

直轄地すべり防止事業「銅山川地区」

技術検討会（第2回）

資料 1	議事次第・出席者名簿
資料 2	出席者座席表
資料 3	課題と方針
資料 4	検討結果説明資料

平成 23 年 8 月 4 - 5 日

東北森林管理局

直轄地すべり防止事業「銅山川地区」技術検討会（第2回）

直轄地すべり防止事業「銅山川地区」技術検討会

第2回出席者名簿

日 時：平成23年8月5日(金) 8:50～11:30
場 所：肘折温泉 いでゆ館 ゆきんこホール

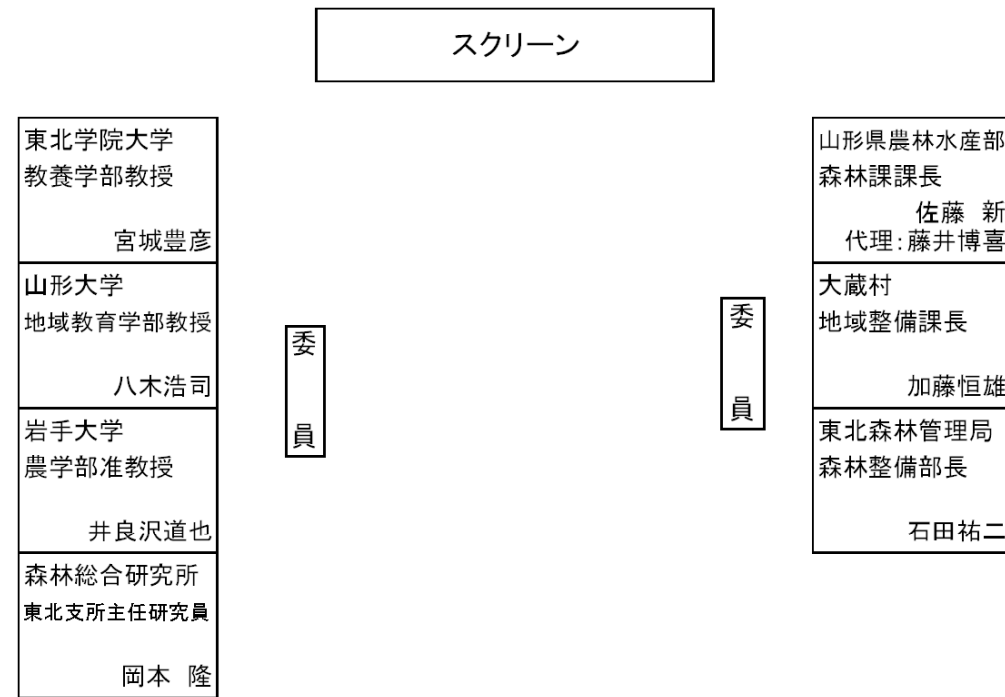
議 事 次 第

1. 開 会 【 8:50 】
2. 主催者挨拶
3. 出席者紹介
4. 資料説明及び討議 【 9:00 】
 - (1) 調査結果説明 【 9:00 】
 - (2) 討 議 【 9:40 】
5. 今後の予定等 【 11:20 】
8. 閉 会 【 11:30 】

区分	氏 名	所属	職名	適用
委員	井良沢道也	岩手大学農学部	准教授	
	岡本 隆	森林総合研究所東北支所	主任研究員	
	宮城 豊彦	東北学院大学教養学部	教授	
	八木 浩司	山形大学地域教育文化学部	教授	*以上 50 音順
	佐藤 新	山形県森林課	課長	代理出席 藤井博喜森林技術主幹
	加藤恒雄	大蔵村	地域整備課長	
	石田祐二	東北森林管理局	森林整備部長	
オブザーバー	中村三郎	防衛大学校	名誉教授	
東北森林 管理局	目黒 剛志	東北森林管理局治山課	治山技術専門官	
	黒川 栄	〃	設計指導官	
	松橋 勝弘	〃	民有林治山係長	
	杉崎 浩史	山形森林管理署最上支署	支署長	
	石井 利彦	〃	治山課長	
	藤田 尚	〃	治山技術専門官	
	田畑 三郎	国土防災技術株式会社	理事	
	山崎孝成	〃	技術本部長	
	広瀬伸二	〃	東北支社長	
	山科真一	〃	山形支店長	
	丹 四郎	〃	山形支店次長	
	鈴木 亘	〃	山形支店係長	
	山本美樹	〃	山形支店係長	

第2回技術検討会 座席表

<主な検討項目（第1回検討会資料 p.3）>



1. 全体ブロックの概成計画
 - ① 地すべりの立体的構造と安定解析
 - ② 地下水文状況の検討
 - ③ 対策工施工の効果を検証
 - ④ 全体ブロックの対策
2. 小ブロックの概成計画
 - ① 全体ブロック縁辺部ブロックの対策
 - ② 古水川沿い小ブロックの対策
3. 概成後の監視体制の検討
 - ① 対策工効果判定と概成後のモニタリング計画
 - ② 防災体制構築のための基礎データ提供についての検討

<第2回検討資料目次>

1. 第1回検討会の要旨と指摘事項	1
1.1 第1回検討会の内容	1
1.2 指摘事項	1
2. 地すべり動態（観測結果）	2
2.1 地中変位（ひずみ計）と地表面変位	2
2.2 地表面の移動方向（GPS）	4
2.3 地下水位の変化	6
3. 地下水分布と水収支	9
3.1 流量観測結果と比流量	9
3.1.1 流量観測	9
3.1.2 比流量（2011年6月18-20日の踏査結果より）	10
3.2 電気伝導度	12
3.3 揚水試験による地下水の流動特性	13
4. 地すべり発生機構の再現	15
4.1 すべり面	15
4.2 すべり面の土質定数	16
4.3 水圧の推定	17
4.3.1 地下水涵養量の推定	17
4.3.2 浸透流解析	18
4.4 地下水排除工計画と評価	21
4.4.1 現行の対策工計画と進捗	21
4.4.2 RBSMによる全体ブロックの安全率	22

オブザーバー

東北森林管理局

事務局

防衛大学校 名誉教授 中村三郎	山形森林管理署 最上支署支署長 杉崎浩史	東北森林管理局 治山技術専門官 目黒剛志	国土防災技術(株) 山形支店長 山科真一	国土防災技術(株) 山形支店係長 鈴木 亘	国土防災技術(株) 東北支社長 広瀬伸二
-----------------------	----------------------------	----------------------------	----------------------------	-----------------------------	----------------------------

最上支署 治山技術専門員 藤田 尚	最上支署 治山課長 石井利彦	東北森林管理局 設計指導官 黒川 栄	東北森林管理局 民有林直轄係長 松橋勝弘
-------------------------	----------------------	--------------------------	----------------------------

			一般席			
--	--	--	-----	--	--	--

			一般席			
--	--	--	-----	--	--	--

● 直轄地すべり防止事業「銅山川地区」技術検討会の課題と方針

地区名					銅山川地すべり
現行の基本方針	(1) 事業実施の基本方針				
	1) 保全対象との関係 平成8年融雪期に発生した大規模地すべりの復旧を図るとともに、本事業を実施することにより荒廃した森林等を復旧し、直下の一級河川銅山川及び水力発電施設、配電施設、指定区域内を走る国道458号及び村道等の公共施設、下流域の人家農耕地等への被害を未然に防止し、地域住民の民生安定を図る。				
	2) 直轄施工の理由 寒風田地区及び南山地区は、それぞれ昭和57年、59年に地すべり防止区域の指定を受け、山形県で地すべり防止事業を実施してきたが、平成元年に湯ノ台地区が指定されたことから事業区域が拡大し、事業規模が大きく、高度な技術を要することとなり、県・大蔵村から要請を受け、平成4年度に国の直轄指定を行い、以来、東北森林管理局において地すべり防止事業を進めてきた。				
	3) 施工の方針（荒廃状況に対応した工法、重点区域等） 大規模地すべりにより大規模ブロックが拡大し、古口層上面付近をすべり面とする南山、湯ノ台にまたがる約130haが滑動している。本地すべり地を覆うシラスは最大100m超と厚く、地下水の涵養源となっている可能性が高い。 当地区が豪雪地帯であり、かつ、融雪期が長期にわたることから、この期間の地下水位が異常に上昇し地すべりの誘因となっているため、地表水の処理、地下水の排除及び斜面の固定を基本的対策工として安定を図ることとしている。 また、当面は寒風田及び南山地区の地下水排除を主体工事とし、あわせて国道周辺の山腹の安定、古水川沿いの小ブロックの安定を図ることとしている。				
基本方針見直しの方向性	(2) 中長期の対策方針				
	1) 南山地区 平成8年度の大規模な滑動により被害を受けたため、トンネル排水工を主体とした地すべり防止工事を進める。				
	2) 寒風田地区 平成8年度からポンプによる強制排水工を実施してきたが、トンネルの支線ごとの完成にあわせて落とし込みボーリングを実施する。				
	3) 湯ノ台地区 地すべり冠頭部に施工した落とし込みボーリングにより全体ブロックの安定を図り、古水川沿いの小ブロックの安定を図るため、山腹工及び集水井工等を計画する。				
整理すべき課題	(1) 全体ブロックの概成計画（長期安定性評価手法の妥当性）				
	① 地質、地下水・湧水調査を基礎とした再現精度を高めた三次元地下水解析による長期の水圧分布予測、そして、すべり面構造・地質に応じたすべり面せん断強度の設定による三次元安定解析（RBSM：剛体バネモデル）を用いた実態に近づいた地すべり安定度評価の組合せにより、全体ブロックの長期安定性を評価する。				
	② 全体ブロックの対策を①の手法により計画する。				
整理すべき課題	(2) 小ブロックの概成計画				
	(3) 概成後の監視体制の検討				
	1回	2回	3回	4回	① 事業概要
					② 地すべり概要
					③ 地すべり発生機構の把握内容は妥当か。
					・地質条件
					・水文条件
					・地すべり動態
					・すべり面の把握
					④ 観測結果が地すべり発生機構の解釈に反映され、その条件、結果が整合しているか。
					・三次元浸透流解析
					・RBSM
					・対策工計画
					⑤ 小ブロックの計画
					・全体ブロックの小ブロック化の発生機構と対策の必要性検討
				・古水川ブロックの発生機構と対策の必要性検討	
				⑥ 概成後の監視体制	
				・対策工効果判定と概成後のモニタリング計画	
				・防災体制構築のための基礎データ提供についての検討	
				⑥ 概成全体計画書	

1. 第1回検討会の要旨と指摘事項

1.1 第1回検討会の内容

- 1 調査地概要
 - 1.1 調査位置,
 - 1.2 社会的条件,
 - 1.3 地形, 地質 ほか
- 2 事業の経緯
 - 2.1 平成3年度以前の全体計画
 - 2.2 平成4年度全体計画
 - 2.3 平成12年度検討委員会による計画
- 3 地すべり概要
 - 3.1 平成8年被災時の状況
 - 3.2 全体ブロック地すべりの概要
 - 3.3 対策工計画と進捗
- 4 安定解析手法の検討
 - 4.1 検討した安定解析式の概要
 - 4.2 安定解析式の適用
- 5 銅山川地すべりの長期安定性評価
 - 5.1 評価手法に関する調査結果
 - 5.2 銅山川地すべり長期安定性評価の考え方
 - 5.3 平成22年度検討結果(中間段階)

1.2 指摘事項

(1) 水収支, 地下水

- ① **地下水の変化**に対する説明が不足している。**水収支**とあわせて追加説明が必要。
- ② 泥水沢の**自然排水と対策による排水の比率**はどれくらいか。

(2) 地すべり動態

- ① ブロック内が**圧縮域にあるのか引張域にあるのか**といった空間データがあると水の動きについても想像がしやすくなる。
- ② 移動量の指標として地表のGPSのほかに**地下の動きを捉えるパイプひずみ計**, 孔内傾斜計といったものは設置されていないか。
- ③ **水位変化との移動のタイミング**の関係はどうなっているのか
- ④ 移動に関するデータはGPSのみであるが,**地中の動きを示すデータ**を示すこと。

(3) 安全率, 地下水排除効果

- ① **RBSMと浸透流解析の組合せによる長期安定性の評価を行った場合, 目標安全率1.2にこだわらなくても, 安全性は確保できるのではないか。**また,**シミュレーションとモニタリングの組合せにより, より高い安全性が確保されるのではないか。**
- ② 安定解析は, ある仮定の元で目標に達しているのかを判断するもので, 唯一の事実は動いているか否かである。つまり,**移動量が最も大切な要因で, どの程度の雨量, 水位に対して動かないのが重要**である。三次元解析により評価し, 水位についても確率論的な評価を組合わせれば, 必ずしも従来の手法による必要はないのではないか。
- ③ **地下水排除工の効果**を過去から現在まで示すこと。
- ④ 銅山川地すべりでRBSMと浸透流解析を組み合わせた安定性の評価手法で検討することに一定の理解が得られた。
- ⑤ 動きがこれまでの対策によってどのように変化してきたのかを示すこと。

(4) モニタリング

- ① **新たな手法は未確定な部分があるため, 不足を担保するために施工後の監視体制が非常に重要**である。
- ② 概成後の対応は保全対象の重要性に比例して変化する。
- ③ 概成後の長期的な監視にはSARなどの監視も有効である。
- ④ **対策とモニタリングをうまく組み合わせ**て安全・安心を確保する必要がある。

2. 地すべり動態 (観測結果)

2.1 地中変位 (ひずみ計) と地表面変位

図 2.1 にボーリング孔位置図を示した。RBSM (三次元安定) 解析の際に区分した、移動方向の変化に対応している地形区分によるエリア (upper, middle, lower) ごとに地すべり動態に関するデータを整理した。

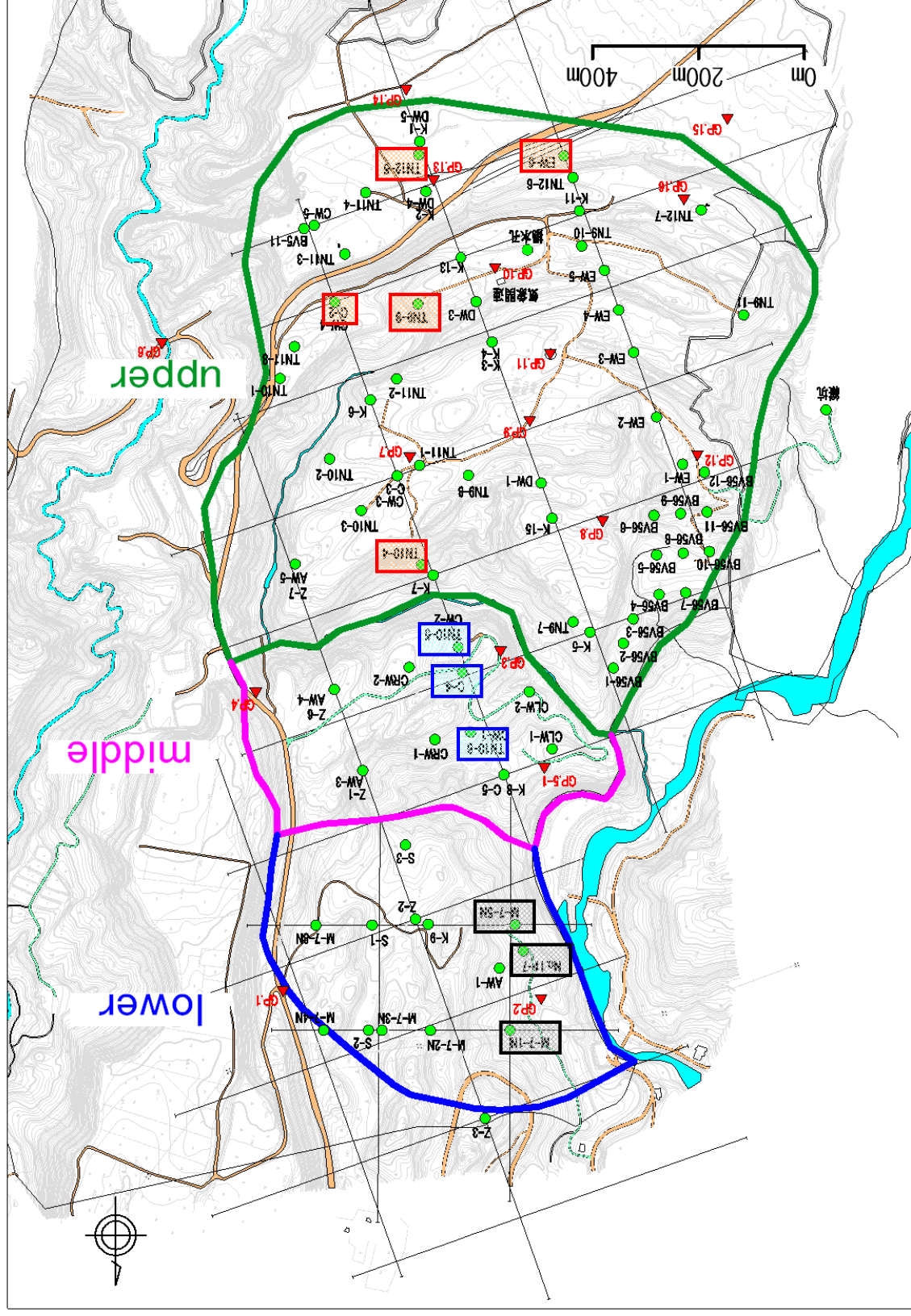


図 2.1 調査ボーリング, GPS 位置図

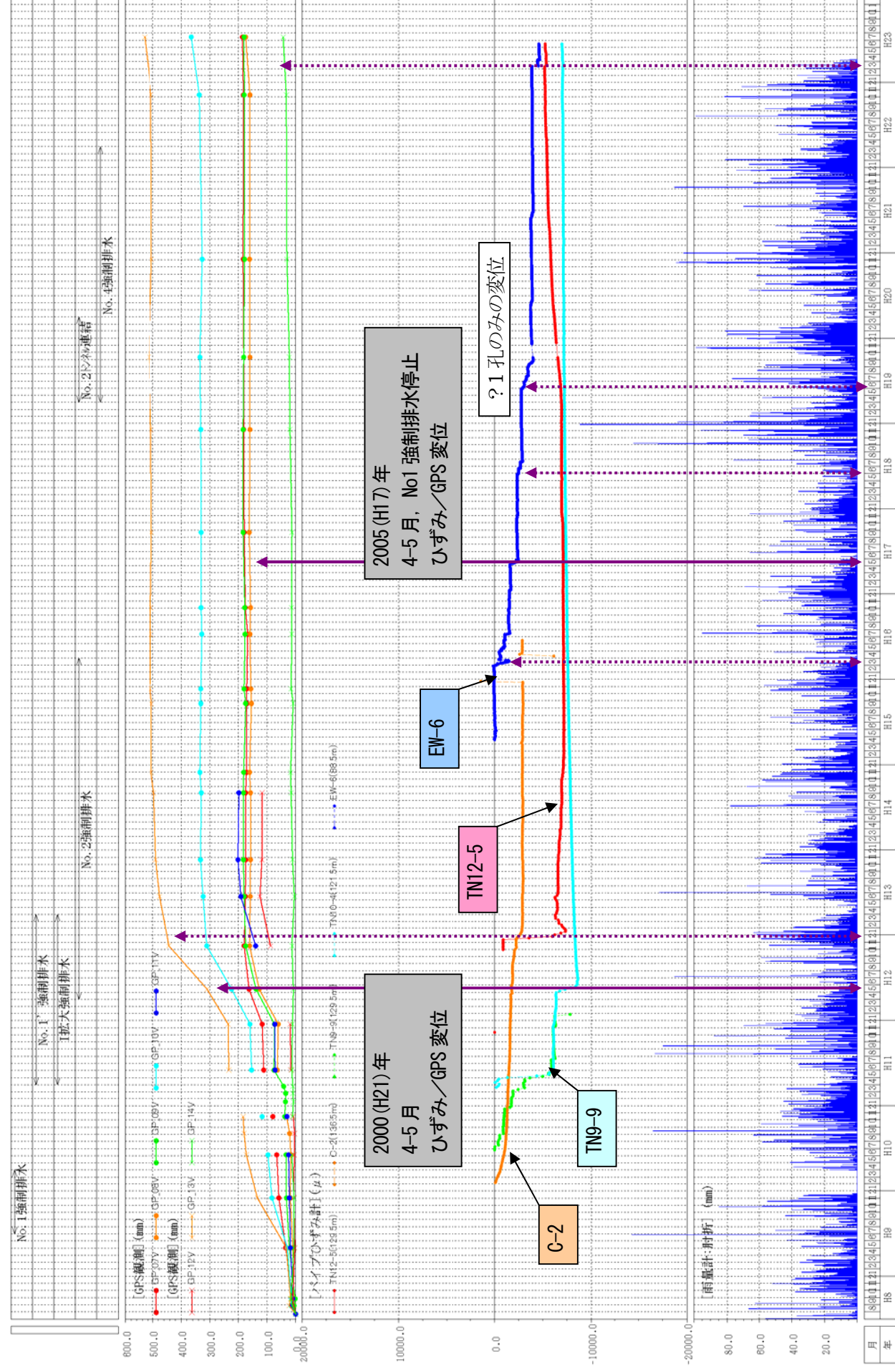


図 2.2 ひずみ-GPS 変動図 (upper)

