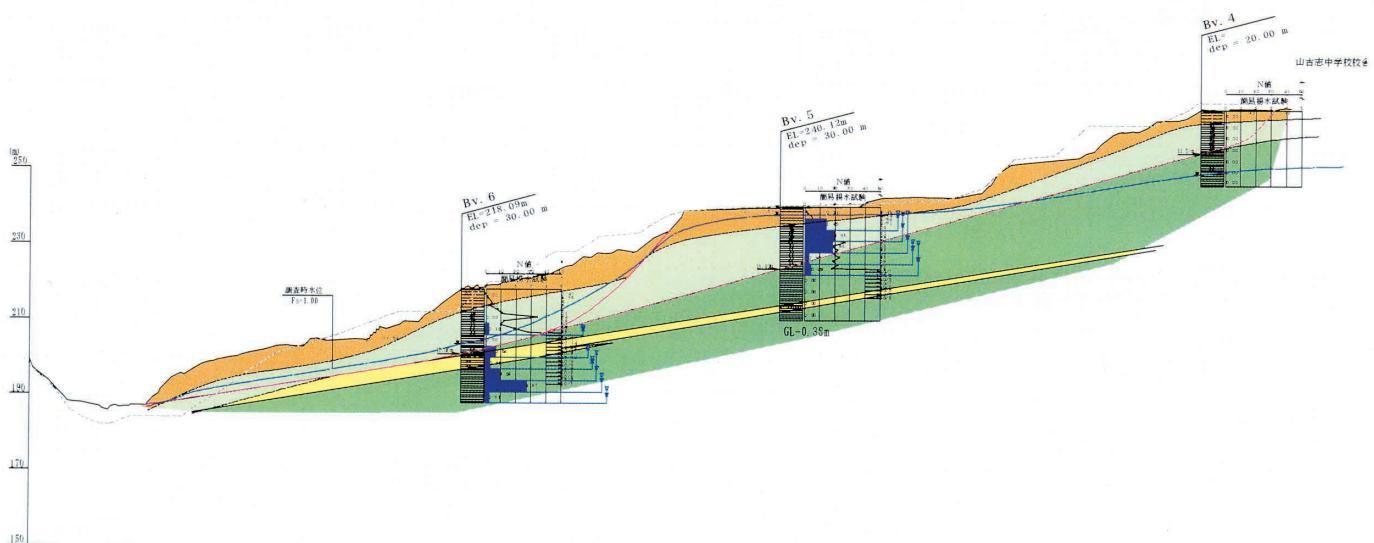


図-8 Bブロック地質断面図

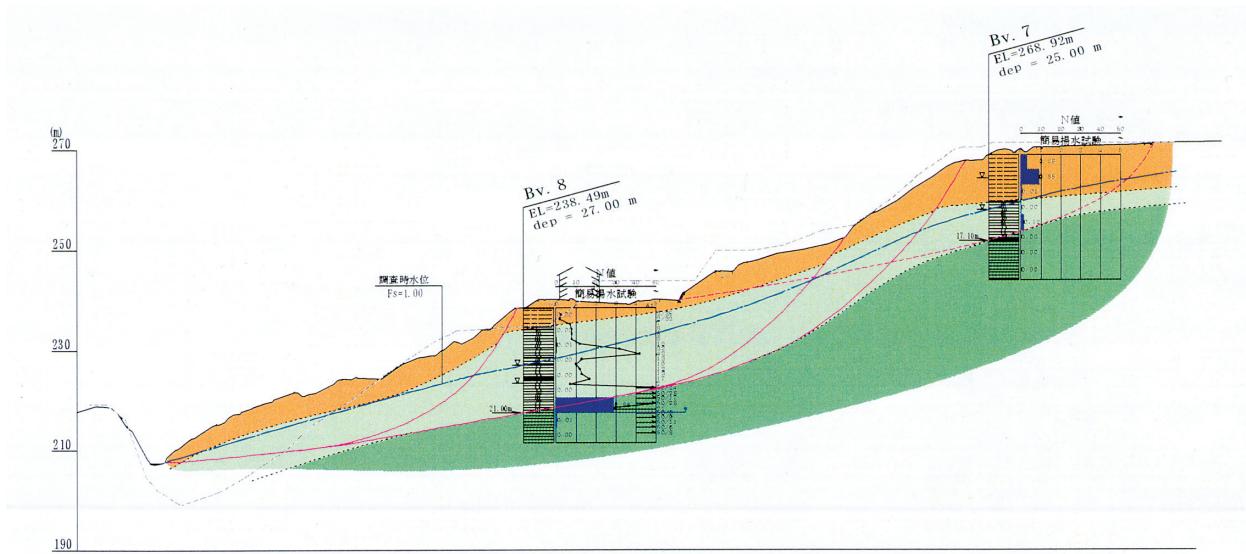


図-9 Cブロック地質断面図

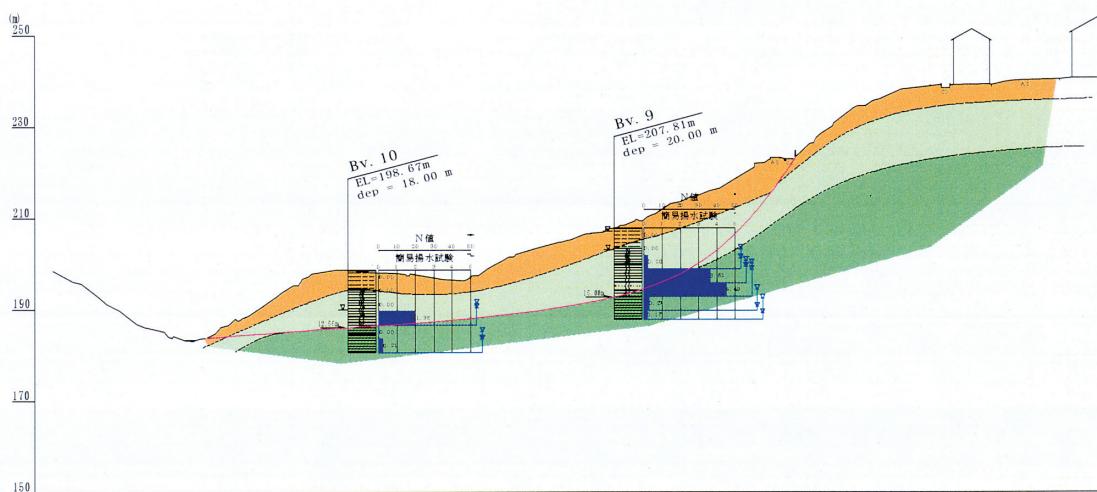


図-10 Dブロック地質断面図

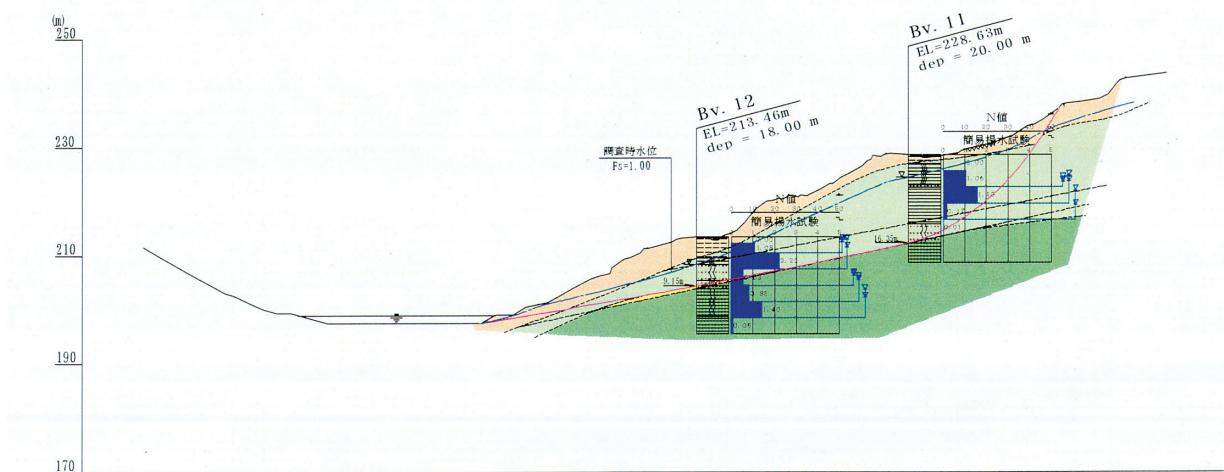


図-11 Eブロック地質断面図

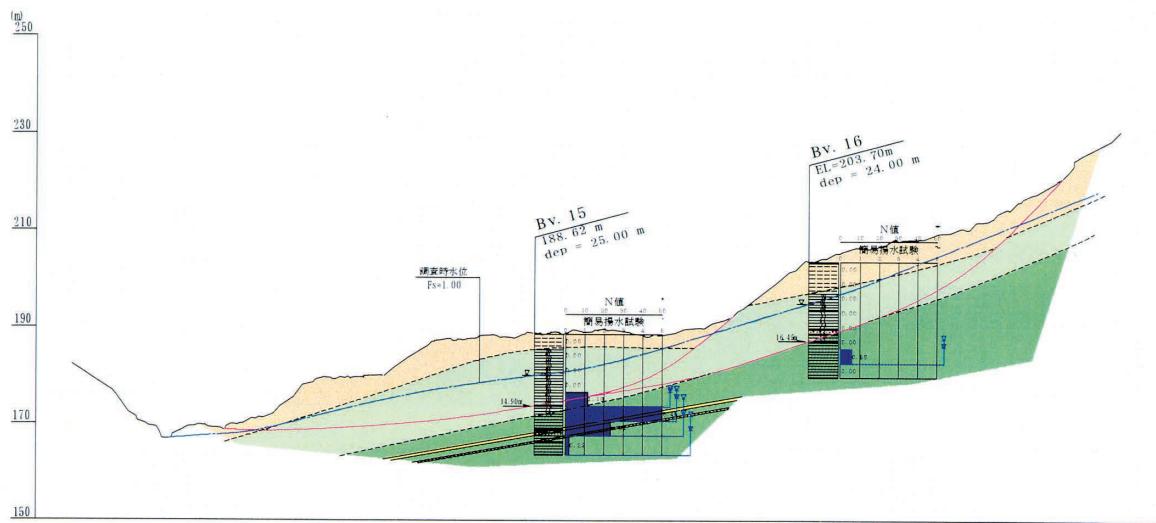


図-12 Fブロック地質断面図

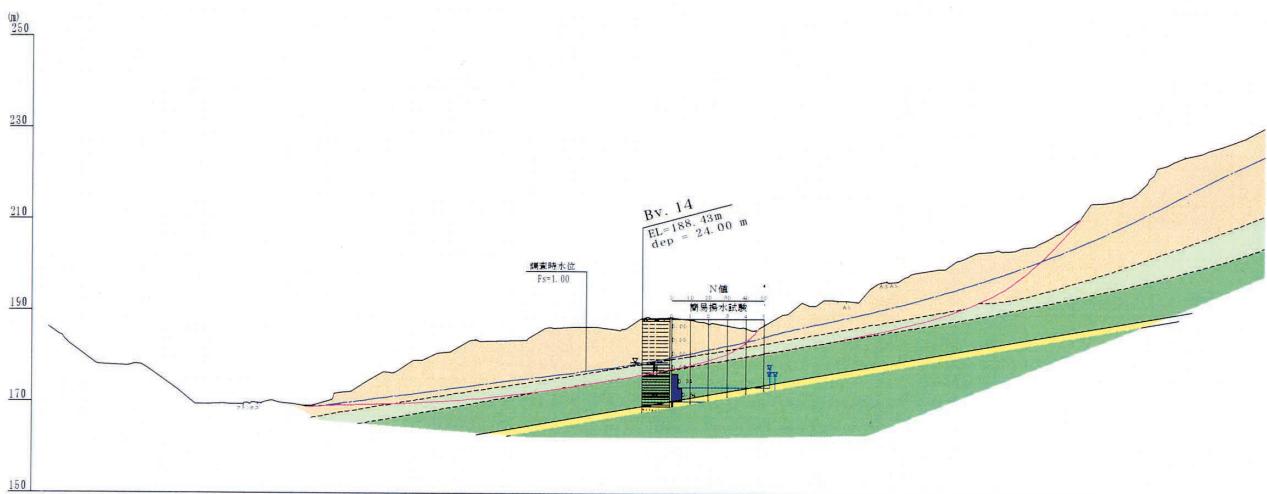


図-13 Gブロック地質断面図

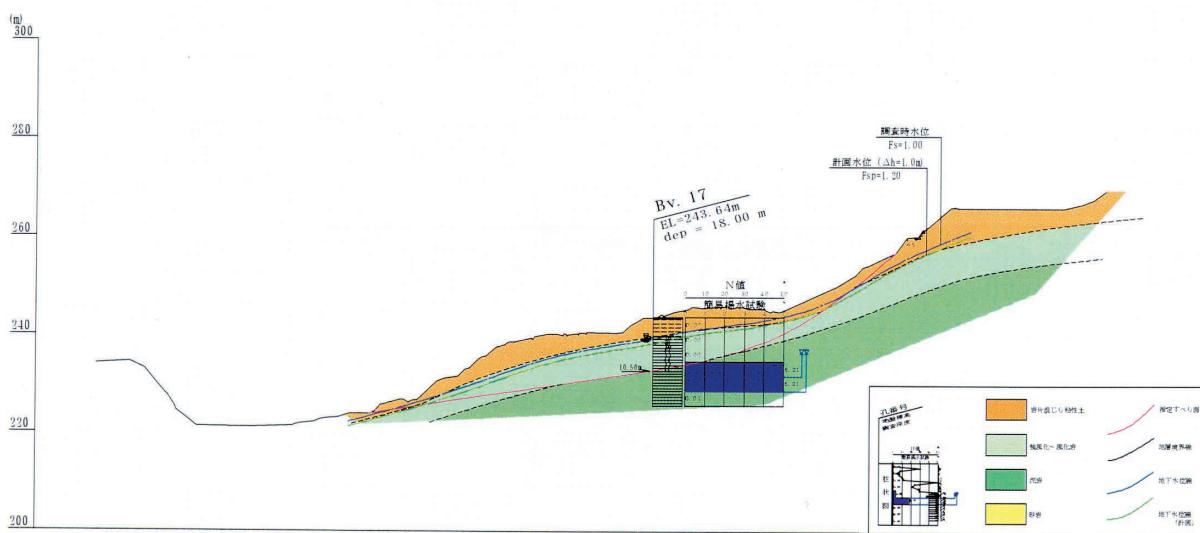


図-14 Hブロック地質断面図

3-2 地すべり観測結果

地すべり観測は、

- | | |
|-------|------------------|
| 地表伸縮計 | 2箇所（融雪後、5月10日～） |
| パイプ歪計 | 5孔（調査ボーリング完了後～） |