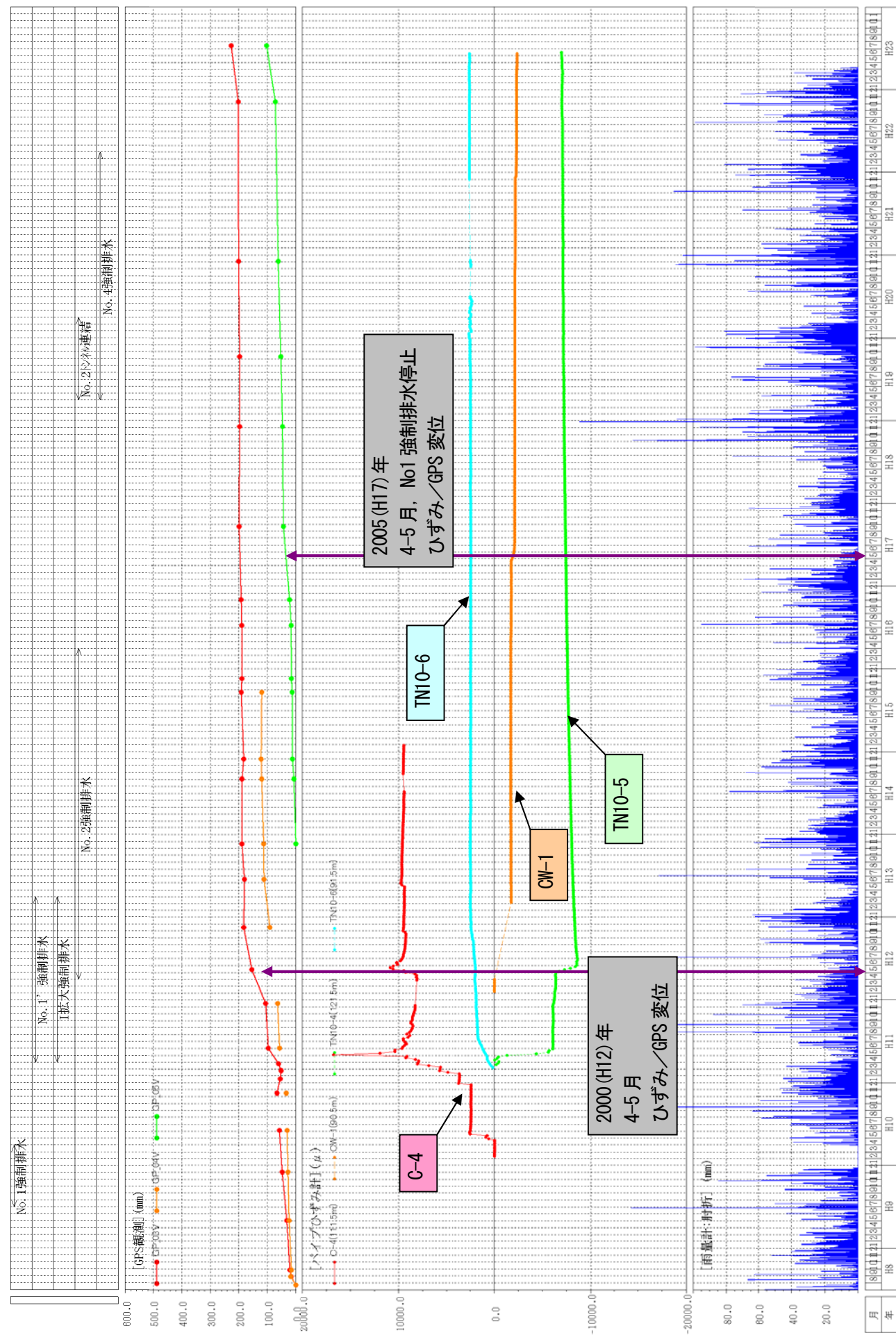


図 2.3 ひずみ—GPS 変動図 (middle)

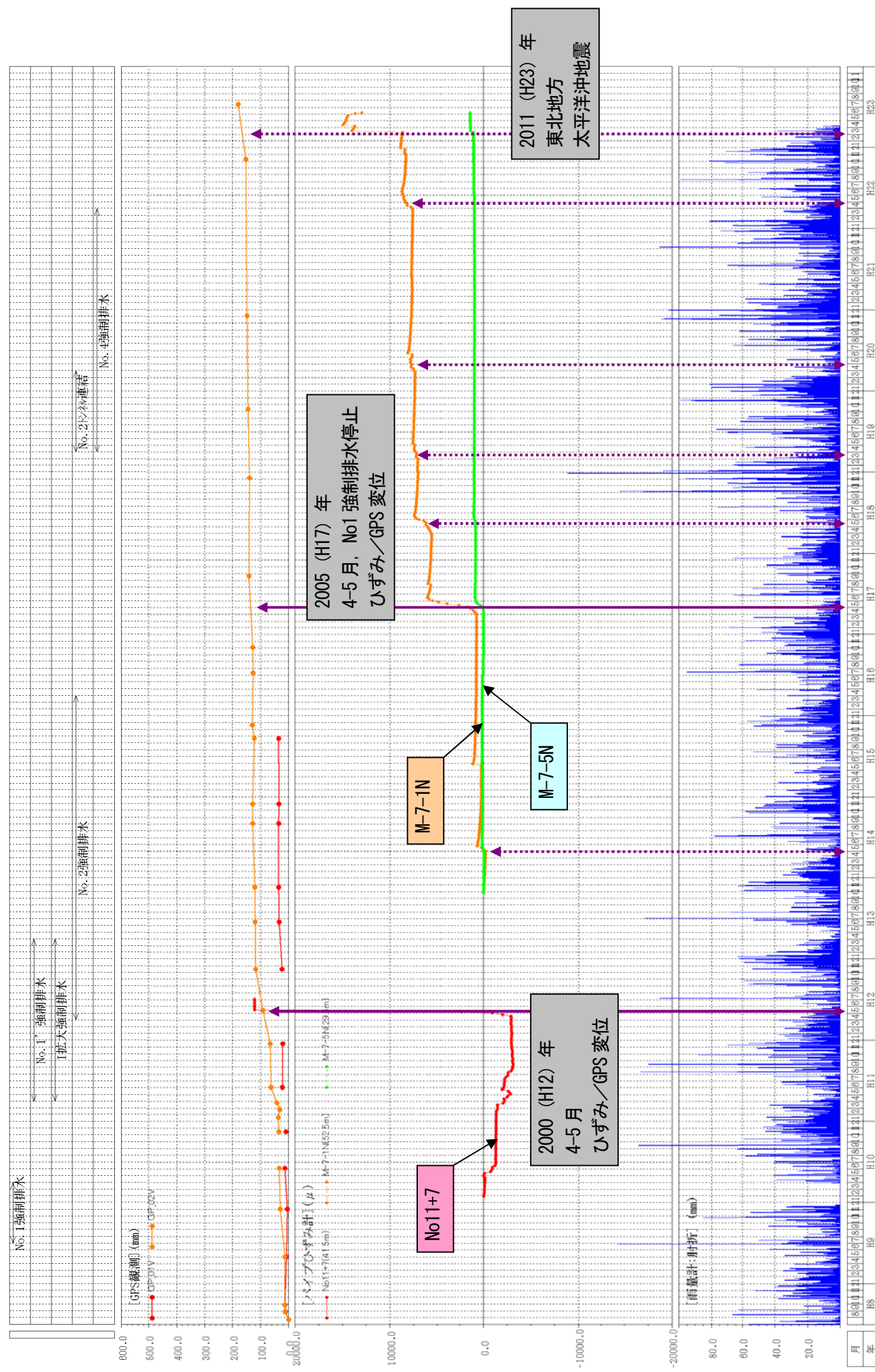


図 2.4 ひずみ—GPS 変動図 (lower)

<ひずみ計観測（地中移動量）結果>

- ① 1996（H8）年の地すべり活動以降，強制排水工が進捗にあわせて，2000（H12）頃までは，ひずみ（地中）の累積がみられ，この間はGPS（地表）でも確認されている。
- ② 2000（H12）は，upper, middle, lower の各エリアでひずみの累積が確認され，これに対応するようにGPSの変位も確認されている。
- ③ 強制排水工が停止した2005（H17）も，各エリアでひずみの累積，GPSの変位が確認され，全体ブロックの滑動が確認された。
- ④ upper エリアのEW-6は2005以降にも変位がみられる。同一エリアの他孔による変位はみられず，middle エリアの変位もないことから，ブロックとしての変位は考え難い。
- ⑤ 一方，lower エリアでは，M-7-1Nのみが変位を記録している。小ブロック化の可能性があり，注意を要する。

2.2 地表面の移動方向（GPS）

(1) lower

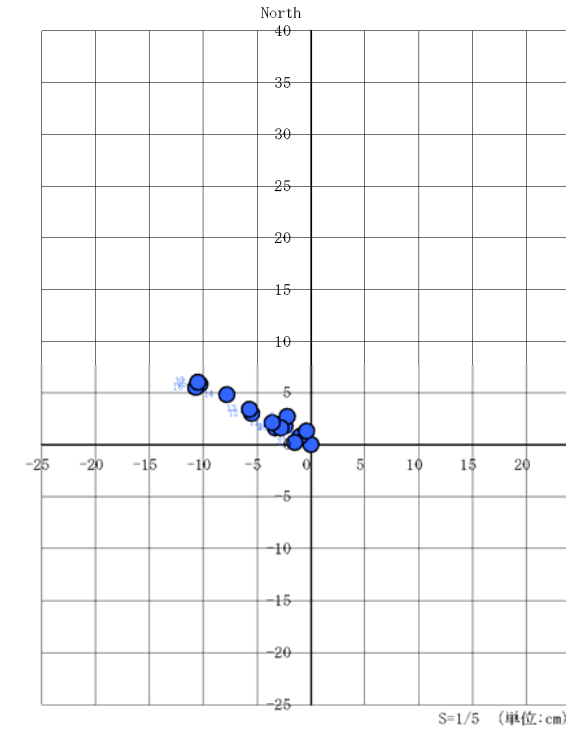


図 2.5 GPSベクトル図 (GP.02)

(2) middle

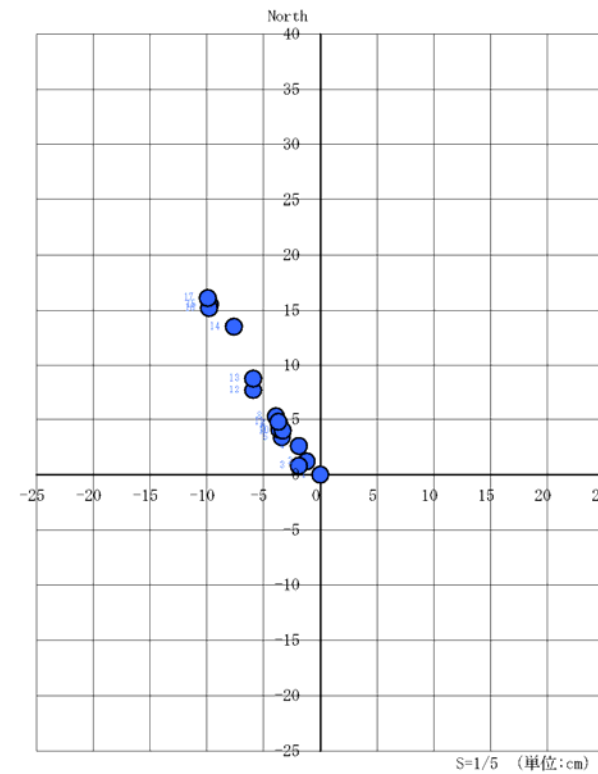


図 2.6 GPSベクトル図 (GP.03)

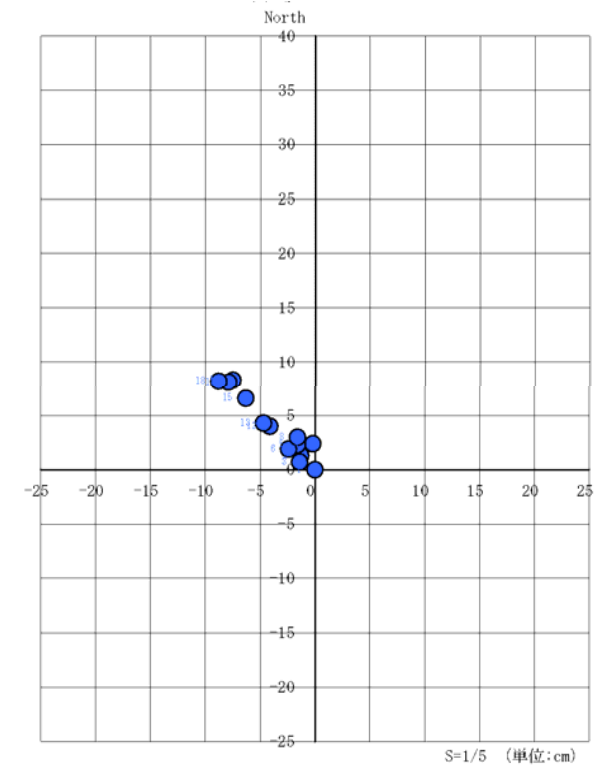


図 2.7 GPSベクトル図 (GP.04)

(3) upper
a) 中央部

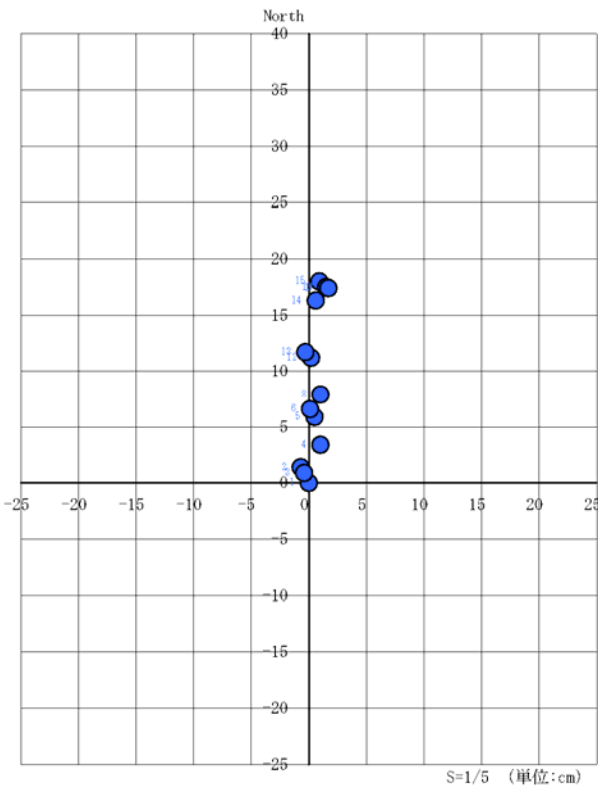


図 2.8 GPS ベクトル図 (GP.07)

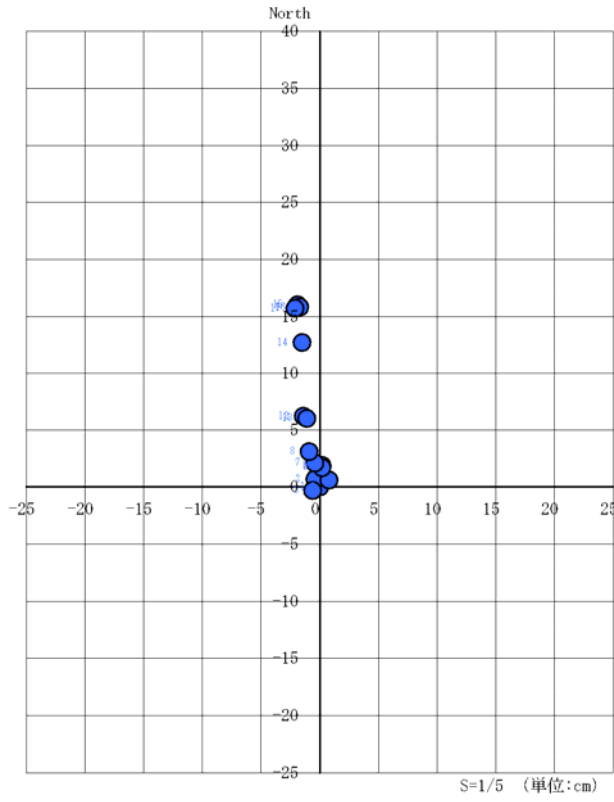


図 2.9 GPS 変動ベクトル図 (GP.08)

b) 上部陥没帯

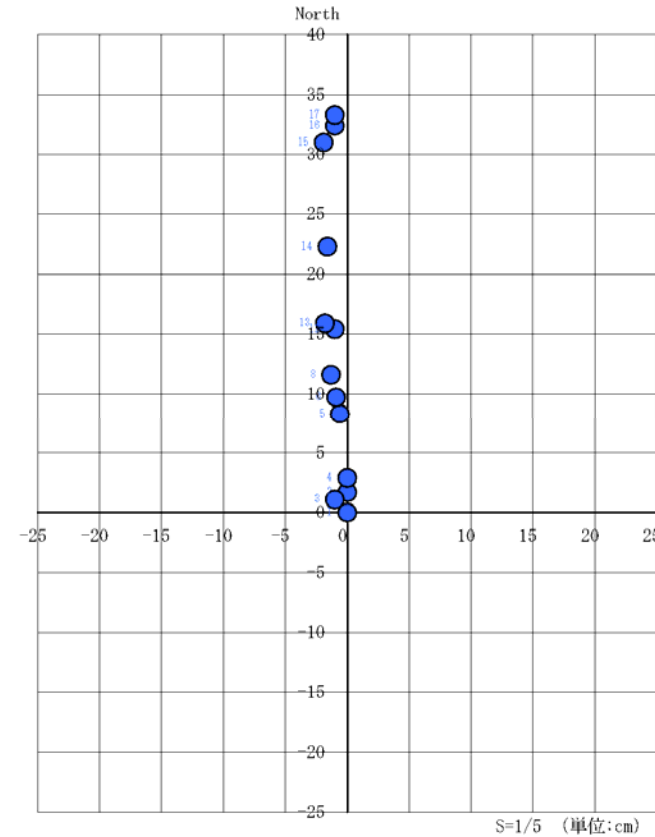


図 2.12 GPS ベクトル図 (GP.10)

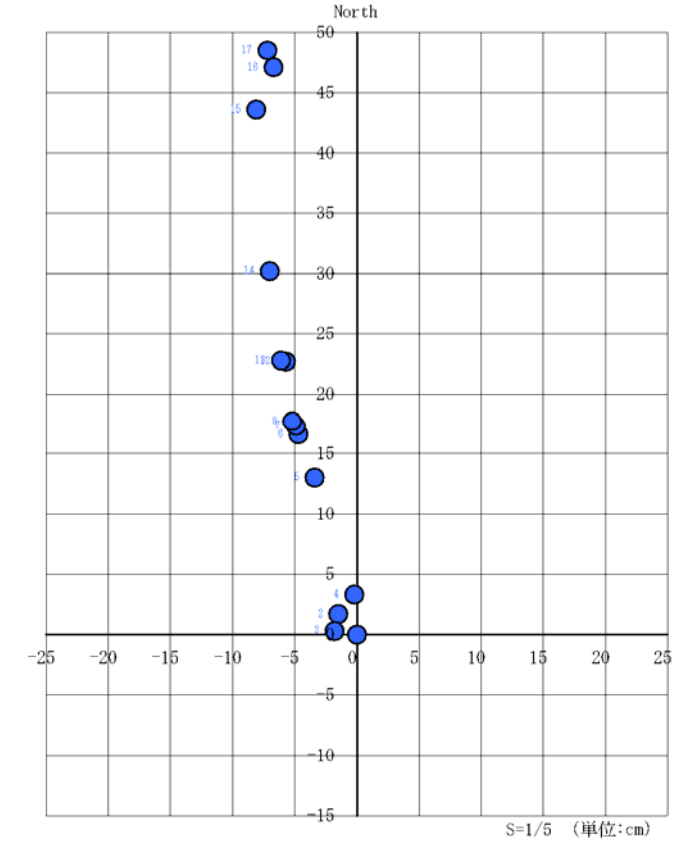


図 2.13 GPS ベクトル図 (GP.13)

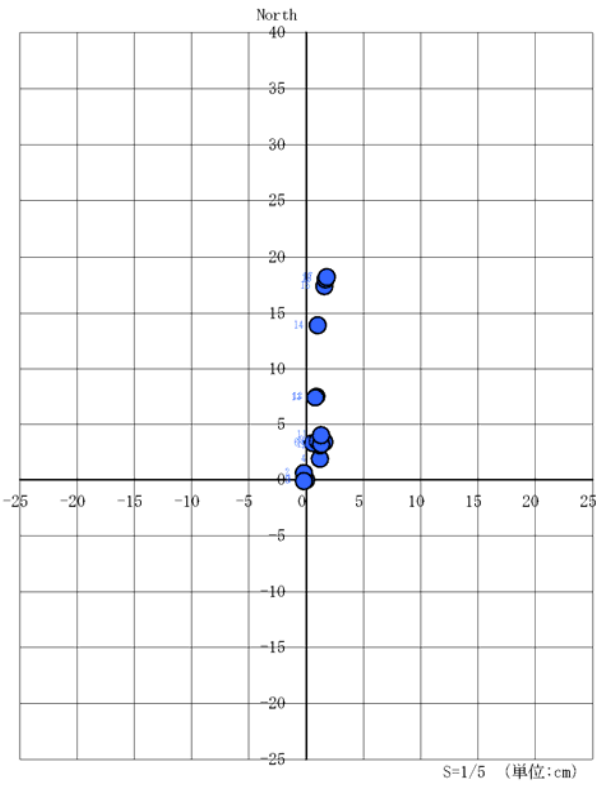


図 2.10 GPS ベクトル図 (GP.09)

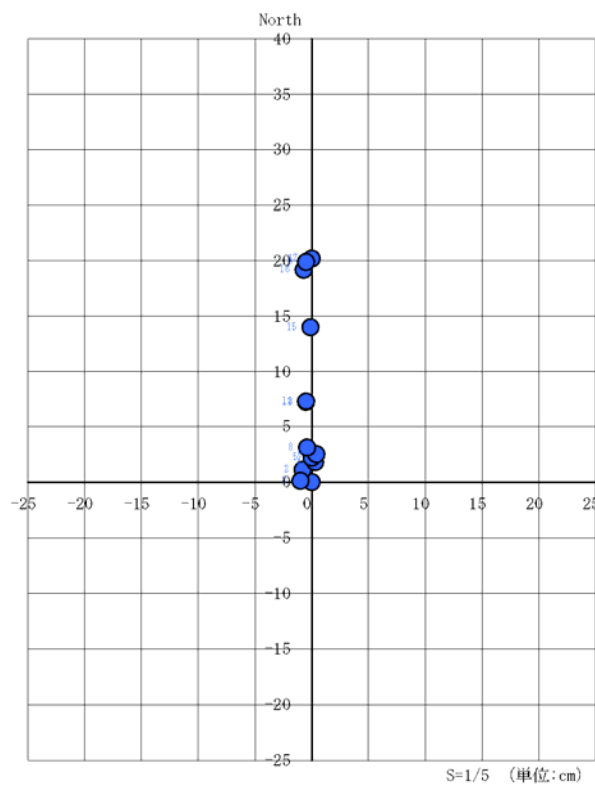


図 2.11 GPS ベクトル図 (GP.11)

表 2.1 GPSによる地表移動のエリア区分

エリア	No.	ブロック内の場所	観測		水平変位量 (mm)		平均最大値に対する比率	区分		
			開始年月日	最終年月日	箇所別	平均				
lower	GP-01	右側壁外	H8.7.25	H13.11.20	36	121.0	29.4%	圧縮域		
	GP-02	末端部	H8.7.23		121					
middle	GP-03	中央	H8.7.23		189	154.5	37.5%			
	GP-04	縁辺部	H8.7.25		120					
	GP-05		H13.11.20							
upper	GP-07	中央北側	H8.7.23		175	172.0	41.8%			
	GP-08	中央北側	H8.7.24		158					
	GP-09	中央北側	H8.7.23		183					
	GP-11	中央北側	H8.7.25		199					
	GP-10	陥没帯	H8.7.22		333				411.5	100.0%
	GP-13	陥没帯	H8.7.23		490					
地外	GP-12	縁辺部	H8.7.25		117	161.5	39.2%			
	GP-16	縁辺部	H8.7.25		206					
	GP-06	ブロック外	H8.7.25		6					
	GP-14	ブロック外	H8.7.23		11					
	GP-15	ブロック外	H8.7.23	9						

※同一観測期間を比較するため、1996 (H8) 年 7 月 - 2001 (H13) 年 11 月のデータを使用

2.3 地下水位の変化

地下水観測孔は孔数が多いため、upper_1/upper_2) に区分している。

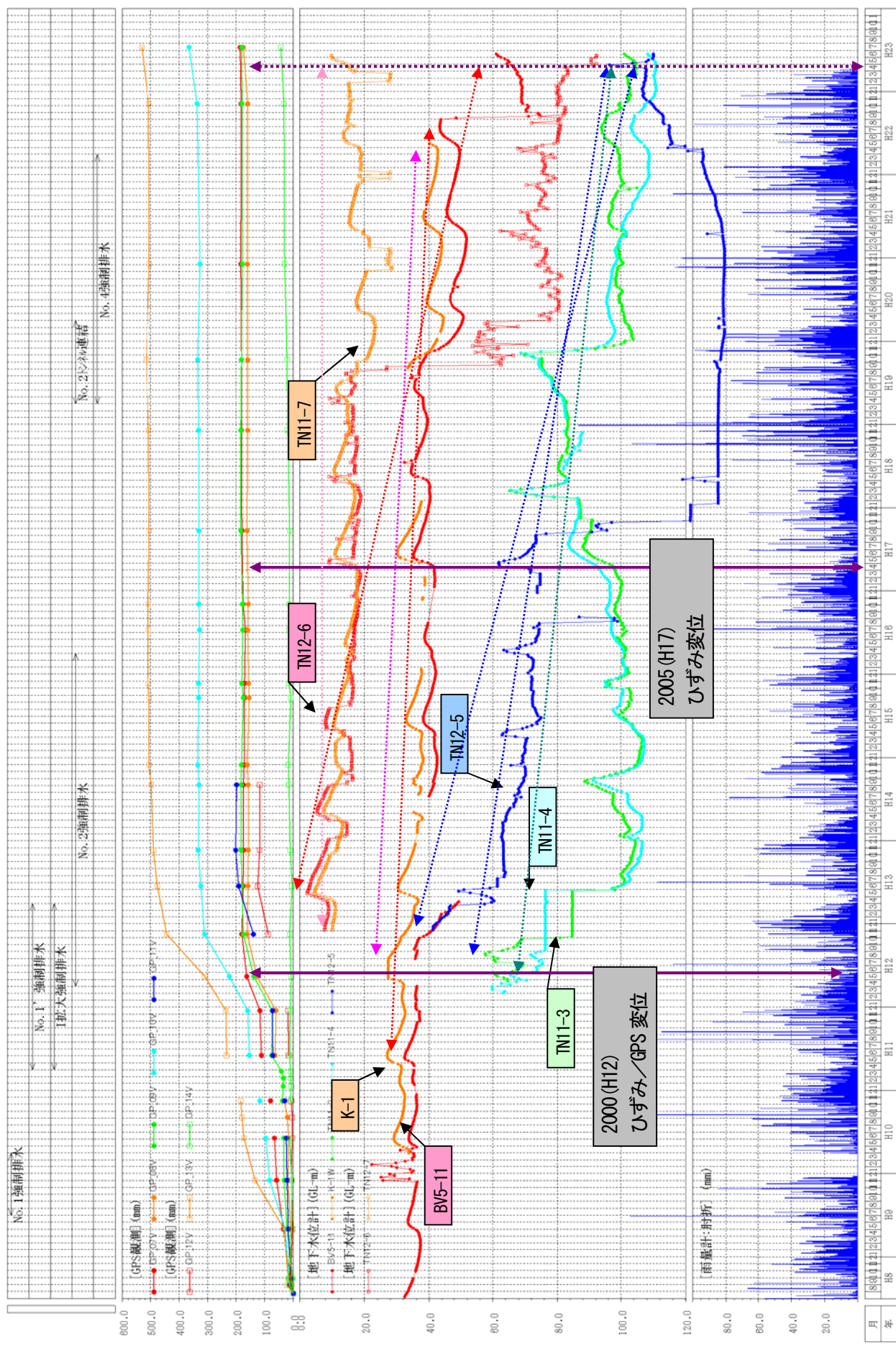


図 2.14 地下水・地表 (GPS) 動態と対策工の関係 (upper_1)

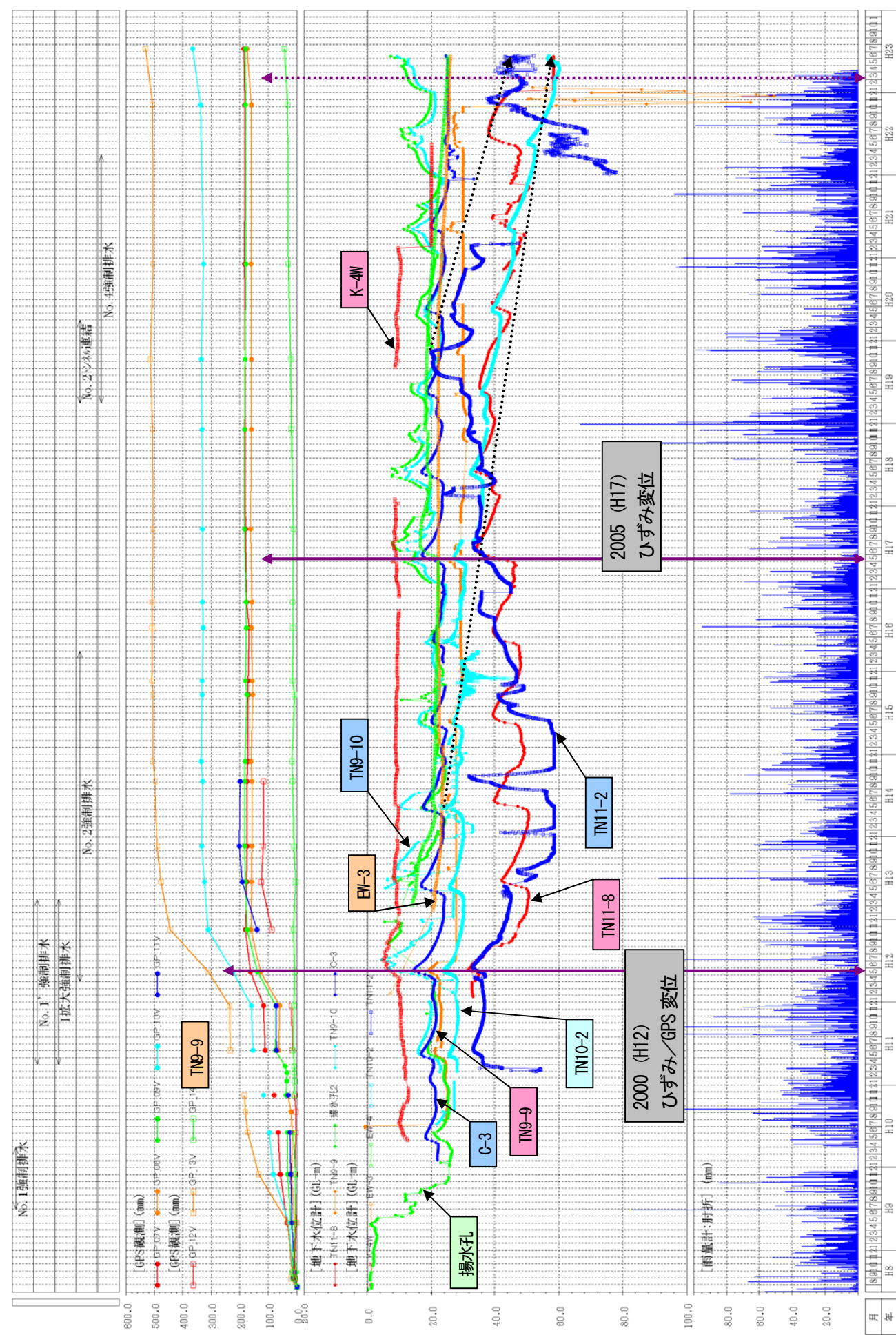


図 2.15 地下水・地表 (GPS) 動態と対策工の関係 (upper_2)

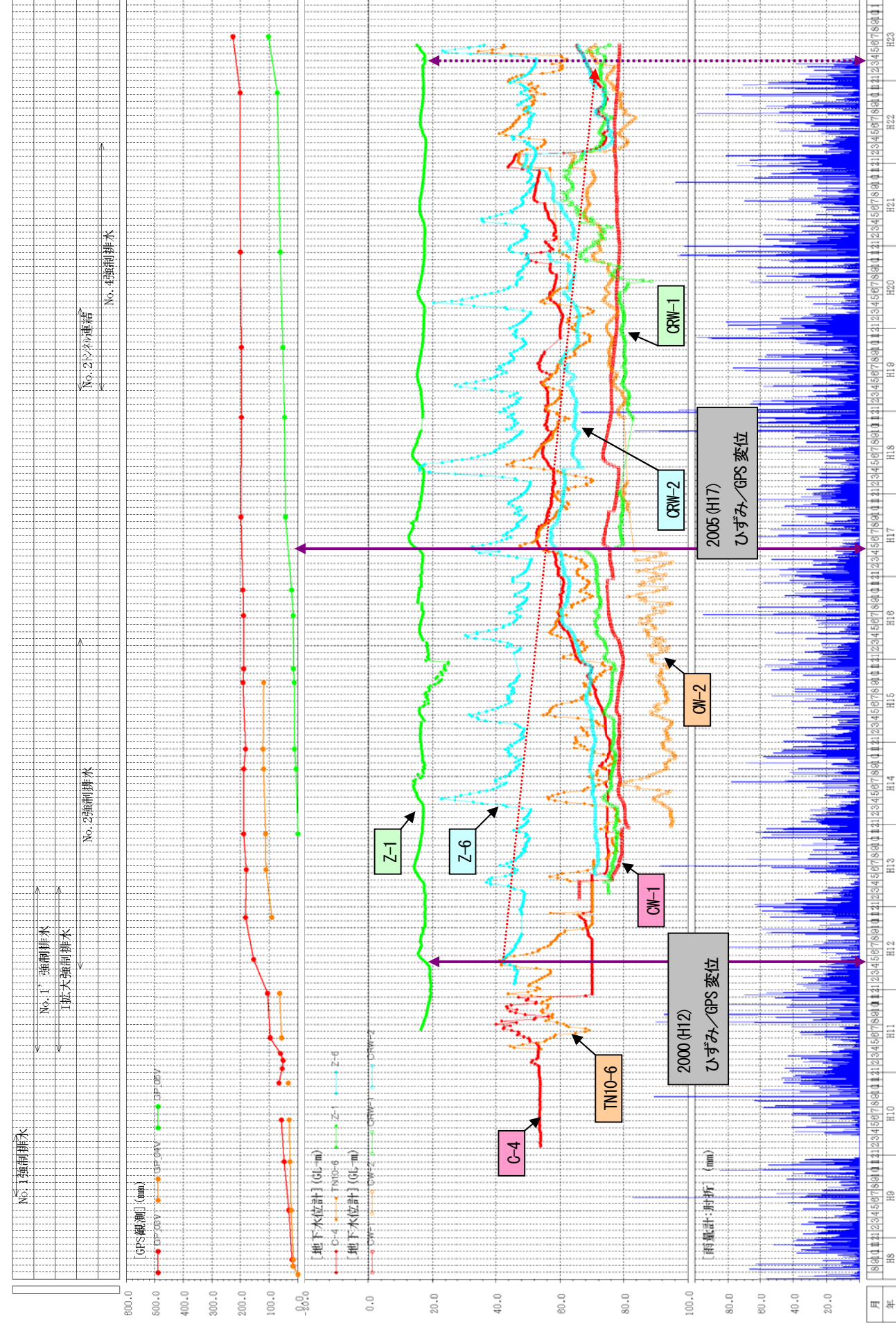


図 2.16 地下水・地表 (GPS) 動態と対策工の関係 (middle)