| 地下水位 | 17孔（調査ボーリング完了後～） |

を実施している。

◎ 地表伸縮計

設置位置 Bブロック上部の段差（中学校校舎前、伸縮計1）

Cブロック上部の段差（グラウンド内、伸縮計2）

観測結果 伸縮計 1 では、6/27～6/28 の間で 0.5mm、6/30 で 0.8mm の変動が確認されているが、地すべり活動を示すような明瞭な変動は認められない。

伸縮計2では、これまでの観測期間中で変動は確認されていない。

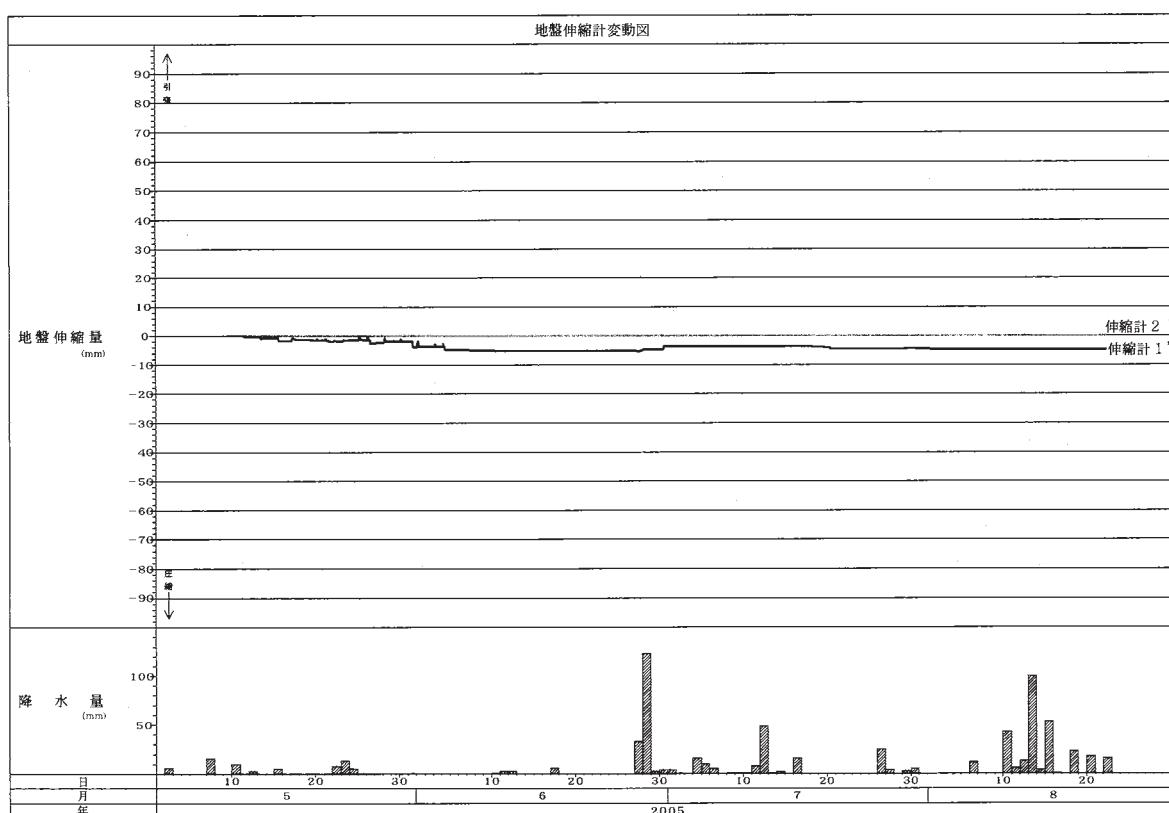


図-15 地表伸縮計変動図

◎ パイプ歪計

設置位置 Aブロック (Bv.2)

Bブロック (Bv.5、Bv.6)

Cブロック (Bv.8)

Dブロック (Bv.10)

観測結果 AブロックのBv.2号孔では、地すべり活動を示すような累積性を有する変動は現れていない。

Bブロックの内、Bv.5号孔の16mでは、6月28日～29日及び8月10日～15日に、20～30 μ S程度の歪変動が見られる。この深度は、すべり面付近に当たり、上記期間は豪雨があった期間に当たることから、地すべり性変動を捉えた可能性がある。