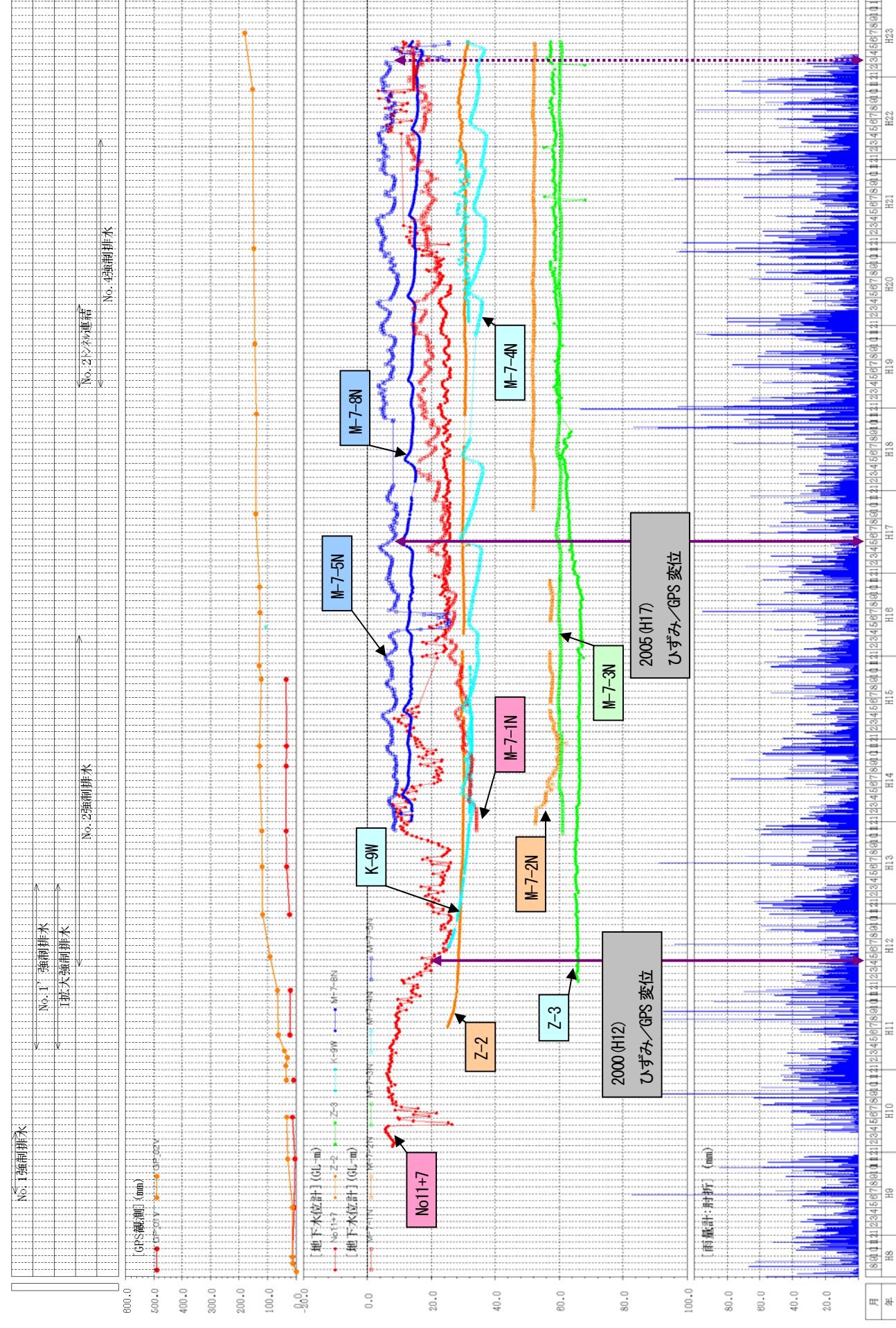
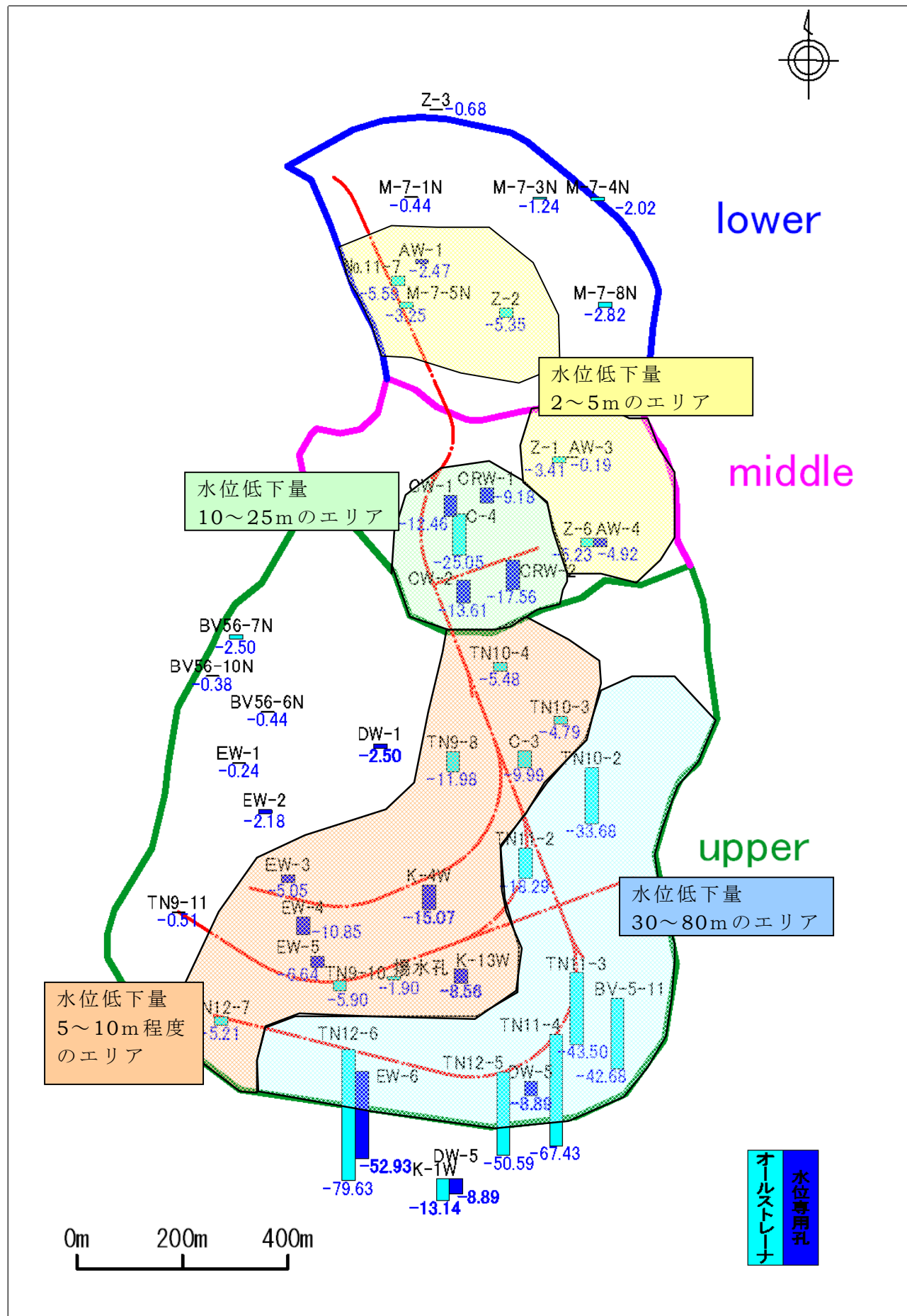


図 2.17 地下水・地表 (GPS) 動態と対策工の関係 (lower)



<地下水排除工と地下水低下>

(1) upper エリア

- ① 2000 (H12) にひずみ計/GPS の変位が確認される時期は、対策工進捗の初期段階にあり、全体に高い地下水位を形成しているが、地下水排除工の進捗にともない、低下量の差はあるものの、全体に水位低下がみられる。
- ② 2005 (H17) にもひずみ変位が一部の孔にひずみの累積がみられるが、地下水位は 2000 (H12) よりも低位である。
- ③ 最上流部の No.2TN から No.1' TN, さらに upper 部の右側壁沿いの水位低下が 30~80m と大きい。
- ④ これに対して、No.1TN, No.4TN 路線沿いは、2~10m 程度、さらに西側 (左側壁側) 低下量は小さい。

(2) middle エリア

- ① 強制排水工を実施した I 拡大ブロック周辺の 10~25m の水位低下を示すが、
- ② ①の東側 (右側壁沿い) のエリアは 2~5m と水位低下は小さく、upper の右側壁側で 40~50m の水位低下を示すのに対して対象的である。

(3) lower エリア

- ① 銅山川右岸沿い (末端部) から右側壁にかけて、2~5m の水位低下がみられる。
- ② 周辺では銅山川右岸沿いの小ブロック対応の地下水排除工 (集水井) が実施されている。

図 2.18 エリアごとの水位低下状況

3. 地下水分布と水収支

3.1 流量観測結果と比流量

3.1.1 流量観測

(1) 観測時期

- ① 2009年12月
- ② 2010年6月
- ③ 2010年1月
- ④ 2011年6月

(2) 観測手法

- ① 直接計量（メスシリンダー、ポリバケツ、ビニール袋）
- ② 間接計量（塩分稀釈法、流速測定法）



図 3.1 メスシリンダーによる計量



図 3.2 ビニール袋による採水



図 3.3 流速計による計測



図 3.4 塩分稀釈法による計測

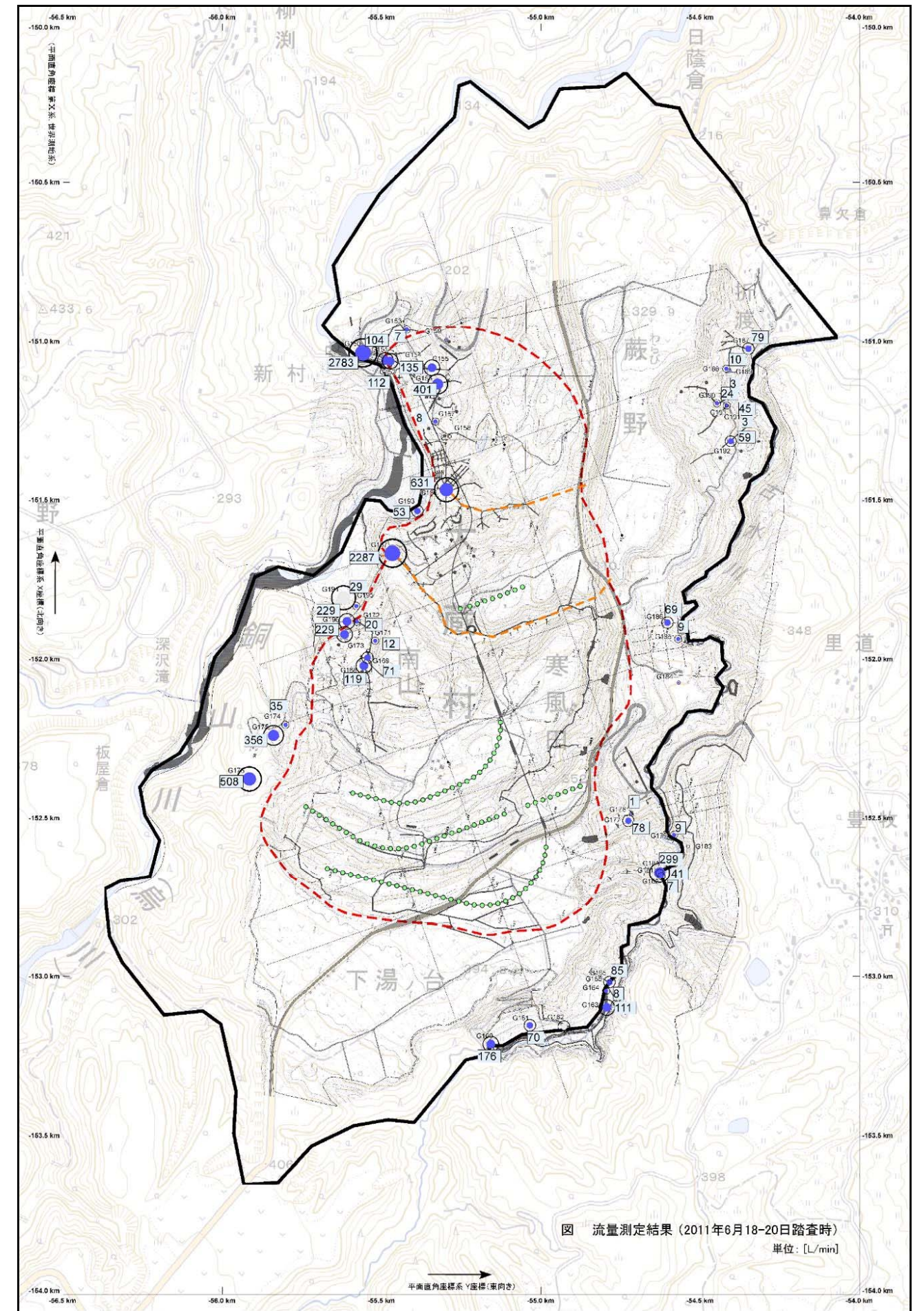


図 3.5 流量測定結果 (2011年6月18-20日踏査)

3.1.2 比流量（2011年6月18-20日の踏査結果より）

比流量を算定するにあたり、銅山川地すべり、および周辺を図 3.7に示すように区分した。この区分は、地形、地すべり移動方向、移動量により区分した概略区分（図 3.6）に概ね対比される。

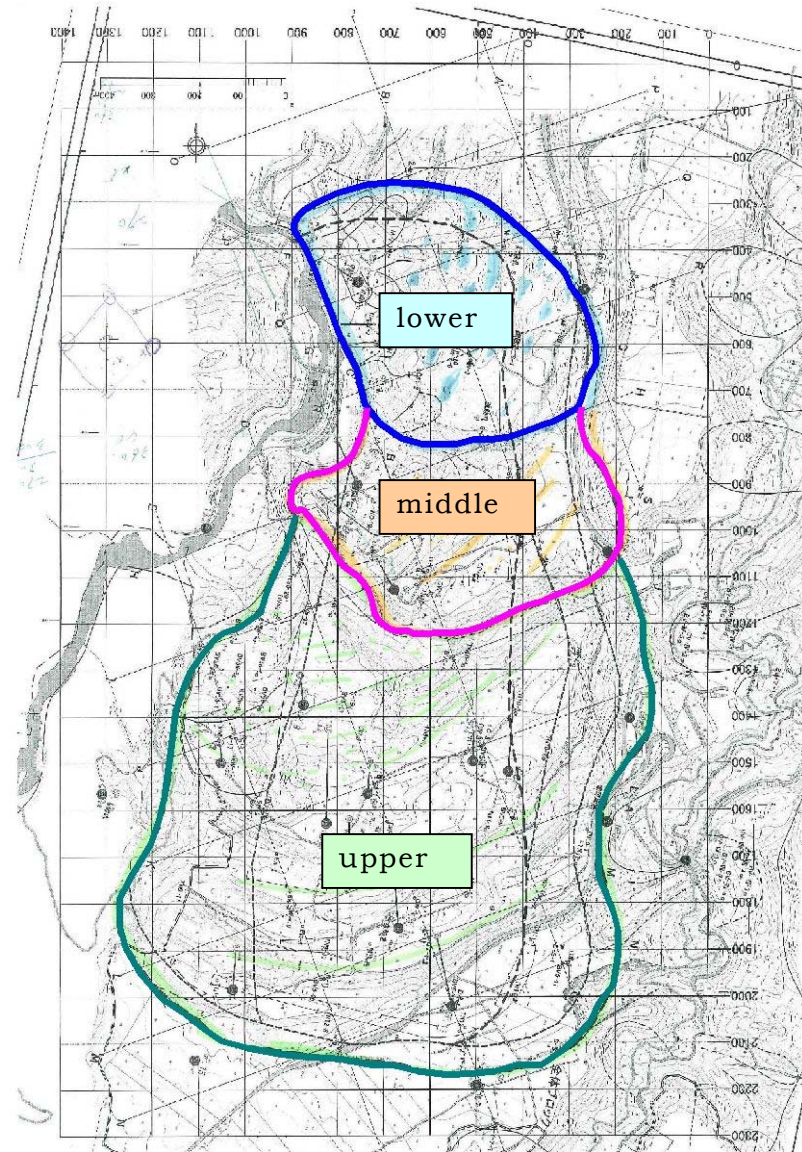


図 3.6 地すべりのブロックが地地形形による

表 3.1 エリア区分と流域区分（比流量）の対比

地形，移動方向，移動量による区分	流域区分と比流量 (mm/日)	流域の特徴	地すべりブロック内の区分
	流域 A' (2.5)	流域 A の古水川側	地すべりブロック外
Lower エリア	流域 A (4.1)	全体ブロック下流域	地すべりの圧縮エリア (移動方向の転向)
Middle エリア	流域 B (3.9)	田尻沢 + 近傍の集水井の流域	
Upper エリア	域 C (7.4~7.9)	泥水沢 + 排水 TN 流域	地すべりの主働エリア

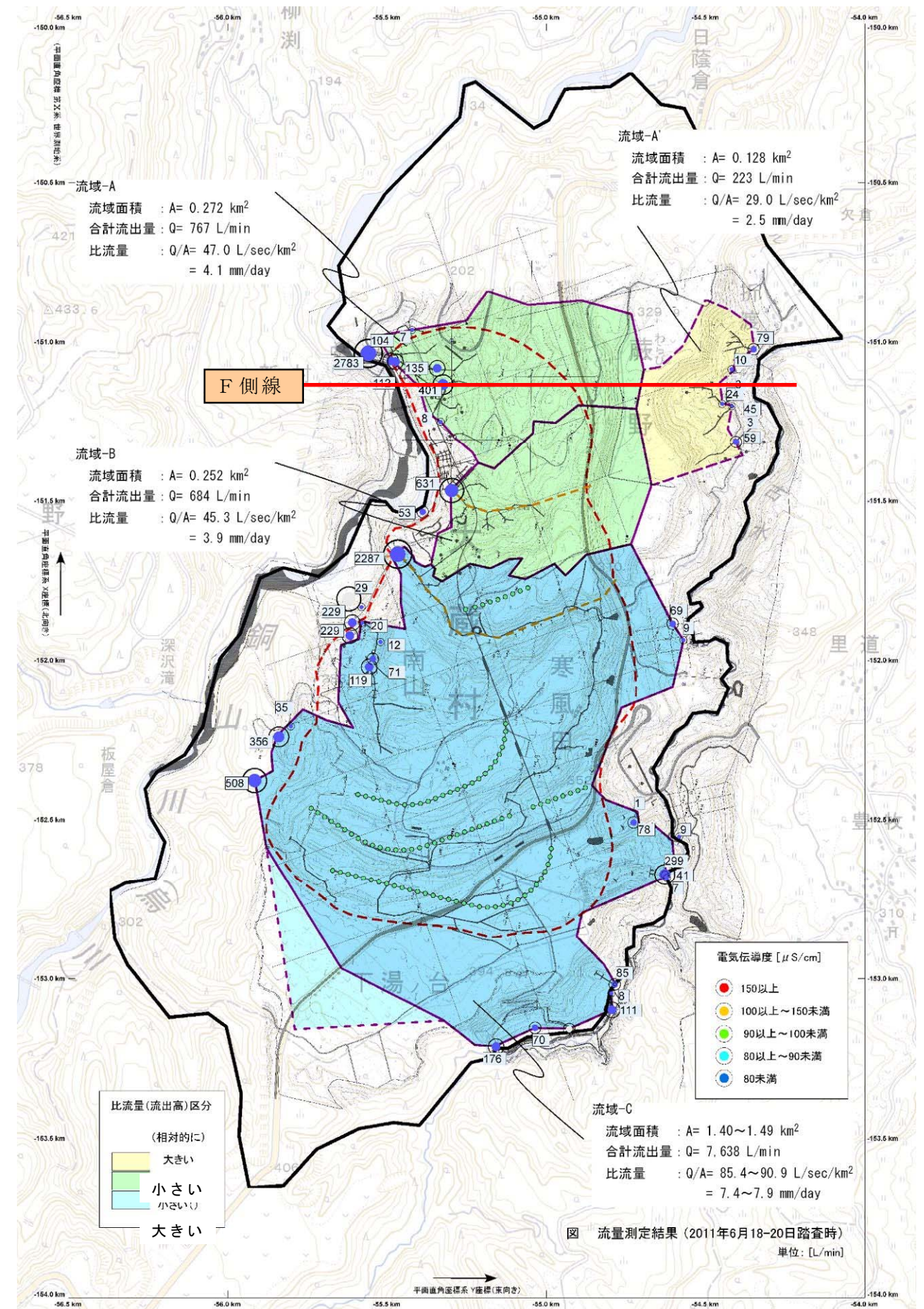


図 3.7 比流量の算定結果（2011年6月踏査結果による）

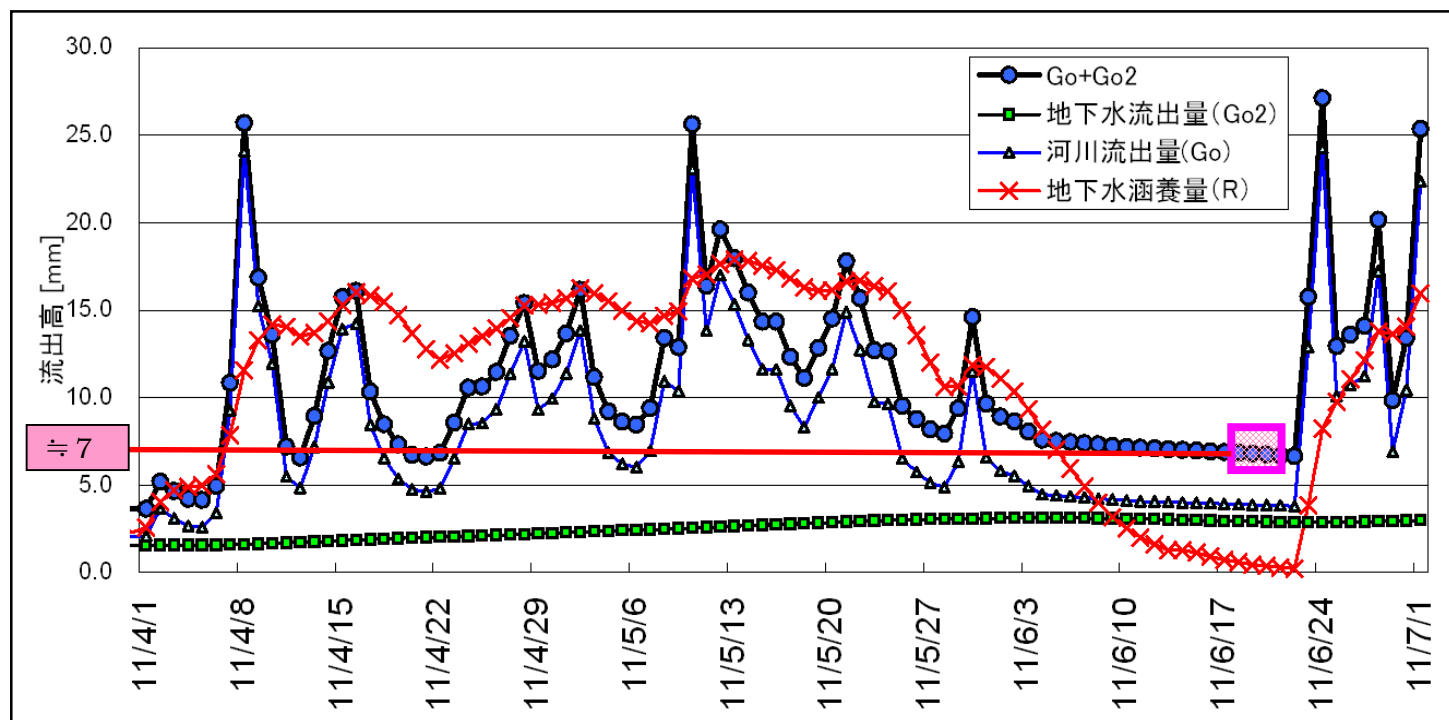


図 3.8 既往タンクモデルによる踏査期間中の流出量再現結果
(G0+G02 が、流域からの流出量 (mm/日))

< 流量観測結果 >

- ① 流域 A, B の比流量は 4mm/日 前後と流域 C の 5 割程度と明らかに小さい。
また、既往のタンクモデル (流域 C 内の観測孔 C-2 での地下水位変動に同定させたモデル) による対象期間の流出量は、 $\approx 7\text{mm/日}$ (6.84~6.75) と比流量の算定結果 (図 3.8) とほぼ一致しており、モデルの再現性の高さが確認された。
- ② 流域 A, B (Lower/Middle エリアに相当) は、流出量が極端に小さく、対象エリアの透水係数が相対的に小さいことが考えられる。
- ③ そして、地すべりブロック外の流域 A' は、流域 C の 3 割程度とさらに小さい。これは、F 側線断面図 (図 3.9) に示すように、シラス底面は凹凸をなし、未風化層上面は銅山川側で逆傾斜をなすものの、銅山川側の湧水標高が古水川側の湧水標高よりも低いために、両者の間で分水嶺をなす台地付近を頂点とする地下水位面の動水勾配は全体的に銅山川側に向き古水川側への湧水量は少なくなることによる。

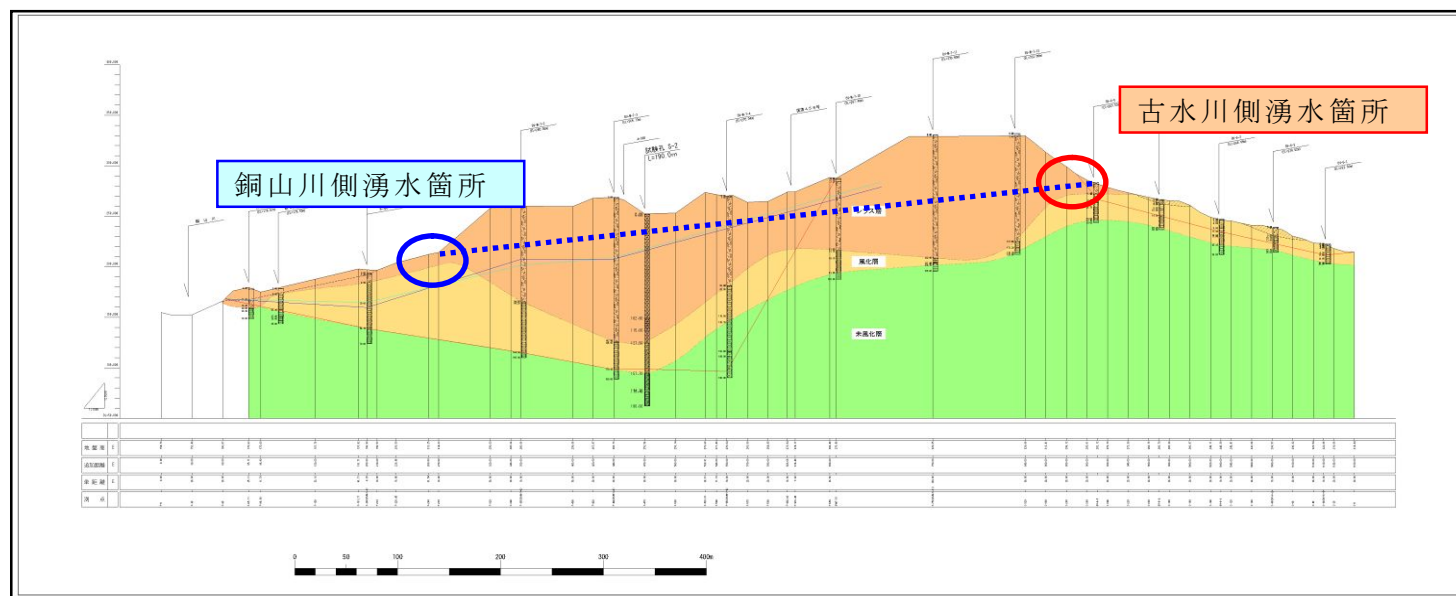


図 3.9 F 側線断面図

3.2 電気伝導度

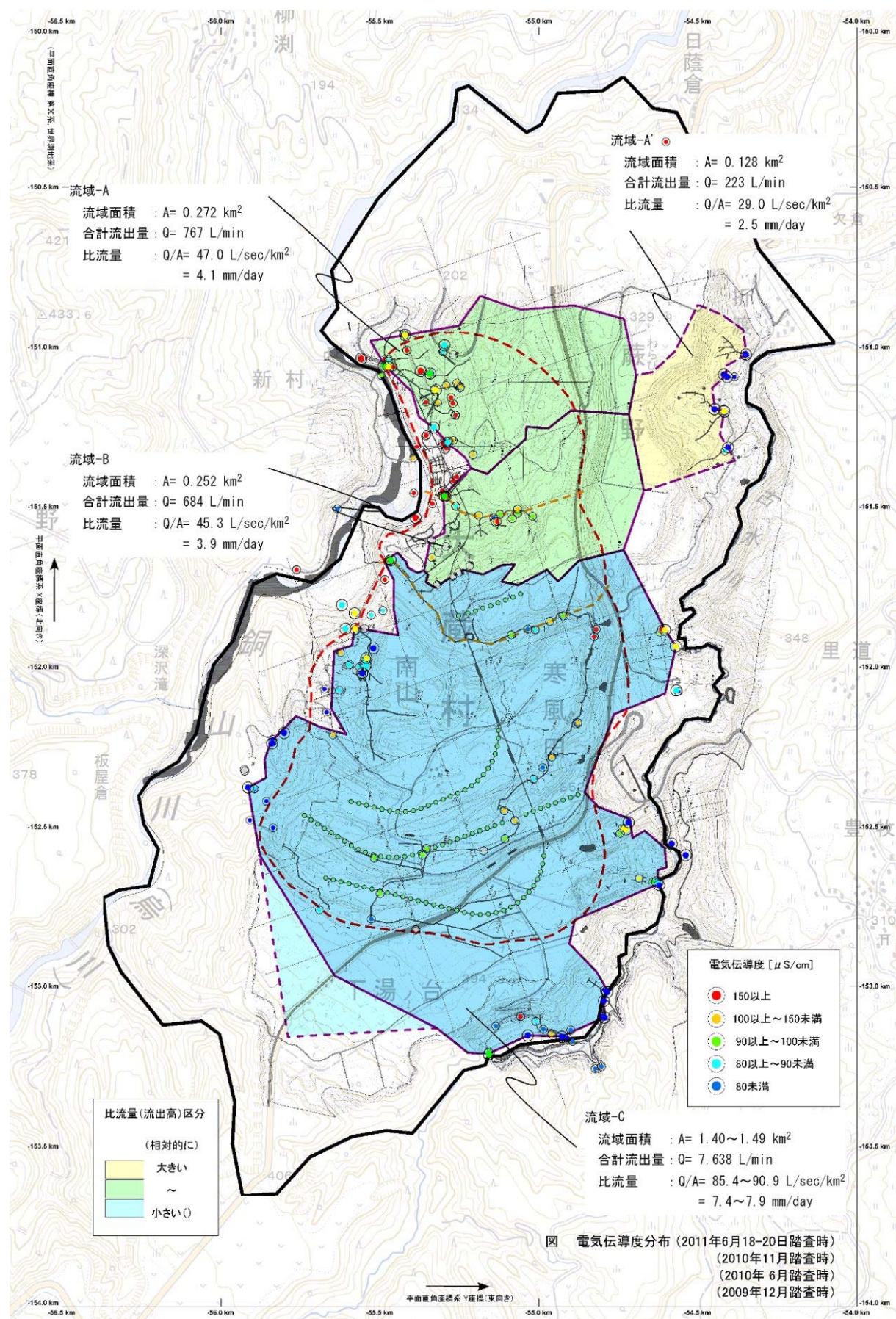


図 3.10 電気伝導度の分布図

< 電気伝導度 >

- ① 高比流量の流域 C では、流域 B との境界に近い一部と、南端の一部に高い電導度を示すが、総じて低い値を示している。
- ② 一方、低比流量を示す流域 A, B において、高い電気伝導度を示している。比流量の高低が透水係数の違いによるものとするれば、地下水の滞留時間の長短が電気伝導度の高低に関連している可能性がある

3.3 揚水試験による地下水の流動特性

1995 (H7) 時点では、現行の全体ブロック滑動が観測されておらず、全体ブロックの滑落崖よりも内側に位置した落差の大きな陥没帯を頭部とするブロックを対象として検討が行われていた。すべり面は、シラス下位の風化岩層内にすべり面を推定してのものもので、シラスから風化岩層内の透水性を考える上で参考となる。

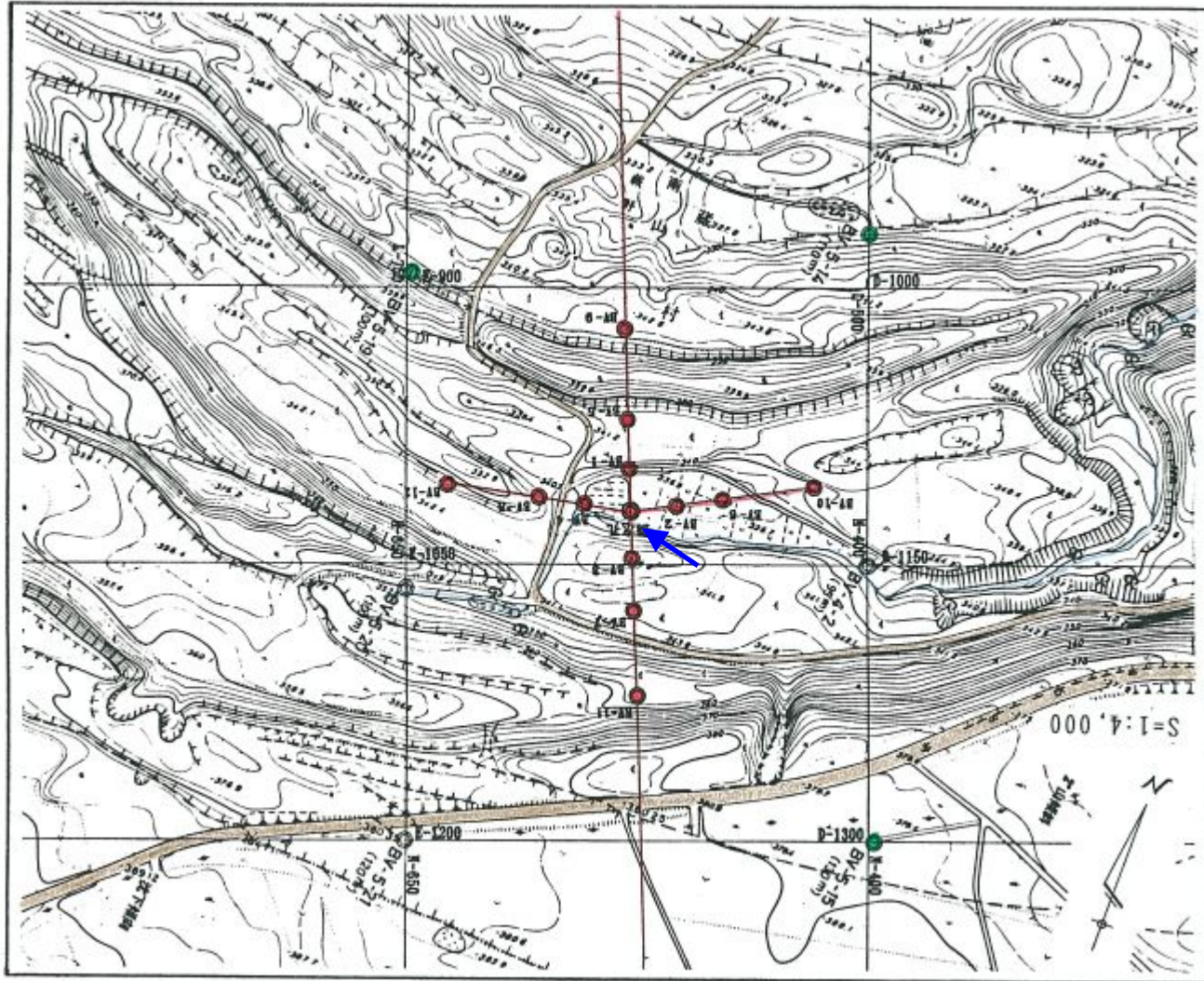


図 3.11 揚水試験実施位置 (揚水孔と水位観測孔 (揚水孔からの距離は 25m, 50m, 100m))

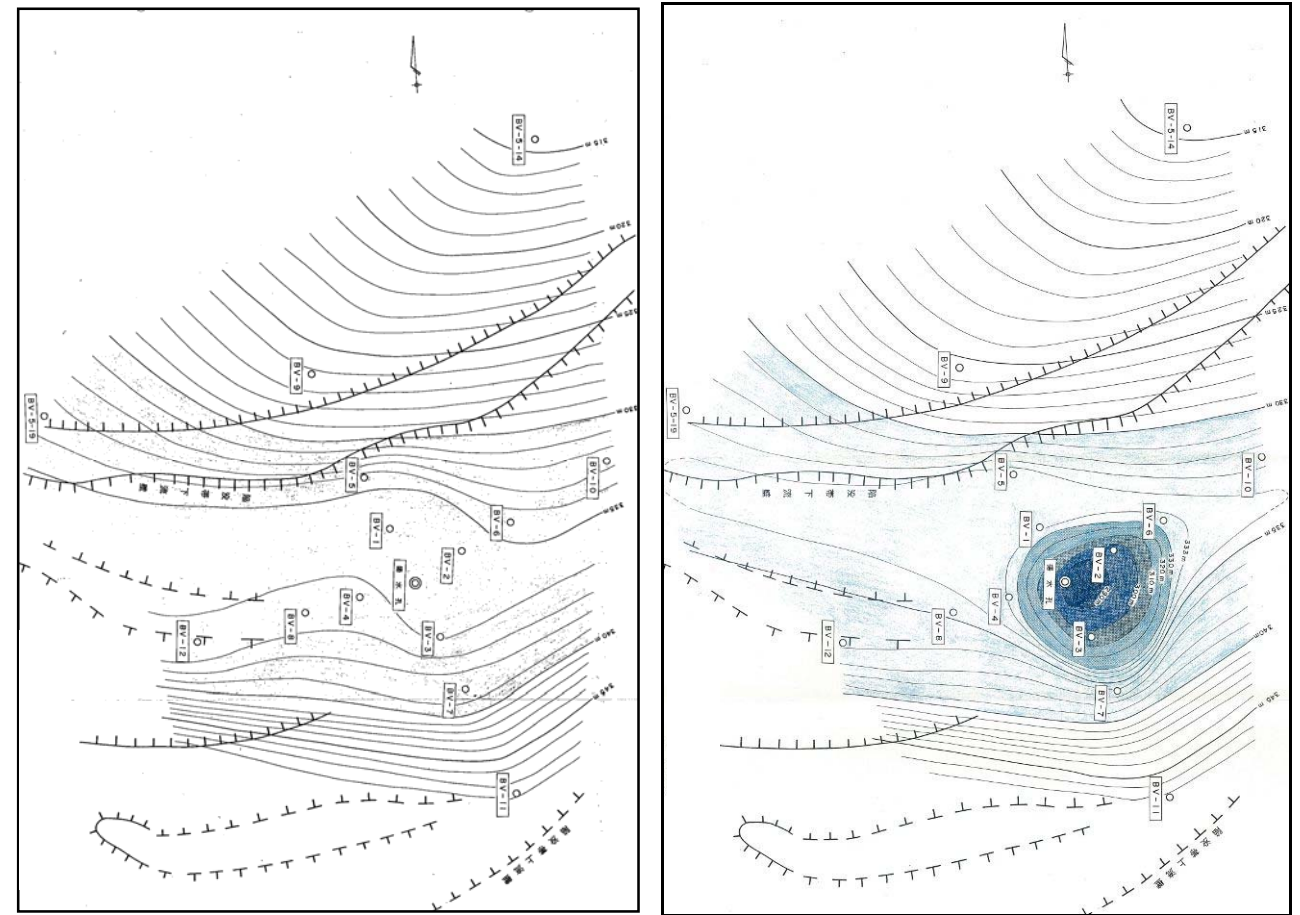


図 3.12 地下水位等高線図 (左: 揚水前, 右: 揚水後)