一方、Bv.6号孔の7m～8mでは、8月10日に80 μ S程度の歪変動が生じている。この深度は、粘性土層と風化岩層の地層境界に当たることから、突発的な変動が生じた可能性がある。

さらに、Bブロック側部のDブロックでは、Bv.10号孔の5mで8月10日～15日に、40 μ S程度の歪変動の累積が見られる。この深度は、粘性土層と風化岩層の地層境界に当たることから、地すべり性変動を捉えた可能性がある。

CブロックのBv.8では、6/28に突発的な変動が見られたが、その後は8月の豪雨時で変動は見られないことから、地すべり以外の要因による可能性が高い。

以上より、歪計ではBブロックで変動が見られる。いずれも歪量は小さいものであるが、累積性が見られるものもあり、今後、地すべり防止工事の施工優先度を考慮する必要がある。

◎ 地下水位

設置位置 調査孔全孔

観測結果 ほぼ全孔で、降雨と連動した地下水位の変化がみられる。特に、6月28日～29日及び8月10日～15日の豪雨時においては、水位上昇が顕著である。

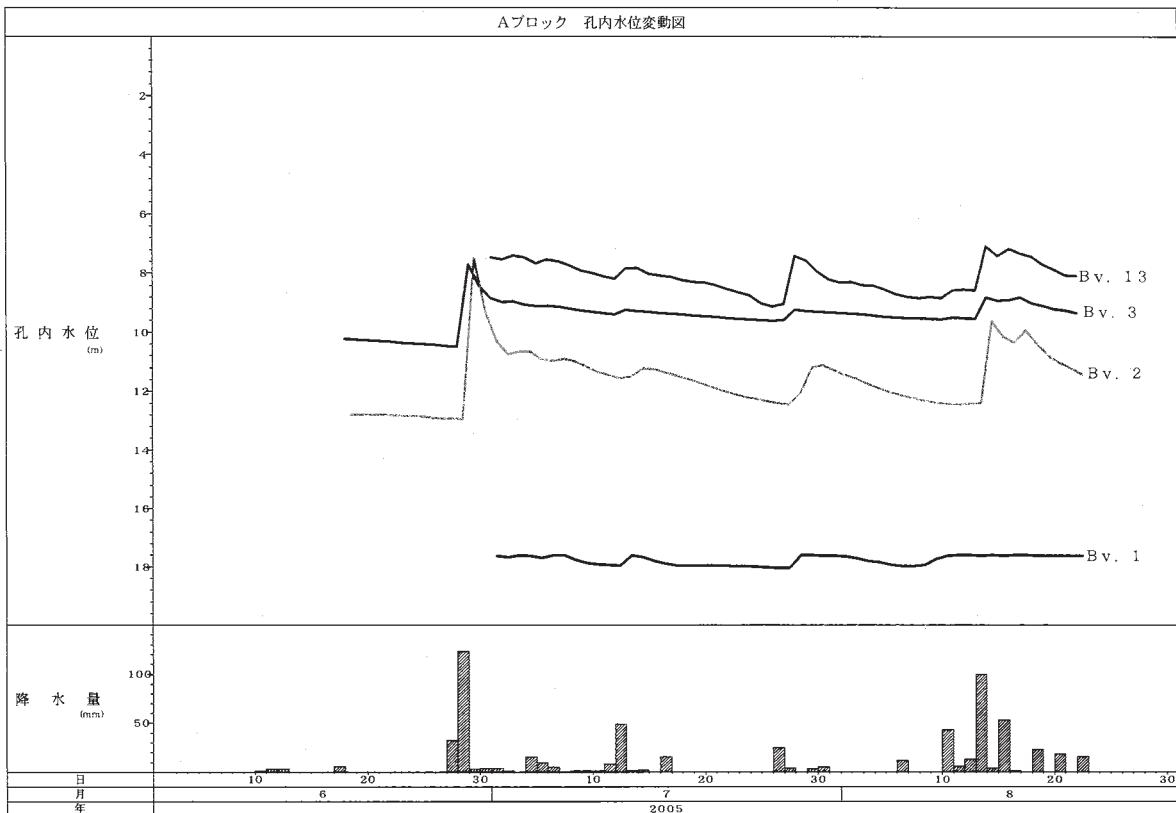


図-15 Aブロック地下水位変動図

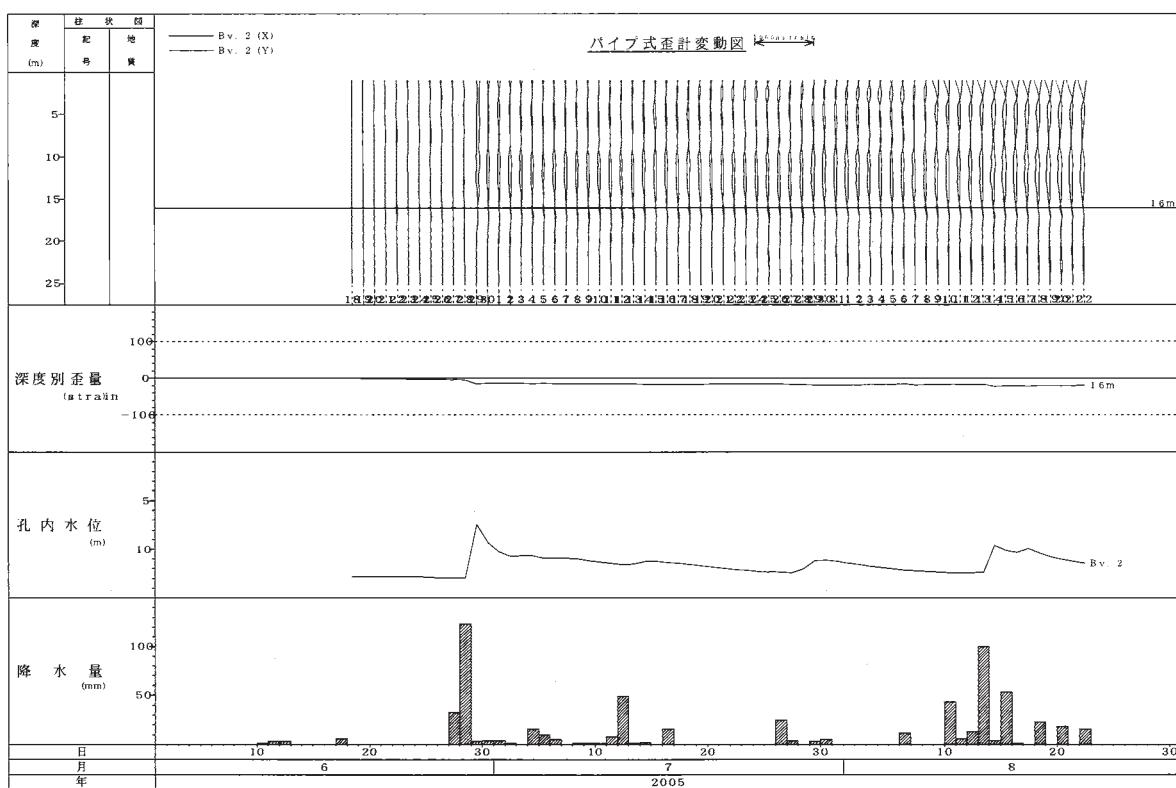


図-16 Aブロック (Bv. 2号孔) 歪変動図