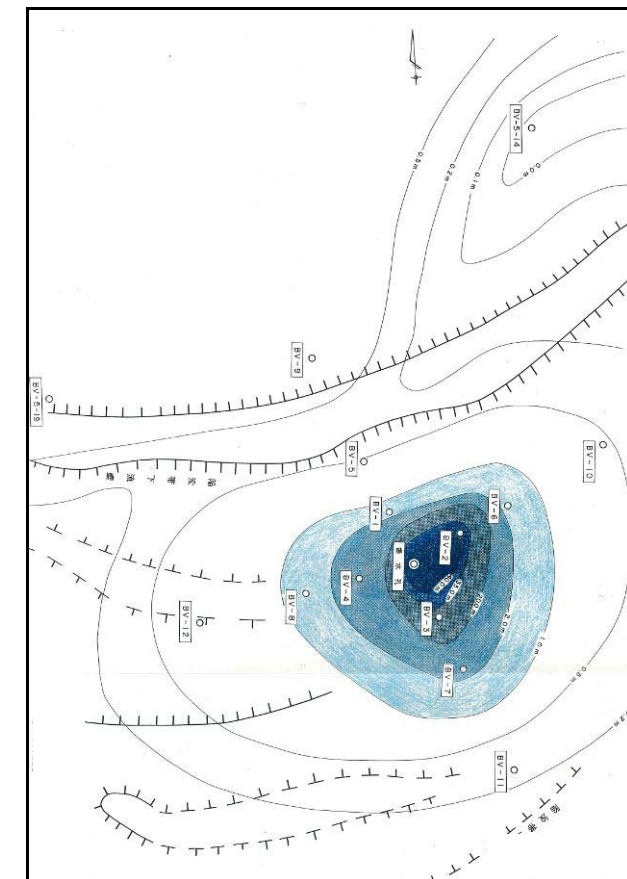


図 3.13 地下水低下量等値線図

表 3.2 観測孔の水位低下高

No.	揚水孔からの距離(mm)	揚水前の水位標高(m)	揚水後の水位標高(m)	水位低下高(m)
揚水孔	0.0	335.30	285.89	49.41
BV-1	26.0	336.44	334.47	1.97
BV-2	24.8	335.23	291.26	43.97
BV-3	25.5	335.93	302.46	33.47
BV-4	25.8	336.23	332.49	3.74
BV-5	51.0	334.20	333.70	0.50
BV-6	50.0	334.22	332.62	1.60
BV-7	50.5	338.63	336.30	2.33
BV-8	51.0	336.12	335.02	1.10
BV-9	102.0	326.07	325.35	0.72
BV-10	100.0	332.62	332.11	0.51
BV-11	100.1	347.39	347.17	0.22
BV-12	101.0	337.40	336.96	0.44

<揚水試験結果>

- ① 揚水試験による影響半径は、 $R = 100\text{ m}$
→ トンネル支線間隔計画の参考
- ② 透水係数は、 $6.76 \times 10^{-4} \sim 6.11 \times 10^{-3}$ (平均 3.39×10^{-3})
→ ・現行計画の地下水低下予測に反映
・浸透流解析の水文条件設定の参考値
- ③ 陥没帯の上下流壁は、涵養壁（上流側）、不透水壁（下流側）とする井戸公式による検討結果と整合的
→ 比流量の大小（upper 大，middle 小）、透水係数大小の可能性（upper 大，middle 小）と調和的か？

表 3.3 揚水試験による境界条件と透水係数

	片側涵養壁 片側不透水壁	両側涵養壁	備考
a1	105.9m	106.4m	揚水孔から上流壁までの距離 地形上の境界面にほぼ適合
b1	46.9m	36.2m	揚水孔から下流壁までの距離 地形上の境界面にほぼ適合
k1	6.76×10^{-4}	2.94×10^{-4}	
k2	6.76×10^{-4}	2.94×10^{-4}	
k3	6.11×10^{-3}	-1.65×10^{-4}	
k4	6.11×10^{-3}	-1.65×10^{-4}	
平均k	3.39×10^{-3}		

表 3.4 直線配置の2孔の組合せから求まる影響圏 (R)

Iライン	BV-6	BV-10	IIライン	BV-7	BV-11	IIIライン	BV-8	BV-12	IVライン	BV-5	BV-9
BV-2	51.97	102.41	BV-3	54.02	101.29	BV-4	68.28	121.90	BV-1	64.34	226.69
BV-6		138.82	BV-7		107.63	BV-8		160.12	BV-5		10.46
		合計:	1207.93								
		平均:	100.7								

4. 地すべり発生機構の再現

4.1 すべり面

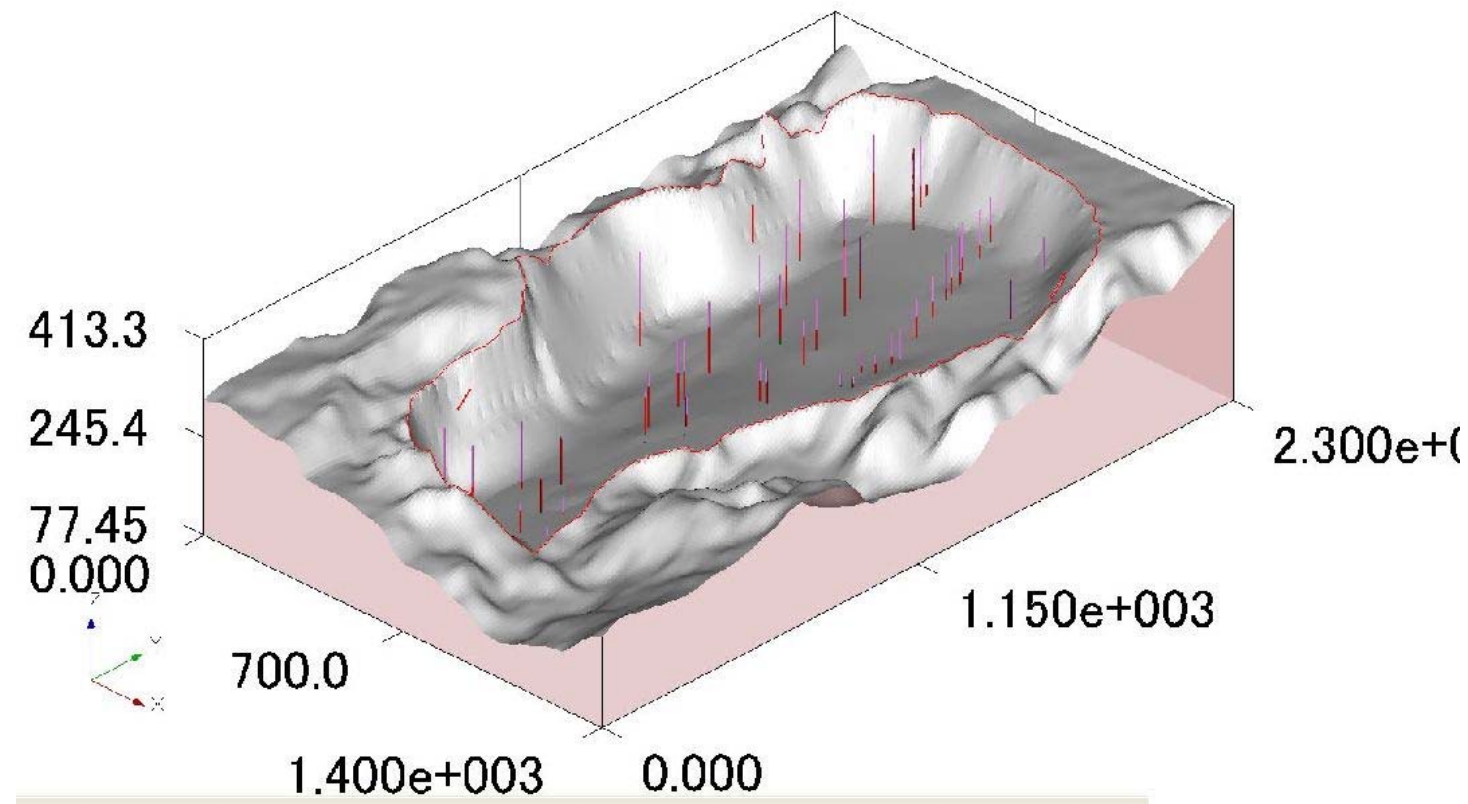


図 4.1 すべり面の三次元構造 (NW 上空より俯瞰)

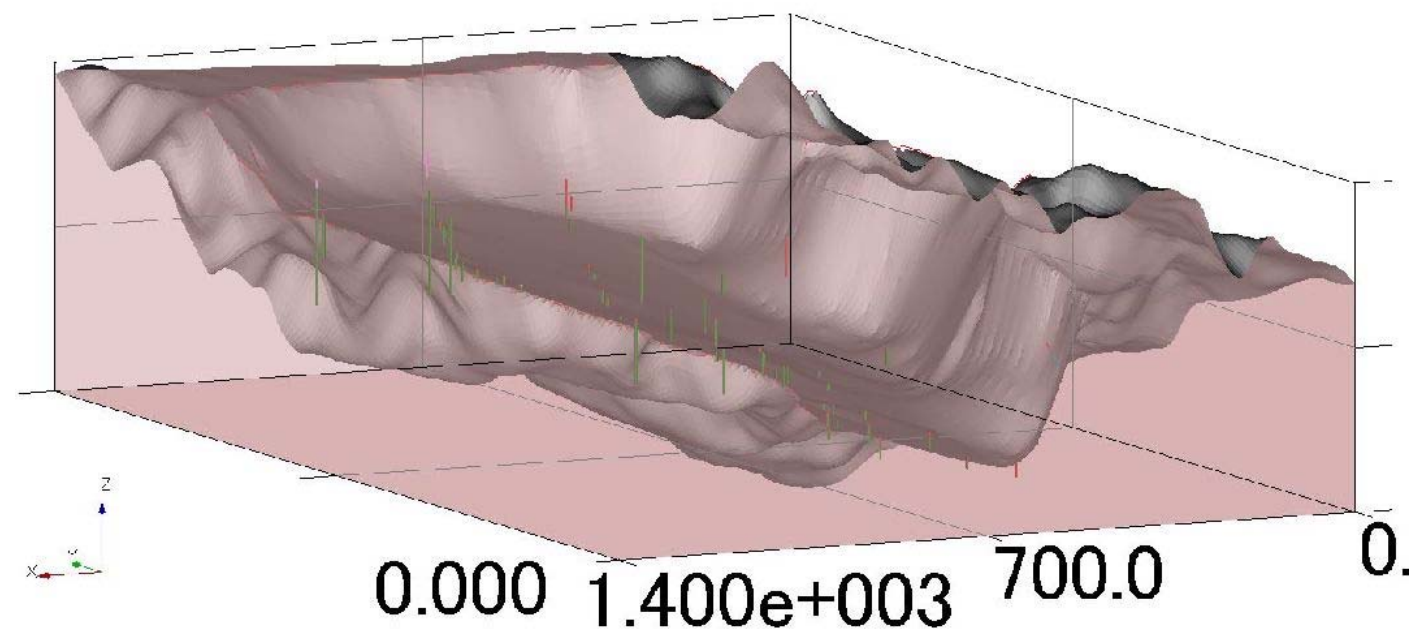


図 4.2 すべり面の三次元構造 (SE 下方より)

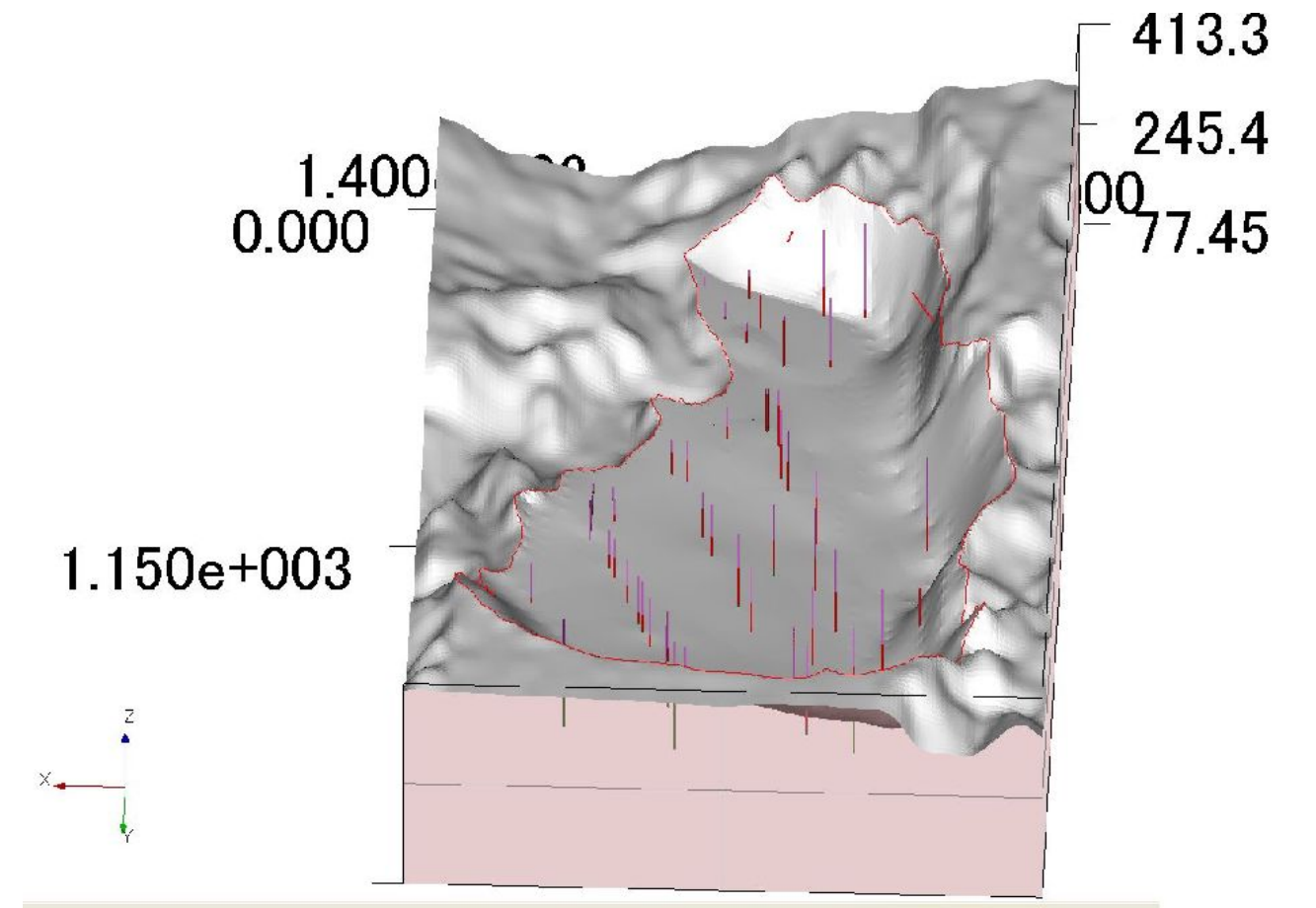


図 4.3 すべり面の三次元構造 (S 上空より俯瞰)

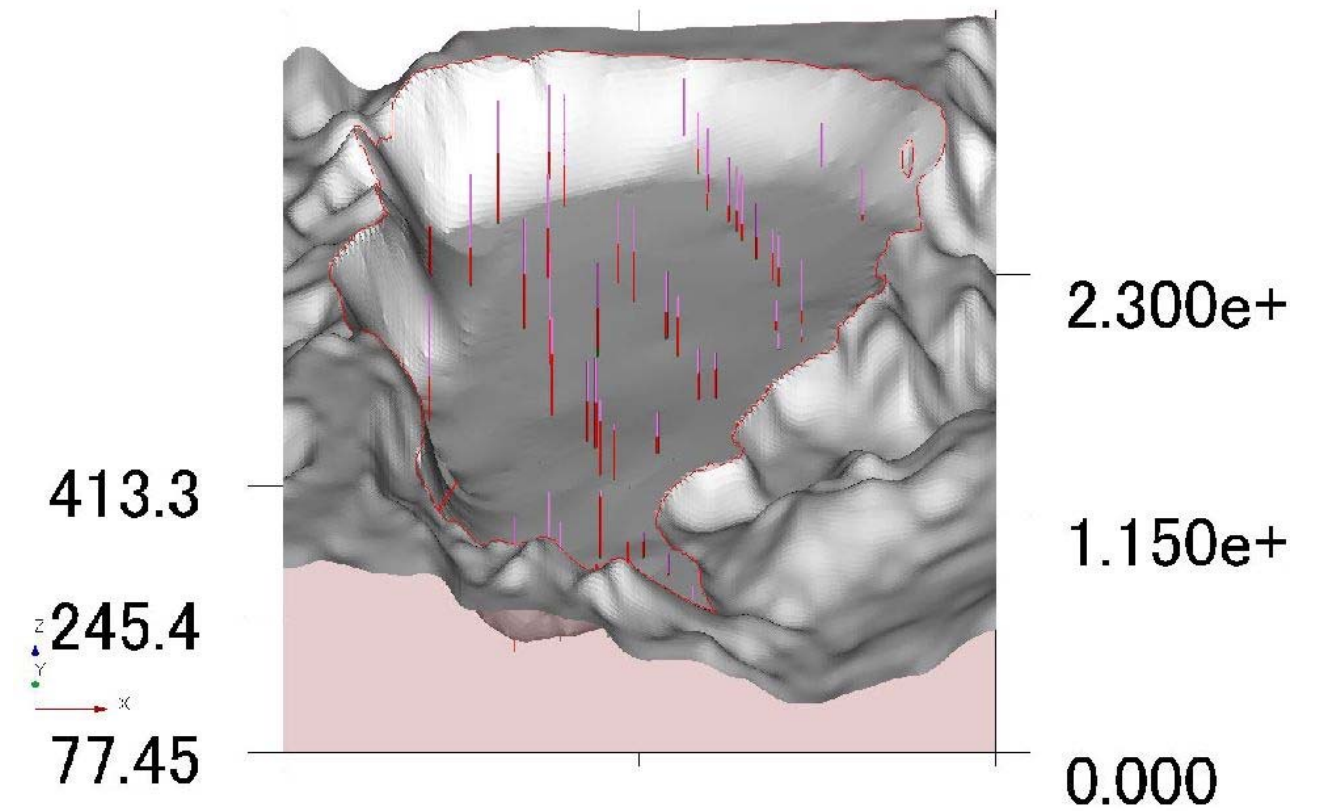


図 4.4 すべり面の三次元構造 (N 上空より俯瞰)