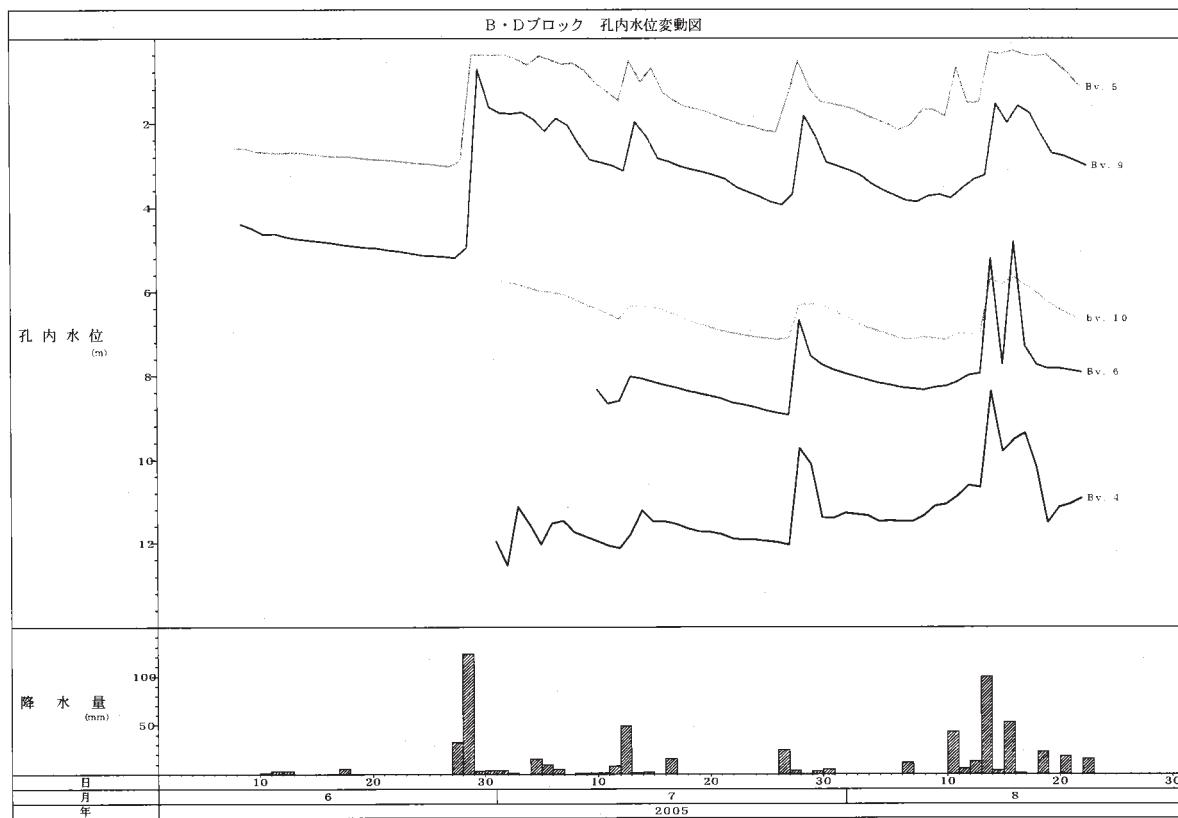


図-17 B及びDブロック地下水位変動図

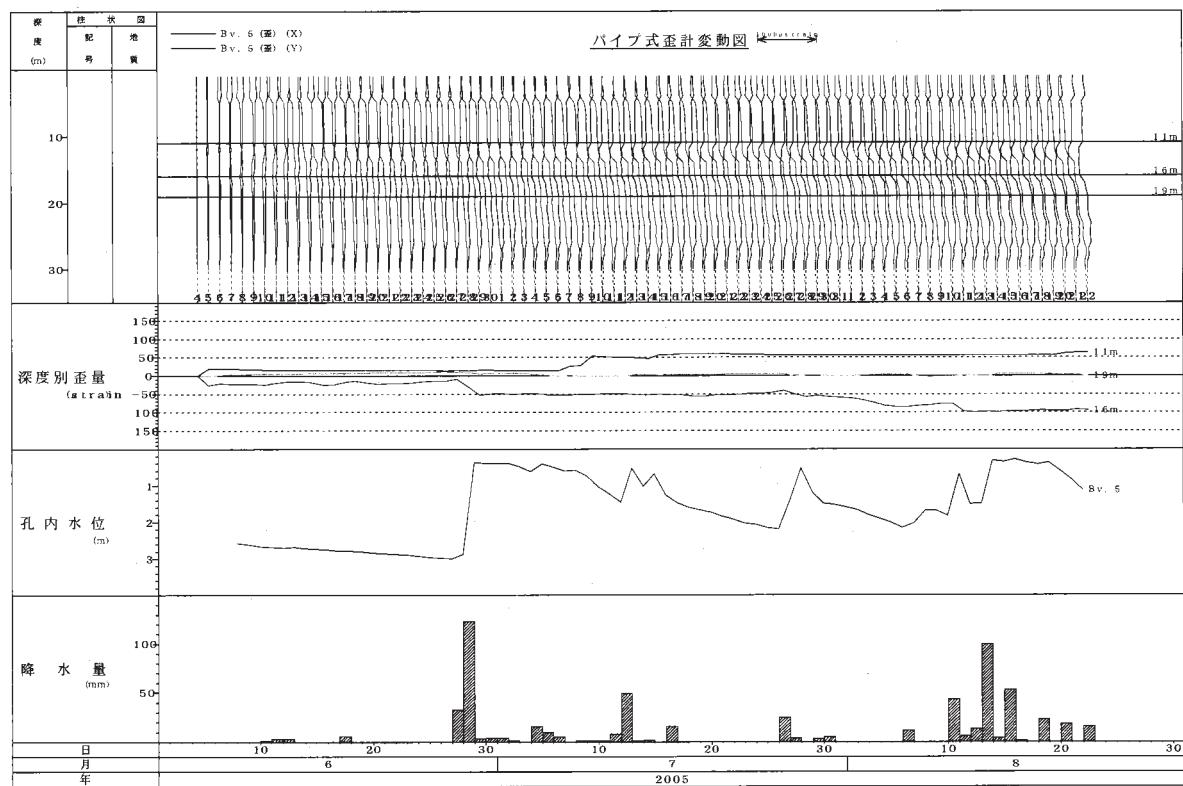


図-18 Bブロック (Bv. 5号孔) 歪変動図

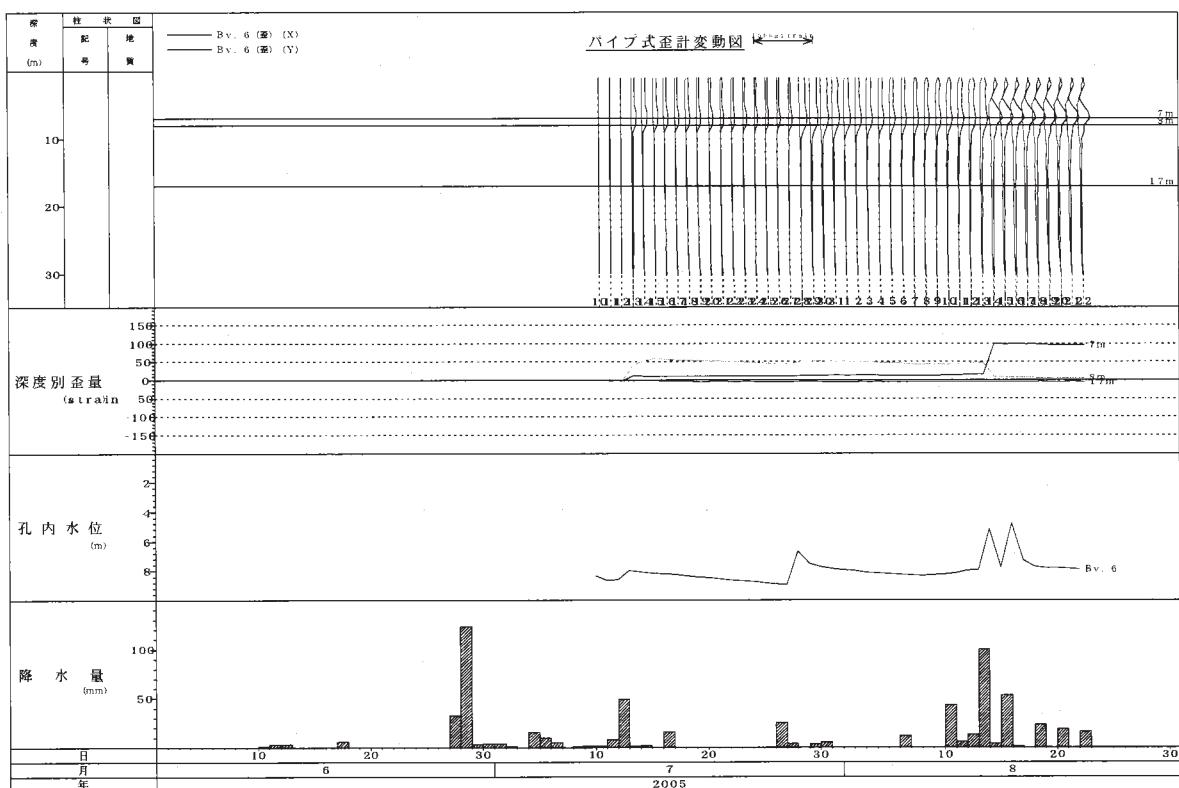


図-19 Bブロック (Bv. 6号孔) 歪変動図

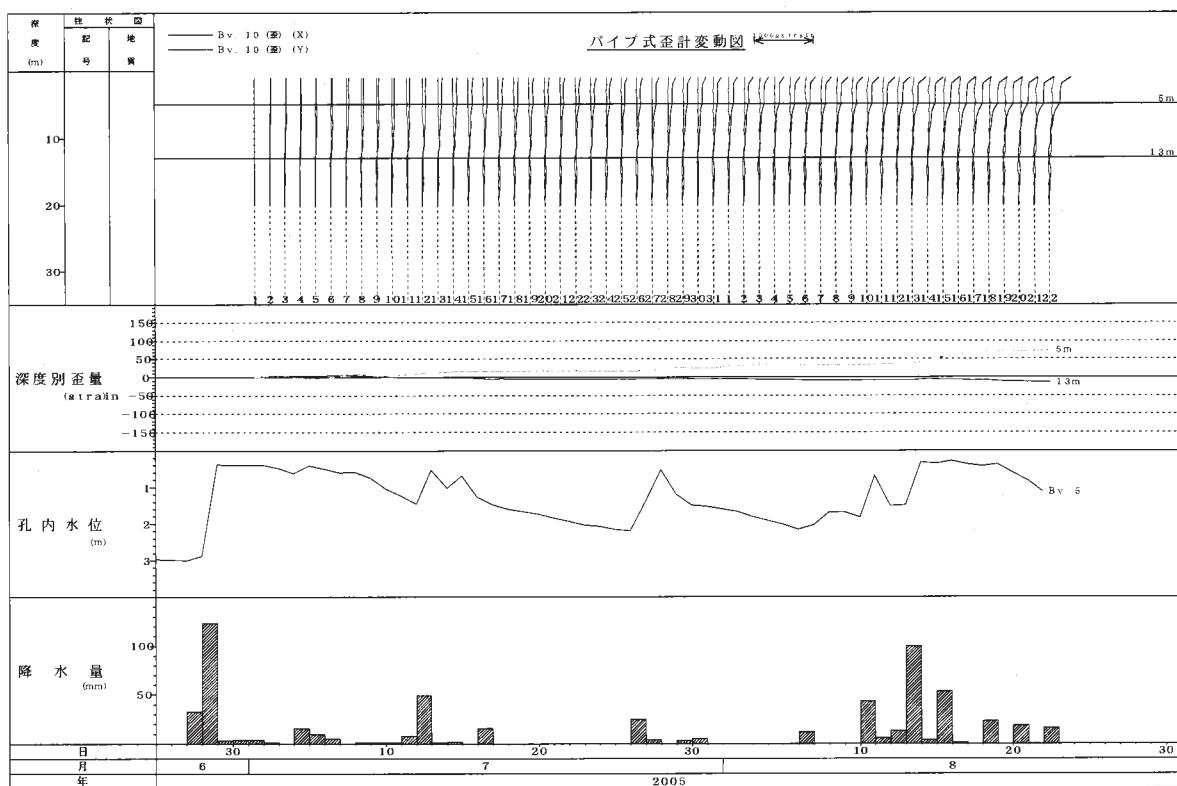


図-20 Dブロック (Bv. 10号孔) 歪変動図

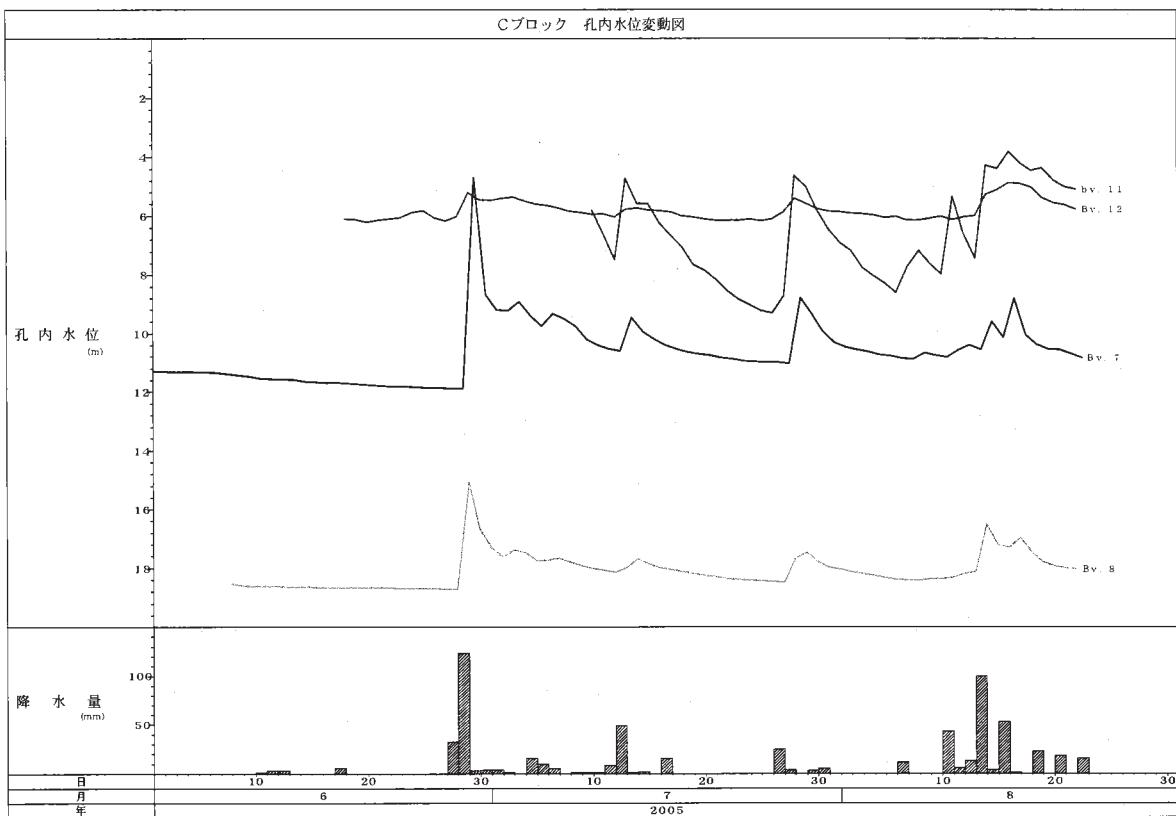


図-21 C及びEブロック地下水位変動図

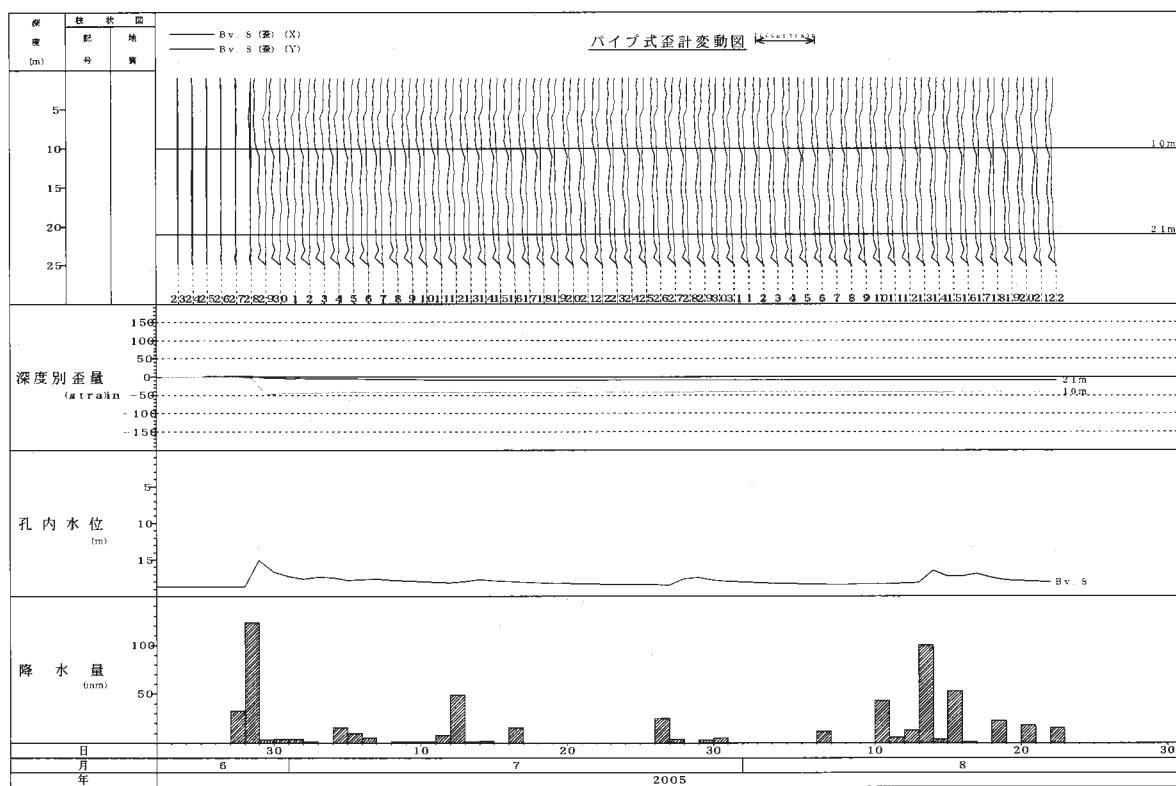


図-22 Cブロック (Bv. 8号孔) 歪変動図

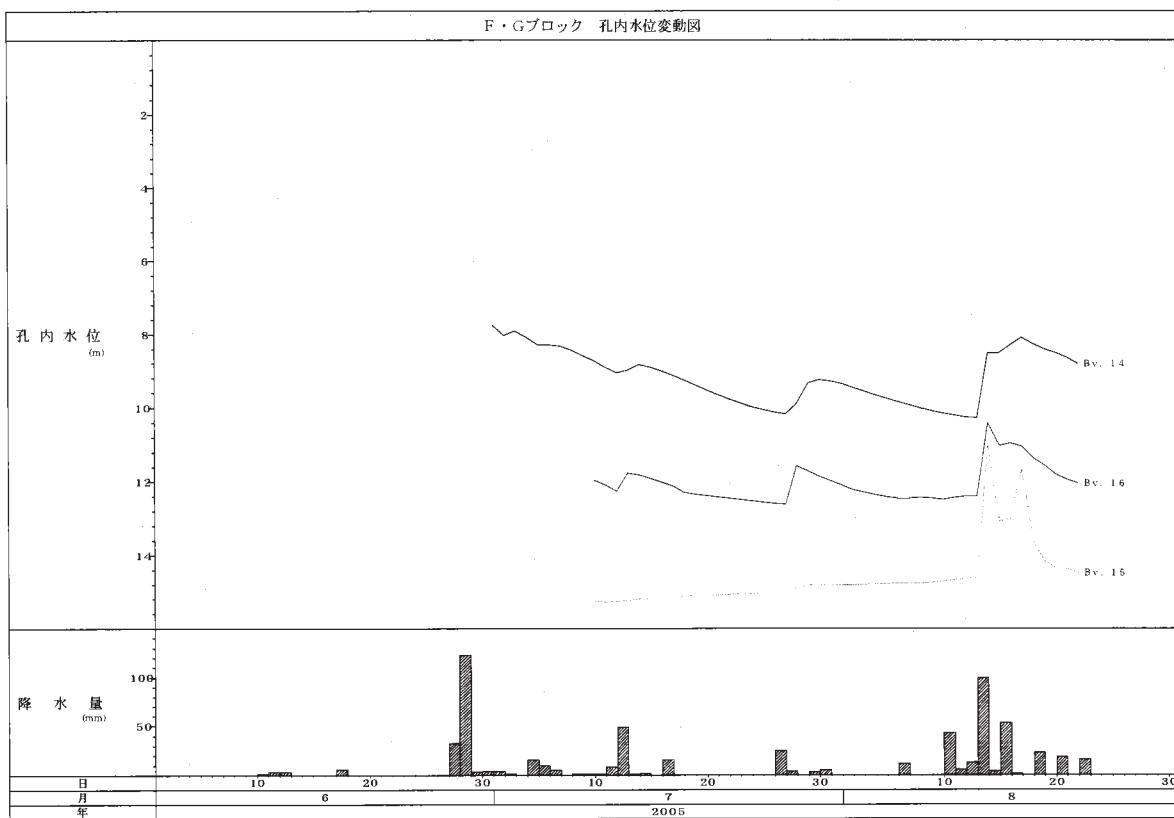


図-23 F及びGブロック地下水位変動図

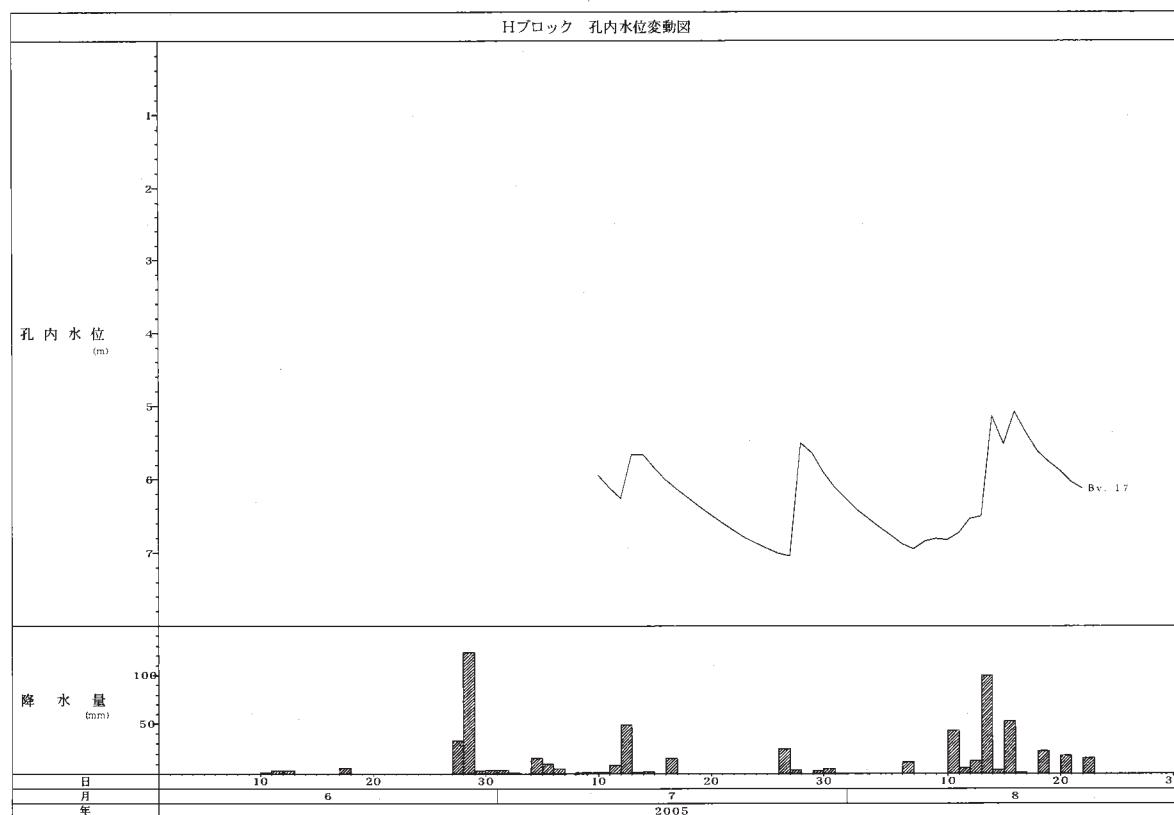


図-24 Hブロック地下水位変動図

4. 地すべり発生機構

素 因

古い地すべり地形を呈する斜面であり、過去に活動履歴を有する斜面であると考えられること。

→過去に移動を繰り返し、不動地塊に比べて脆弱化した土塊が斜面に分布していた可能性が高い。ただし、集落形成後の活動履歴はなく、活動がかなり古いものと推定される。

流れ盤型斜面であること。

→被災前地形から、地層傾斜と地表傾斜を比較すると、斜面上部は地層傾斜より地表傾斜の方がやや急であり、下部は地層傾斜と地表傾斜はほぼ一致する。これより、すべり面形状としては上部で厚く下部でやや薄いトップヘビー型を呈していたと推定される。

地下水を豊富に賦存すること。

→調査時においてすべり面付近を中心として 1.5~3 (mm/分) 程度の地下水が確認されている。調査時は梅雨入り前の降雨の少ない時期であったことを考慮すれば、豊水期や融雪期には大量の地下水が存在する可能性が高い。

誘 因

台風による異常降雨があったこと

→地すべり発生の 3 日前に当たる 10 月 20 日～21 日で 115mm (アメダス・長岡) があり、地盤が地下水で飽和し、いわゆる“地盤が緩んだ状態”であったと推定されること

新潟県中越地震による地震動の作用

→山古志村では本震で震度 6 強を記録した。その時の山古志村の最大加速度 (気象庁 HP より引用) をみると、

| | |
|--------|-----------|
| 南北方向 | 538.4gal |
| 東西方向 | 721.8gal |
| 上下方向 | 1059.1gal |
| 3 成分合成 | 1131.9gal |

という兵庫県南部地震をしのぐ強大な地震動が発生しており、これが地すべりを引き起こす原因となったと考えられる。

5. 地すべり防止施設の検討

地すべり防止施設は、

移動体の安定

滑落崖対策

の2点を目的として検討する。

移動体の安定に対しては、

地下水排除工

頭部排土工

末端抑え盛土工

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。

また、災害復旧事業等の残土処理に伴い、油夫沢川を埋め立てる計画があり、この埋め立て盛土が、当該地すべりに対して押え盛土として機能する効果を期待できる。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と考えられる。

滑落崖対策は、滑落崖背後に人家や重要な公共施設が存在する場合、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、安定勾配による切土を行った上で、浸食防止として法枠工+植生工を計画する。安定勾配での切土が不可能な場合は、想定される崩壊規模に応じて、アンカーワークやロックボルト工を併用する。