4.2 すべり面の土質定数

これまでのすべり面せん断試験結果を表 4.1に、すべり面の区分を図 4.5～図 4.7に、採用した土質定数を示す。

表 4.1 すべり面せん断試験結果表

試験実施年度	採取場所	土質	深度 (m)	力学特性							
				すべり面せん断試験			リングせん断試験				
				試験時の試料状態	c_r' (kPa)	ϕ_r' (°)	試験時の試料状態	完全軟化強度		残留強度	
				c_p' (kPa)	ϕ_p' (°)	c_r' (kPa)	ϕ_r' (°)				
H16	ボーリングコア	シラス	30～31				シラス(浅)	0	35.15	2.50	32.60
H16			31～32				シラス(深)	0	36.09	4.33	32.15
H21	側壁部							0	34.17	0.00	32.09
H8	T-1	強風化泥岩	0.2				No.T-1				4.10
H9	B	強風化泥岩	42.5	不攪乱	21.48	3.05	No.B				3.24
H9	D-1	強風化泥岩	21				No.D-1			5.69	10.71
H9	D-2	強風化泥岩	21～22	不攪乱	0	5.90	No.D-2B			12.26	11.81
							No.D-2G			7.35	13.74
							No.D-3			5.00	12.80
H9	D-3	強風化泥岩	23	不攪乱	4.41	7.66	No.D-3S			10.00	13.14
H21	S-1	強風化泥岩	128.57	不攪乱	1.79	3.45					
	S-2	強風化泥岩		不攪乱	0	14.63					
	S-3	強風化泥岩		不攪乱	19.39	5.69					
H22	S-4	シラス層内粘土層	71.85	不攪乱	28.21	17.6		0	27.36	0.24	23.92
		風化泥岩	74.05	不攪乱	25.64	12.35					
		風化泥岩	74.48	不攪乱	45.25	12.11					
		風化泥岩	83.1～83.4					0	9.98	3.63	6.01
	S-6	泥岩(褐色)	51.0～51.4					0	17.87	9.77	12.56
		泥岩(褐色)	51.75	不攪乱	7.25	7.21					
		泥岩	89.85	不攪乱	3.60	22.52					
		泥岩	100.0～100.4				0	10.43	9.06	7.98	

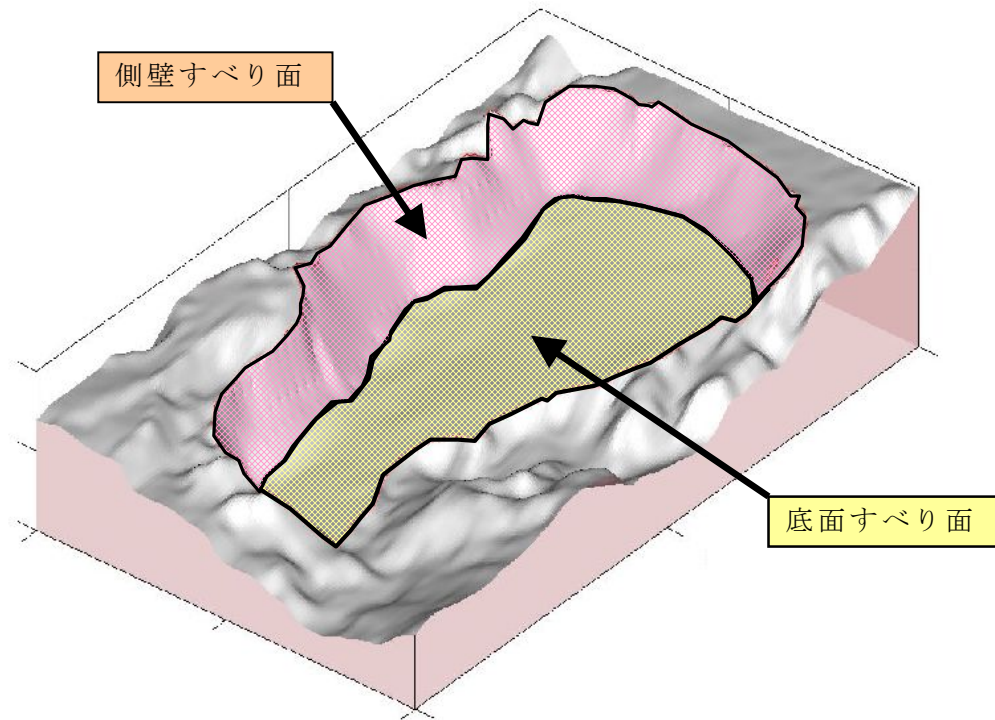


図 4.5 底面すべり面と側壁すべり面の範囲

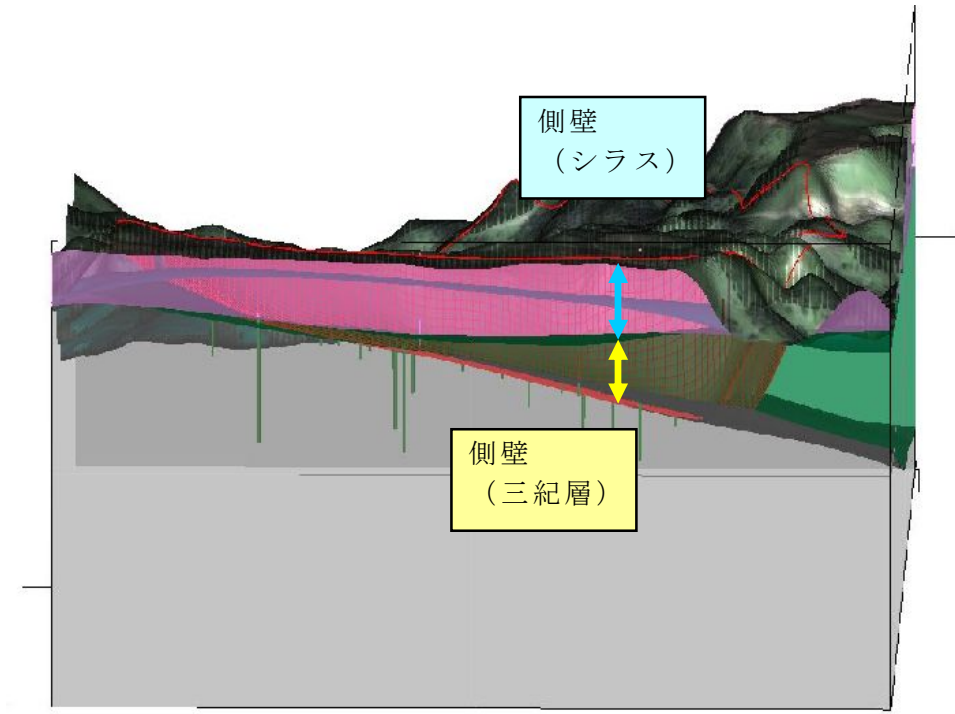


図 4.6 側壁すべり面の区分 (滑落崖)

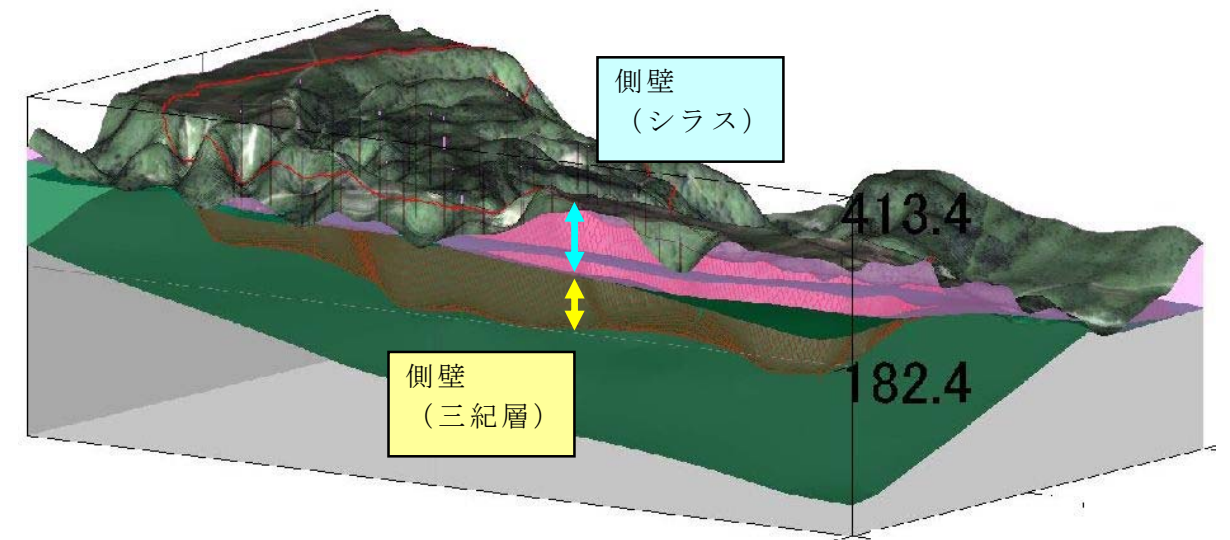


図 4.7 側壁すべり面の区分 (右側壁部)

表 4.2 設計土質定数一覧表

区分	γt (kN/m ³)	c' (kPa)	ϕ' (°)
シラス	18.4	109.7	32
側壁すべり面 (三紀層中)	19.6	10	7.5
底面すべり面 (三紀層上面)	19.6	21	3

4.3 水圧の推定

4.3.1 地下水涵養量の推定

(1) 採用気象データ

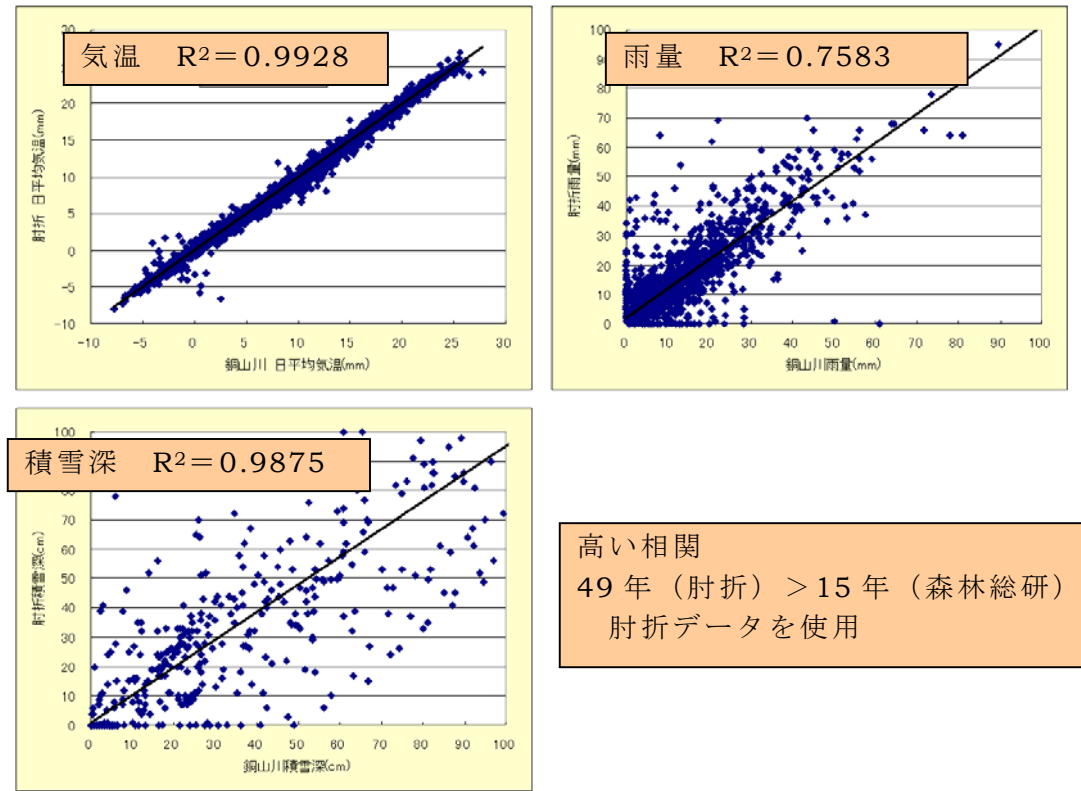


図 4.8 気象庁肘折データ（1962～）と森林総研データ（1996/8～2006/6）

(3) 応答モデルと涵養量の推定

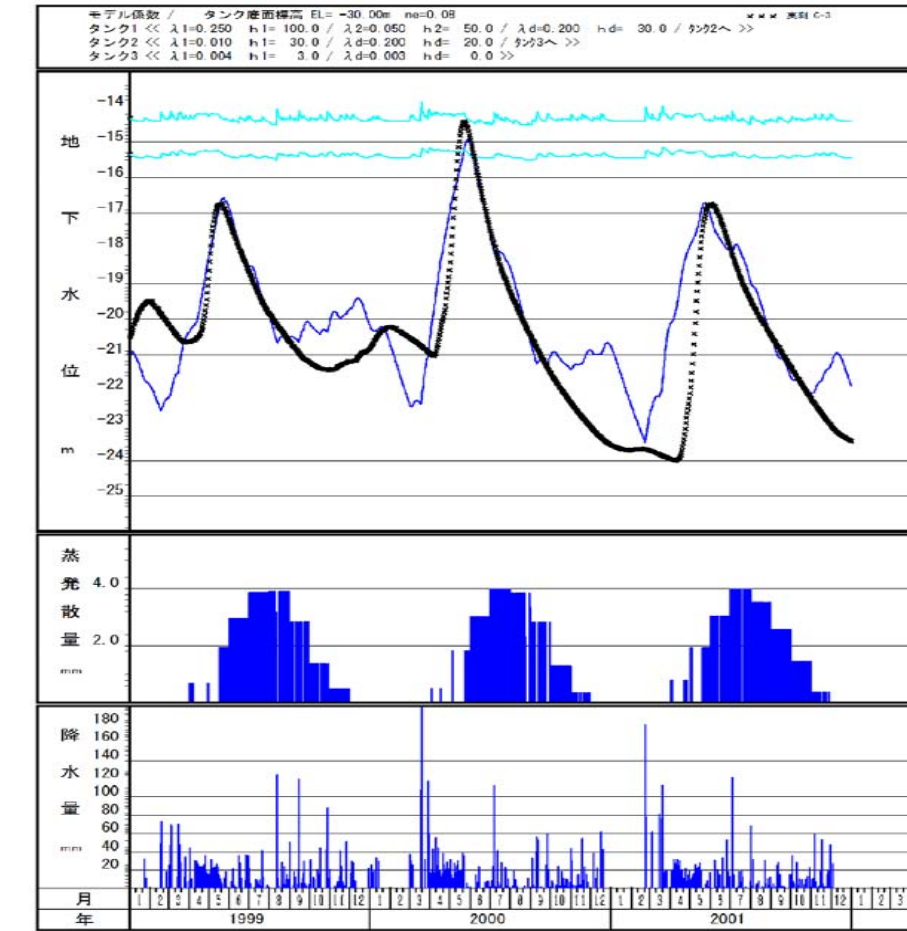


図 4.10 直列3段モデルによるC-3孔の地下水位変化の再現結果

(2) タンクモデル

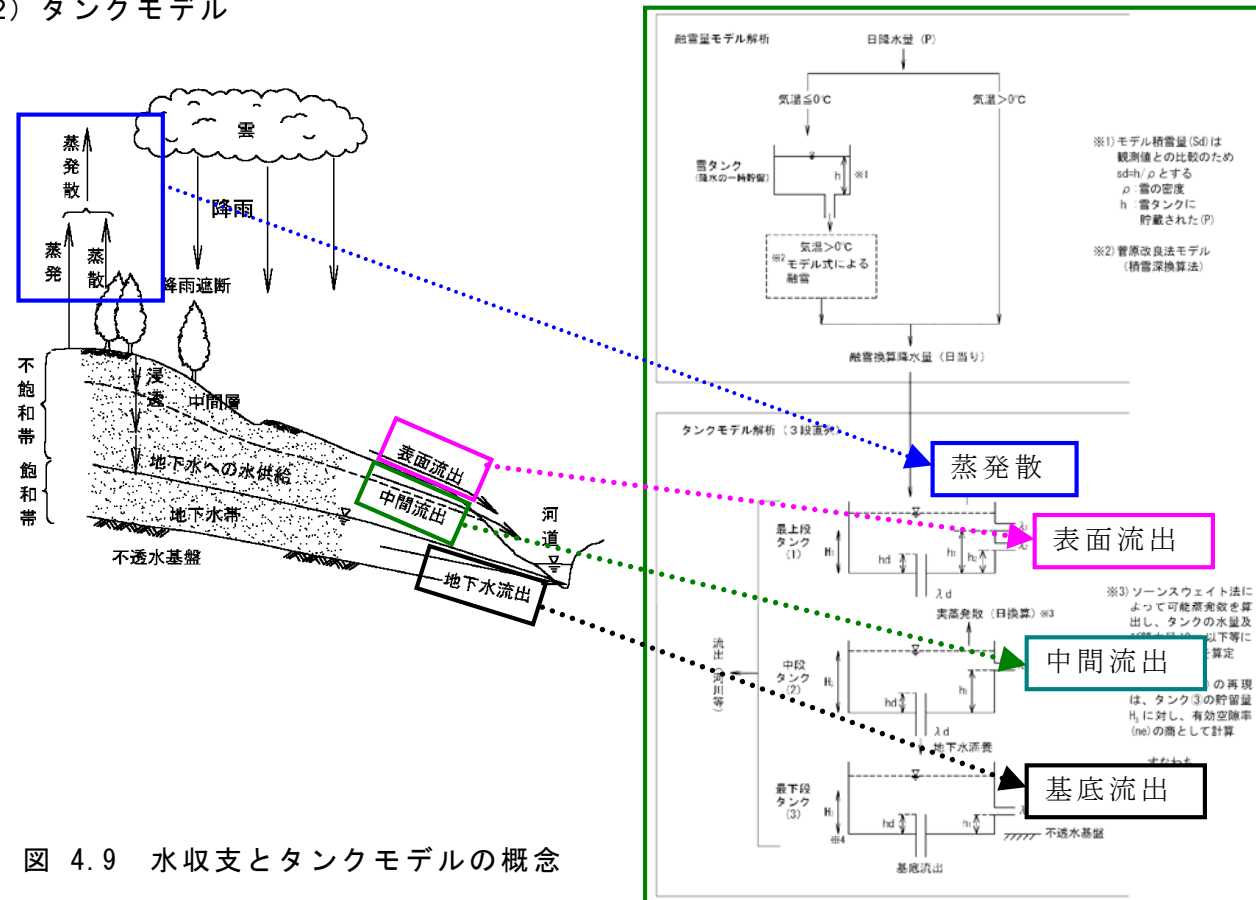


図 4.9 水収支とタンクモデルの概念

表 4.3 涵養量の検討結果

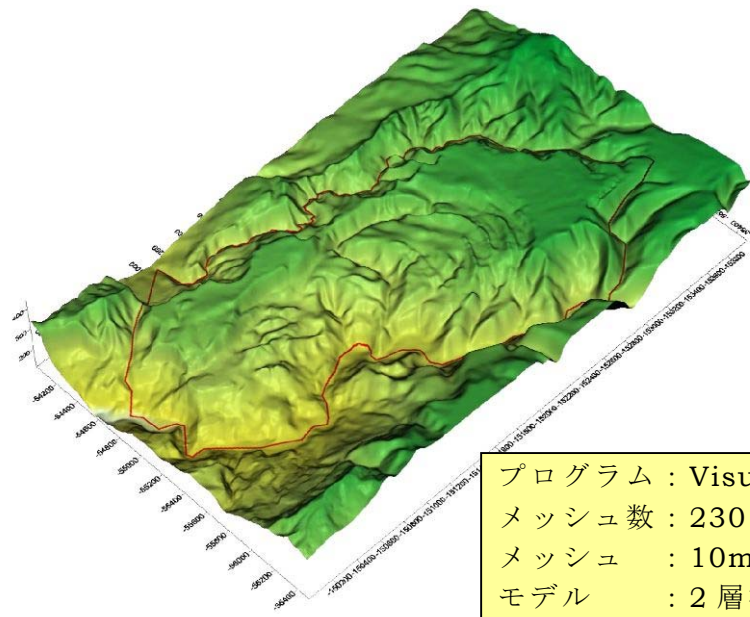
水収支		融雪換算 降水量(P)	可能蒸発散量 (Ep)	実蒸発散量 (E)	河川流出量 (Go)	地下水涵養量 (R)	地下水流出量 (Go2)
1962-2009	Σ	133,742	25,257	18,287	77,536	88,335	37,931
	割合	100%	19%	14%	58%	66%	28%
1962-2010	Σ	136,759	26,345	19,092	78,986	89,993	38,626
	割合	100%	19%	14%	58%	66%	28%