次ページ以降に、地すべり対策工(案)平面図及び主要ブロック（A～Cブロック）の地すべり対策工(案)断面図を示す。

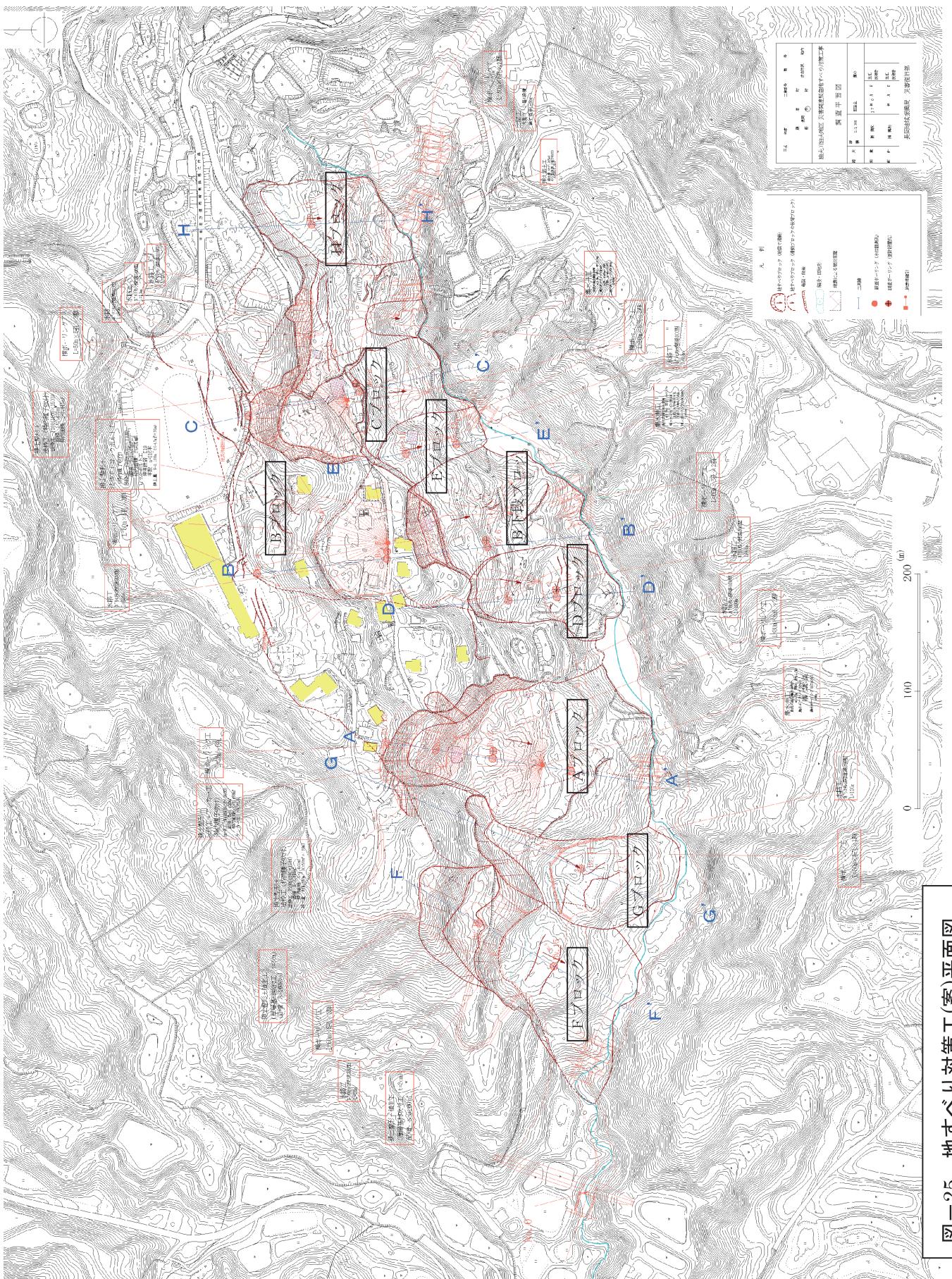


図-25 地すべり対策工(案)平面図

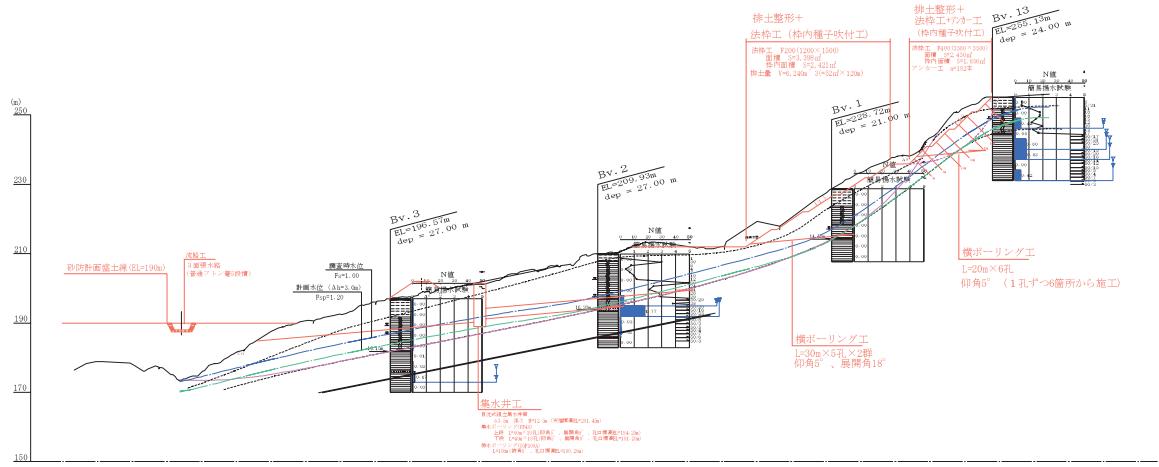


図-26 地すべり対策工(案)断面図 (Aブロック)

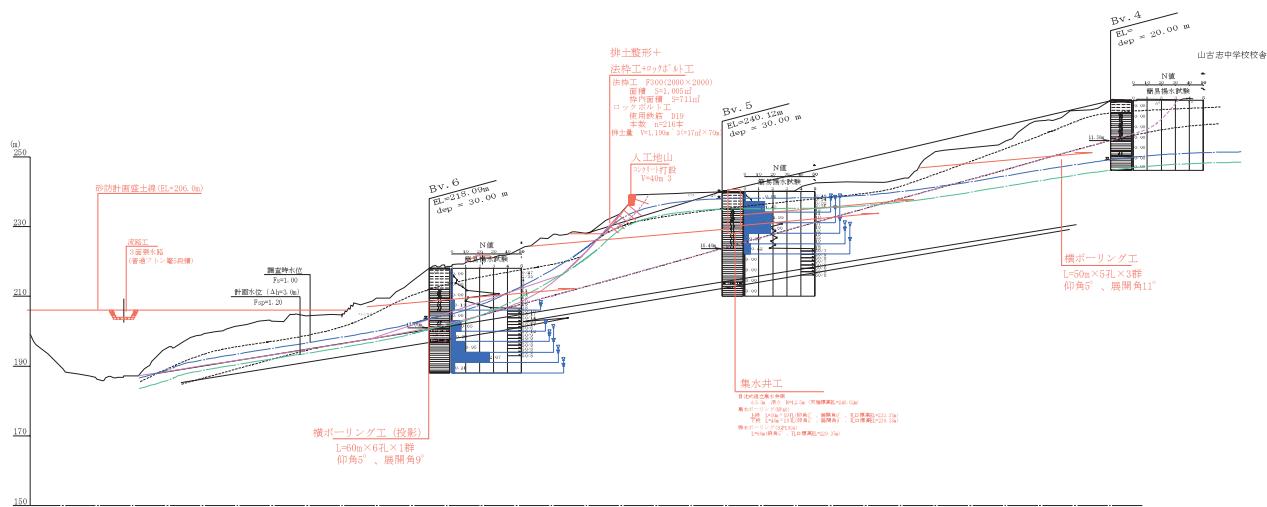


図-27 地すべり対策工(案)断面図 (Bブロック)

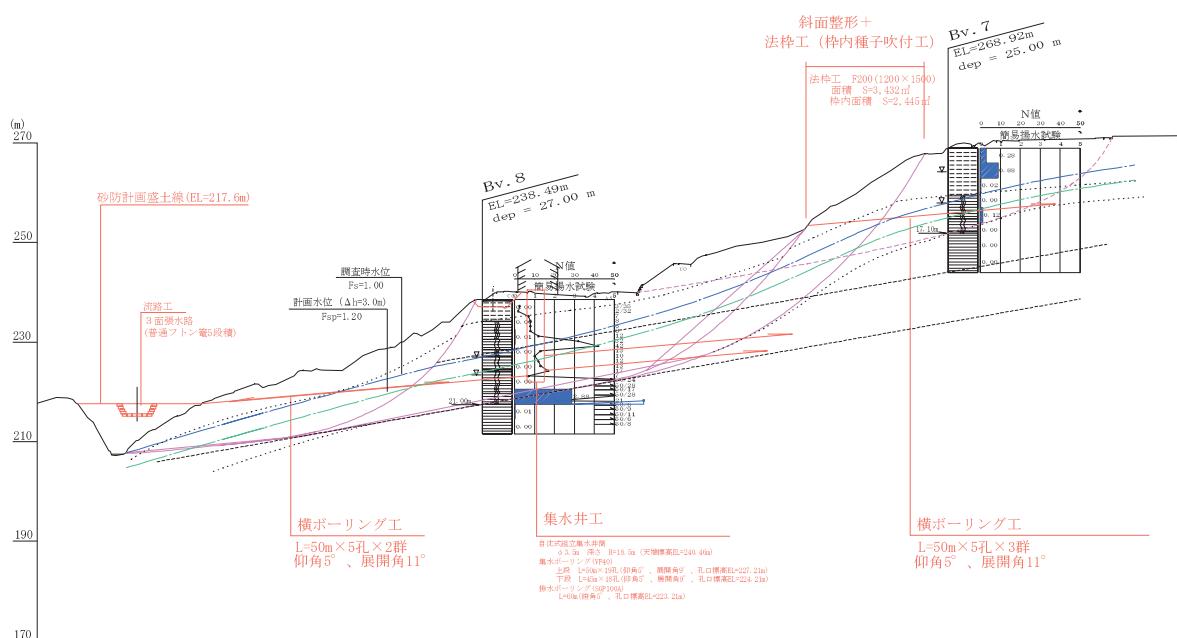


図-28 地すべり対策工(案)断面図 (Cブロック)

6. 今後の展望

昨年、10月23日に発生した新潟県中越地震は、各地に甚大な被害を及ぼした。油夫川地区においても、地すべりの発生によって家屋は倒壊し、道路やライフラインが寸断された。現在、住民帰村に向けた準備が進められているが、宅地や道路、ライフラインの復旧に先立って、地すべりにより被災した斜面の安定化が不可欠であり、地すべり対策は要となる工事である。

その意味で、現在の調査は、6月に調査ボーリングを実施した後の短期間の動態観測及び地下水観測データに基づいて、すべり面の判定や地すべり解析等を行って地すべり対策工を立案していることから、今後、できるだけ長期間の地すべり観測を実施し、地すべりの挙動、変状や地下水位変動をより正確に捉え、地すべりの安定解析等の補完・検証を実施していきたいと考えている。

《参考文献》

- ・ 小林巖雄・立石雅昭・吉岡敏和・島津光夫(1991) : 「長岡地域の地質」 地域地質研究報告 5万分の1地質図幅、新潟(7) 第38号 (地質調査所)
- ・ 柳沢幸夫・小林巖雄・竹内圭史・立石雅昭・茅原一也・加藤磧一(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、新潟(7) 第50号 (地質調査所)
- ・ 新潟県土木部(2004) : 「油夫川地区地すべり概成報告書」
- ・ 気象庁ホームページ(2005) : 「新潟県中越地震に関する各種資料－震度・発震機構・強震波形－」

社団法人 新潟県地質調査業協会 会員名簿

事務局 〒950-8051 新潟市新島町通1ノ町1977番地2
TEL (025)225-8360 FAX (025)225-8361

会 員

27社 (H17.4.1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 新潟市幸西 1-1-11 | (025)245-8345 | (025)245-8349 |
| 応用地質(株) 東京支社 新潟支店 | 小野寺 功 | 〒950-0864 新潟市紫竹 7-27-35 | (025)274-5656 | (025)271-6765 |
| 開発技建(株) | 花市 順悟 | 〒951-8153 新潟市文京町 22-21 | (025)265-2261 | (025)267-8912 |
| 川崎地質(株) 北陸支店 | 川太 誠 | 〒950-0914 新潟市紫竹山 5-7-5 | (025)241-6294 | (025)241-6226 |
| (株)キタック | 中山 輝也 | 〒950-0965 新潟市新光町 10-2 | (025)281-1111 | (025)281-0001 |
| 基礎地盤コンサルタント(株) 北陸支店 | 久保田 耕司 | 〒950-0925 新潟市弁天橋通 1-2-34 | (025)257-1888 | (025)257-1880 |
| (株)興和 | 五十嵐 武 | 〒950-8565 新潟市新光町 6-1 | (025)281-8811 | (025)281-8833 |
| 国土防災技術(株) 新潟支店 | 斎藤 彰朗 | 〒950-2042 新潟市坂井 1035-1 | (025)260-2245 | (025)260-7522 |
| 三祐(株) 新潟支店 | 斎藤 豊一 | 〒950-0992 新潟市上所上 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 | 田村 伸夫 | 〒950-2055 新潟市寺尾上 4-4-15 | (025)260-3141 | (025)268-4950 |
| (株)新協地質 | 篠崎 寿一 | 〒950-0864 新潟市紫竹 4-13-1 | (025)244-7866 | (025)244-1673 |
| (株)新研基礎コンサルタント | 坂本 裕 | 〒950-0922 新潟市山二ツ 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 北陸支社 | 佐藤 成美 | 〒950-2015 新潟市西小針台 1-4-21 | (025)234-2110 | (025)234-2111 |
| 中央開発(株) 北陸支店 | 福田 健一 | 〒950-0982 新潟市堀之内南 3-1-21 | (025)283-0211 | (025)283-0212 |
| 利根コンサルタント(株) 新潟支店 | 大平 高二 | 〒950-0912 新潟市南笛口 1-1-38 | (025)249-2137 | (025)249-2136 |
| 東邦地水(株) 新潟事務所 | 中村 忠一 | 〒951-8135 新潟市関屋新町通 2-96-10 | (025)230-3741 | (025)230-3730 |
| ㈱東京ソイルリサーチ 新潟営業所 | 前田 建實 | 〒950-0014 新潟市松崎43 | (025)272-1612 | (025)272-1613 |
| (株)日さく 新潟支店 | 斎藤 茂 | 〒950-0891 新潟市上木戸 1-10-1 | (025)273-6301 | (025)271-1110 |
| 日特建設(株) 北陸支店 | 按田 純輝 | 〒950-0864 新潟市紫竹 5-26-1 | (025)241-2234 | (025)241-2229 |
| 日本基礎技術(株) 新潟支店 | 佐藤 大造 | 〒950-0892 新潟市寺山 3-6-18 | (025)271-6311 | (025)271-7778 |
| 日本物理探査(株) 北陸支店 | 宮崎 紳司 | 〒950-0983 新潟市神道寺 3-10-37 | (025)241-2960 | (025)241-2959 |
| 北陸鑿泉(株) | 川嶋 直樹 | 〒950-0901 新潟市弁天 1-1-15 | (025)244-5222 | (025)244-5223 |
| 三菱マテリアル資源開発(株) 新潟営業所 | 茂野 修 | 〒950-0993 新潟市上所中 2-15-10 | (025)283-2081 | (025)283-2082 |
| (株)村尾技建 | 村尾 建治 | 〒950-0948 新潟市女池南 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 新潟市青山 1-1-22 | (025)265-1122 | (025)265-1126 |
| ライト工業(株) 新潟支店 | 増沢 晴夫 | 〒950-0901 新潟市弁天 3-3-19 | (025)247-8251 | (025)247-8254 |

賛助会員

2社 (H17.4.1現在)

| | | | | |
|--------------------|-------|----------------------------|---------------|---------------|
| ジオテクサービス(株) | 南雲 政博 | 〒950-0951 新潟市鳥屋野 4-7-22 | (025)282-3246 | (025)284-0144 |
| 東邦地下工機(株) 新潟営業所 | 河内 弘志 | 〒950-0948 新潟市女池南 1-6-5 | (025)284-5164 | (025)284-5168 |

社団法人 地すべり対策技術協会 新潟県支部 会員名簿

事務局 〒950-8565 新潟市新光町6-1 興和ビル8F

TEL (025) 281-1510 FAX (025) 281-1507

22社 (H17.4.1現在)

正会員

| 会社名 | 代表者 | 所在地 | 電話番号 | FAX番号 |
|-------------------------|--------|-------------------------------|----------------|----------------|
| (株) アドヴァンス | 諸橋 通夫 | 〒950-0912 新潟市南笙口 1-12-12 | (025) 244-4131 | (025) 244-5251 |
| 川崎地質(株) 北陸支店 | 川太 誠 | 〒950-0914 新潟市紫竹山 5-7-5 | (025) 241-6294 | (025) 241-6226 |
| (株) キタツク | 中山 輝也 | 〒950-0965 新潟市新光町 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 | 五十嵐 武 | 〒950-8565 新潟市新光町 6-1 | (025) 281-8811 | (025) 281-8833 |
| 国土防災技術(株) 新潟支店 | 齊藤 彰朗 | 〒950-2042 新潟市坂井 1035-1 | (025) 260-2245 | (025) 260-7522 |
| 新越開発(株) | 穴沢 雅光 | 〒946-0107 魚沼市下田 351-32 | (02579) 9-3232 | (02579) 9-2118 |
| (株) 新協地質 | 篠崎 寿一 | 〒950-0864 新潟市紫竹 4-13-1 | (025) 244-7866 | (025) 244-1673 |
| (株) ダイチ | 渡辺 孫壽郎 | 〒957-0017 新発田市新富町 3-9-2 | (0254) 24-1612 | (0254) 26-5453 |
| 中央開発(株) 北陸支店 | 福田 健一 | 〒950-0982 新潟市堀之内南 3-1-21 | (025) 283-0211 | (025) 283-0212 |
| 中部川崎(株) | 山崎 昭夫 | 〒950-0961 新潟市東出来島 1-15 | (025) 285-6441 | (025) 285-6443 |
| 東邦地下工機(株) 新潟営業所 | 河内 弘志 | 〒950-0948 新潟市女池南 1-6-5-101 | (025) 284-5164 | (025) 284-5168 |
| 利根コンサルタント(株) 新潟支店 | 大平 高二 | 〒950-0912 新潟市南笙口 1-1-38 | (025) 249-2137 | (025) 249-2136 |
| (株) 日さく 新潟支店 | 齊藤 茂 | 〒950-0891 新潟市上木戸 1-10-1 | (025) 273-6301 | (025) 271-1110 |
| 日特建設(株) 北陸支店 | 按田 純輝 | 〒950-0864 新潟市紫竹 5-26-1 | (025) 241-2234 | (025) 241-2229 |
| 日本工営(株) 新潟支店 | 園尾 恒司 | 〒950-0962 新潟市出来島 1-11-28 | (025) 280-1701 | (025) 283-0898 |
| 三菱マテリアル資源開発(株) 新潟営業所 | 茂野 修 | 〒950-0933 新潟市上所中 2-15-10 | (025) 283-2081 | (025) 283-2082 |
| 緑物産(株) | 森末 直晴 | 〒950-2004 新潟市平島 1-13-6 | (025) 267-7700 | (025) 233-6500 |
| (株) 村尾技建 | 村尾 建治 | 〒950-0948 新潟市女池南 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 新潟市青山 1-1-22 | (025) 265-1122 | (025) 265-1126 |
| ライト工業(株) 新潟支店 | 増沢 晴夫 | 〒950-0901 新潟市弁天 3-3-19 | (025) 247-8251 | (025) 247-8254 |

支部会員

11社 (H17.4.1)

| | | | | |
|-----------|--------|--------------------------------|----------------|----------------|
| 岡田土建工業(株) | 岡田 巍 | 〒944-0047 妙高市白山町 2-11-6 | (0255) 72-3231 | (0255) 72-9663 |
| (株) 笠原建設 | 鈴木 秀城 | 〒949-1352 西頸城郡能生町大字能生1155-6 | (0255) 66-3181 | (0255) 66-4852 |
| 共榮建設(株) | 本田 秀春 | 〒940-0213 柄尾市山田町 1-10 | (0258) 52-2076 | (0258) 52-3163 |
| 久保田建設(株) | 久保田 洋子 | 〒943-0132 上越市大字辰尾新田 1 | (0255) 24-4510 | (0255) 22-7780 |
| (株) 小林組 | 五十嵐 敏 | 〒940-0133 柄尾市巻渕 3-3-12 | (0258) 52-2418 | (0258) 52-1335 |
| (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 |
| (株) 高橋組 | 高橋 伸幸 | 〒942-1431 十日町市松之山湯山 1380-1 | (0255) 96-3125 | (0255) 96-3150 |
| (株) 武江組 | 太田 昭治 | 〒942-0305 上越市浦川原区虫川 1675 | (0255) 99-2111 | (0255) 99-2222 |
| (株) 野本組 | 野本 孝利 | 〒944-0016 妙高市美守 1-13-10 | (0255) 72-3194 | (0255) 73-7523 |
| (株) 保坂組 | 関 彰 | 〒944-0083 妙高市大字四ツ屋 274 | (0255) 72-4121 | (0255) 72-9205 |
| (株) 山崎建設 | 山崎 健吾 | 〒944-0013 妙高市大字東陽町 2-20 | (0255) 72-3129 | (0255) 72-1196 |

表紙写真

旧山古志村油夫「油夫地すべり」

新潟県中越地震と地すべり

—その2 現地検討会「濁沢地すべり、油夫地すべり」

編集

(社) 日本地すべり学会新潟支部

発行

印刷 株式会社 文久堂