流出量 (E+Go+Go2)		地下水貯留量 (R-Go2)	
1962-2009	133,754	1962-2009	50,404
割合	100%	割合	38%
1962-2010	136,704	1962-2010	51,367
割合	100%	割合	38%

年月日	融雪換算 降水量(P)	可能蒸発散量 (Ep)	実蒸発散量 (E)	河川流出量 (Go)	地下水涵養量 (R)	地下水流出量 (Go2)
2000/3/29	117.50	0	0	26.15	13.5	2.20
2000/3/30	60.10	0	0	29.36	16.6	2.23
2000/3/31	59.30	0	0	30.80	19.2	2.27
2000/4/1	16.10	0.5039	0	18.55	19.6	2.32
2000/4/2	11.60	0.5039	0	11.05	18.9	2.36
2000/4/3	0.00	0.5039	0.5039	5.96	17.4	2.39
2000/4/4	20.00	0.5039	0	6.27	16.4	2.43
2000/4/5	42.20	0.5039	0	13.42	16.7	2.46
2000/4/6	17.10	0.5039	0	10.17	16.5	2.49
2000/4/7	13.90	0.5039	0	7.60	16.0	2.52
2000/4/8	16.30	0.5039	0	7.03	15.5	2.55
2000/4/9	24.00	0.5039	0	9.08	15.4	2.58
2000/4/10	54.40	0.5039	0	19.33	16.7	2.61
2000/4/11	24.60	0.5039	0	15.51	17.2	2.64
2000/4/12	20.40	0.5039	0	12.34	17.1	2.68
2000/4/13	43.10	0.5039	0	17.63	17.8	2.71
2000/4/14	15.70	0.5039	0	12.05	17.5	2.75
2000/4/15	19.00	0.5039	0	10.26	17.1	2.78
2000/4/16	11.40	0.5039	0	7.07	16.4	2.81
Σ	586.7	0.5	0	243.5	307.8	45.6
割合	100%	0%	0%	41%	52%	8%

4.3.2 浸透流解析

(1) ソフトと計算メッシュ



プログラム：Visual MODFLOW
 メッシュ数：230 (EW) × 350 (NS)
 メッシュ：10m × 10m × 10m
 モデル：2層構造

- ・ 上層（第一レイヤー：地表面～すべり面までの深い方）
 透水係数をレイヤー内で違えることで、シラス底面以深を表現
- ・ 下層（第二レイヤー：上層の下面～EL.0m）

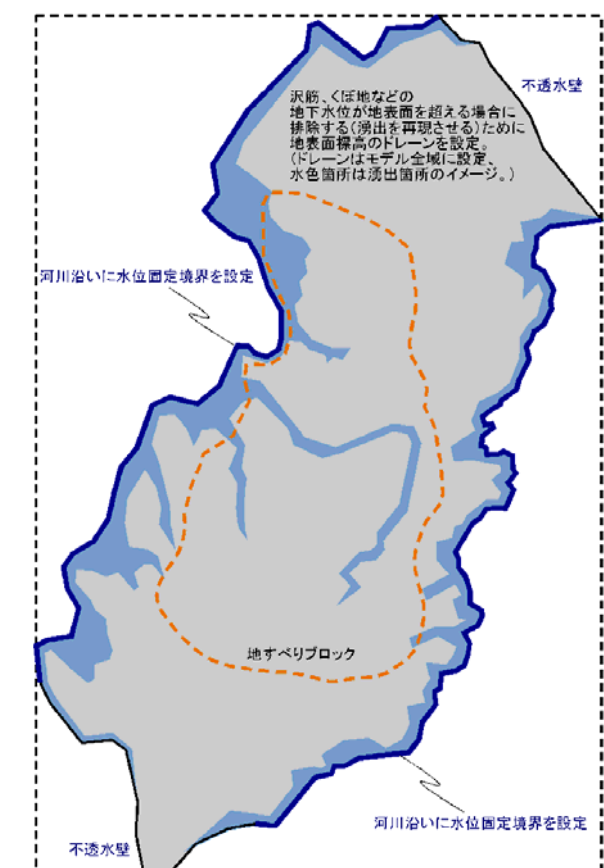
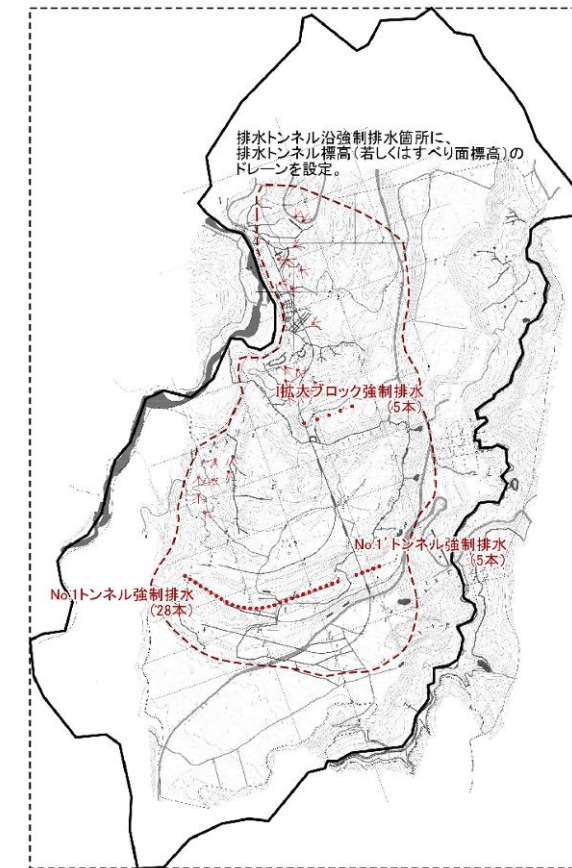


図 4.11 縁辺部での境界条件
 4.12地下水排除工設定箇所 (H12 臨界当時)

(2) 水理定数

表 4.4 地質区分と水理定数 (H17 森林総研調査報告書より)

地質区分	透水係数(cm/sec)	有効間隙率	比貯留係数
火砕流堆積物層	5.0×10^{-4}	0.3	5.0×10^{-5}
凝灰質砂岩層	1.0×10^{-5}	0.15	1.0×10^{-5}
砂質泥岩層	1.0×10^{-6}	0.1	1.0×10^{-5}
すべり層	1.0×10^{-5}	0.15	1.0×10^{-5}

表 4.5 浸透流解析での水理定数の設定 (探索) 範囲と最終設定値

設定箇所 (層区分)	透水係数 (cm/sec) キャリブレーションによる探索範囲		現段階での同定値	
	Kx, ky	kz	Kx, ky	kz
シラス層 (上層)	$1.0 \times 10^{-4} \sim 8.0 \times 10^{-4}$	$8.0 \times 10^{-5} \sim 5.0 \times 10^{-4}$	8.0×10^{-4}	8.0×10^{-5}
岩盤層 (下層)	$1.0 \times 10^{-5} \sim 8.0 \times 10^{-5}$	$8.0 \times 10^{-6} \sim 5.0 \times 10^{-5}$	8.0×10^{-5}	8.0×10^{-6}

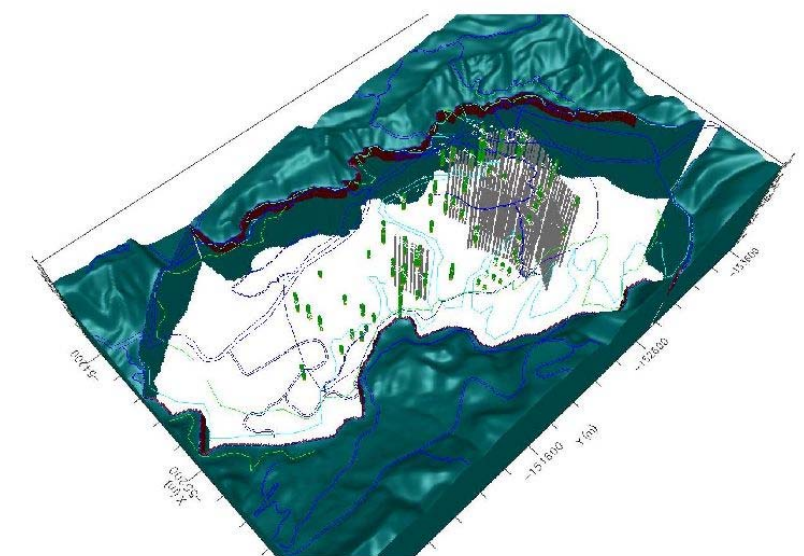
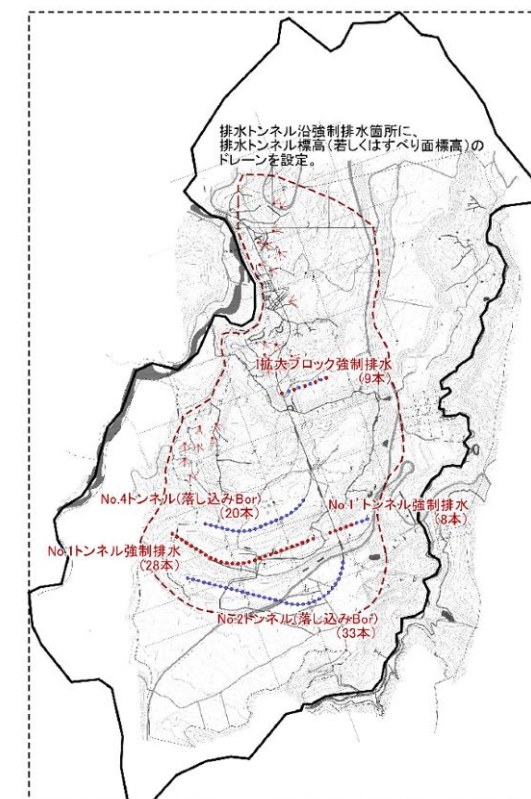


図 4.13 地下水排除工設定箇所 (H22)

図 4.14 MODFLOWによる地下水排除工設定 (H22)

表 4.6 パラメータを変えた複数ケースでのキャリブレーション結果 (H21)

Test Model	探索パラメータ											再現状況		Memo			
	透水係数 [cm/sec]				コンダクタンス [m ² /day]							排水量 実測比	地下水位 全観測孔34点				
	k1x,y	k1z	k2x,y	k2z	No.1TN	No.1TN	拡大	No.2TN	No.4TN	集水井 グループ①	集水井 グループ②		集水井 グループ③		RMS [m]	Normalized	
H12_model(1)	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁵	1	1	1				1	1	1	86%	19.220	9.8%	
H12_model(2)	5.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁵	1	1	1				1	1	1	85%	13.189	6.8%	上層の透水係数を大きく
H12_model(3)	5.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁵	5.0×10 ⁻⁵	1	1	1				1	1	1	108%	12.821	6.6%	下層の透水係数を大きく
H12_model(4)	5.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁵	5.0×10 ⁻⁵	1	1	1				1	1	1	107%	12.765	6.5%	上層の透水係数に異方性を
H12_model(5)	5.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁵	1	1	1				1	1	1	97%	12.341	6.3%	下層の透水係数に異方性を
H12_model(6)	8.0×10 ⁻⁴	1.0×10 ⁻⁴	5.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁵	1	1	1				1	1	1	94%	12.198	6.2%	上層の異方性を強く
H12_model(7)	8.0×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁵	5.0×10 ⁻⁵	1.0×10 ⁻⁵	1	1	1				1	1	1	94%	12.191	6.2%	上層の異方性を強く
H12_model(8)	8.0×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁵	8.0×10 ⁻⁵	8.0×10 ⁻⁶	1	1	1				1	1	1	92%	11.980	6.1%	下層の異方性を強く
H12_model(9)	8.0×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁵	8.0×10 ⁻⁵	8.0×10 ⁻⁶	1	1	1.2				1	1	1	96%	11.958	6.1%	集水井毎のコンダクタンスを調整
H12_model(10)	8.0×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁵	8.0×10 ⁻⁵	8.0×10 ⁻⁶	1	1	1.5				1	1.5	3	101%	11.551	5.9%	集水井毎のコンダクタンスを調整

排水トンネル系統に関する見直しに対する割合
 検証対象箇所地下水分布幅(再現範囲の地下水面の起伏幅)に対する割合

表 4.7 パラメータを変えた複数ケースでのキャリブレーション結果 (H22.11 踏査時点)

Test Model	探索パラメータ											再現状況		Memo			
	透水係数 [cm/sec]				コンダクタンス [m ² /day]							排水量 実測比	地下水位 全観測孔34点				
	k1x,y	k1z	k2x,y	k2z	No.1TN	No.1TN	拡大	No.2TN	No.4TN	集水井 グループ①	集水井 グループ②		集水井 グループ③		RMS [m]	Normalized	
H22_model(1)	8.0×10 ⁻⁴	8.0×10 ⁻⁵	5.0×10 ⁻⁵	5.0×10 ⁻⁶	1	1	1.5	1	1		1	1.5	3	125%	26.862	18.2%	涵養量: 直前10日平均2981.1mm/y
H22_model(2)	6.0×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁶	1	1	1.5	1	1		1	1.5	1	119%	25.370	17.2%	← EW-6, TN-12-6を除いた評価
H22_model(3)	6.0×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁶	1	1	1.8	0.8	0.9		1	1.6	0.6	109%	24.316	16.4%	← EW-6, TN-12-6を除いた評価
H22_model(4)	6.0×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁶	1.1	1	2	0.7	0.8		1	1.6	0.6	98%	24.145	16.3%	← EW-6, TN-12-6を除いた評価
H12_model(11)	6.0×10 ⁻⁴	6.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁵	3.0×10 ⁻⁶	1.1	1	2	-	-		1	1.6	0.6	117%	11.493	5.9%	既往モデルの透水係数、コンダクタンスを修正、改めて境界時の再現計算を行った結果。(涵養量: 15日間平均)

H22現況再現では「実測排水量」、境界時再現では「想定量」に対する割合
 検証対象箇所地下水分布幅(再現範囲の地下水面の起伏幅)に対する割合

表 4.8 三次元浸透流解析による検討ケース一覧表

検討Case (Model名称)		涵養条件	涵養量	
			[mm/15day]	[mm/年]
H12当時の排除工	DouzanRinkai_H12	H12融雪期(臨界条件)	257.9	6274.4
未対策 (既設集水井あり)	DouzanMutaisaku_030	30年確率	335.1	8154.1
	DouzanMutaisaku_050	50年確率	346.9	8441.2
	DouzanMutaisaku_100	100年確率	362.5	8820.8
現況地下水排除工	DouzanGenkyou_030	30年確率	335.1	8154.1
	DouzanGenkyou_050	50年確率	346.9	8441.2
	DouzanGenkyou_100	100年確率	362.5	8820.8
最終計画 (現況+計画排除工)	DouzanKeikaku_030	30年確率	335.1	8154.1
	DouzanKeikaku_050	50年確率	346.9	8441.2
	DouzanKeikaku_100	100年確率	362.5	8820.8

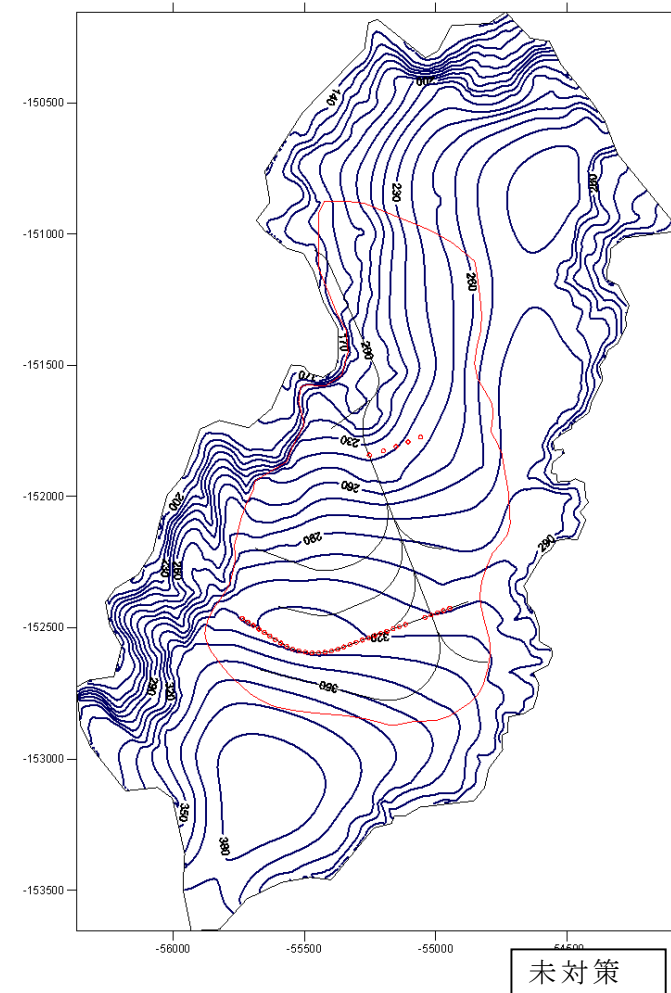


図 4.15 三次元地下水解析結果 (臨界再現)

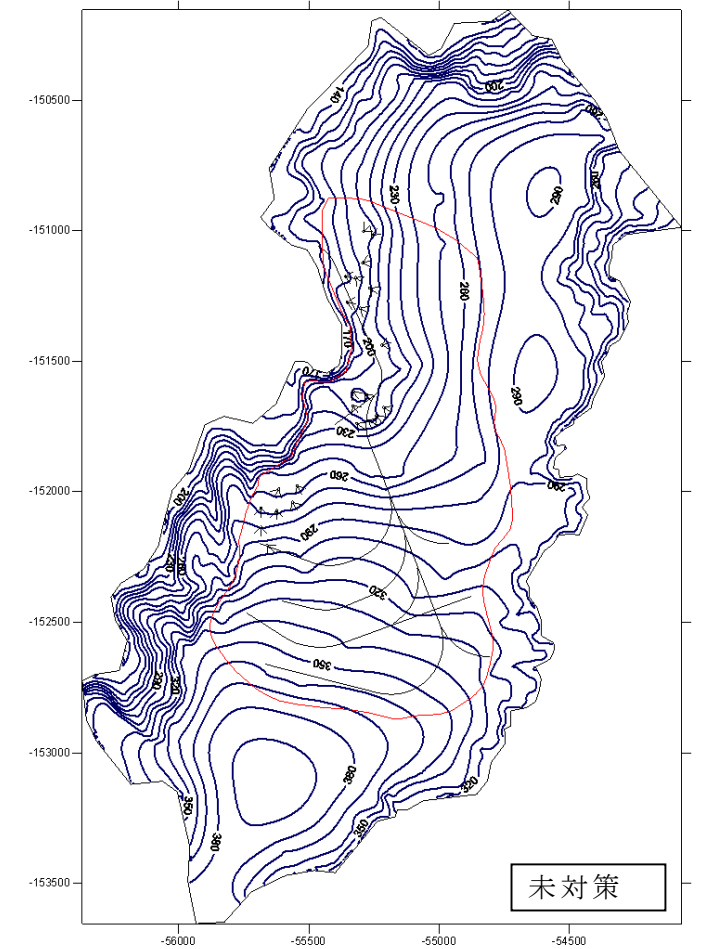


図 4.16 三次元地下水解析結果 (30年確率再現)

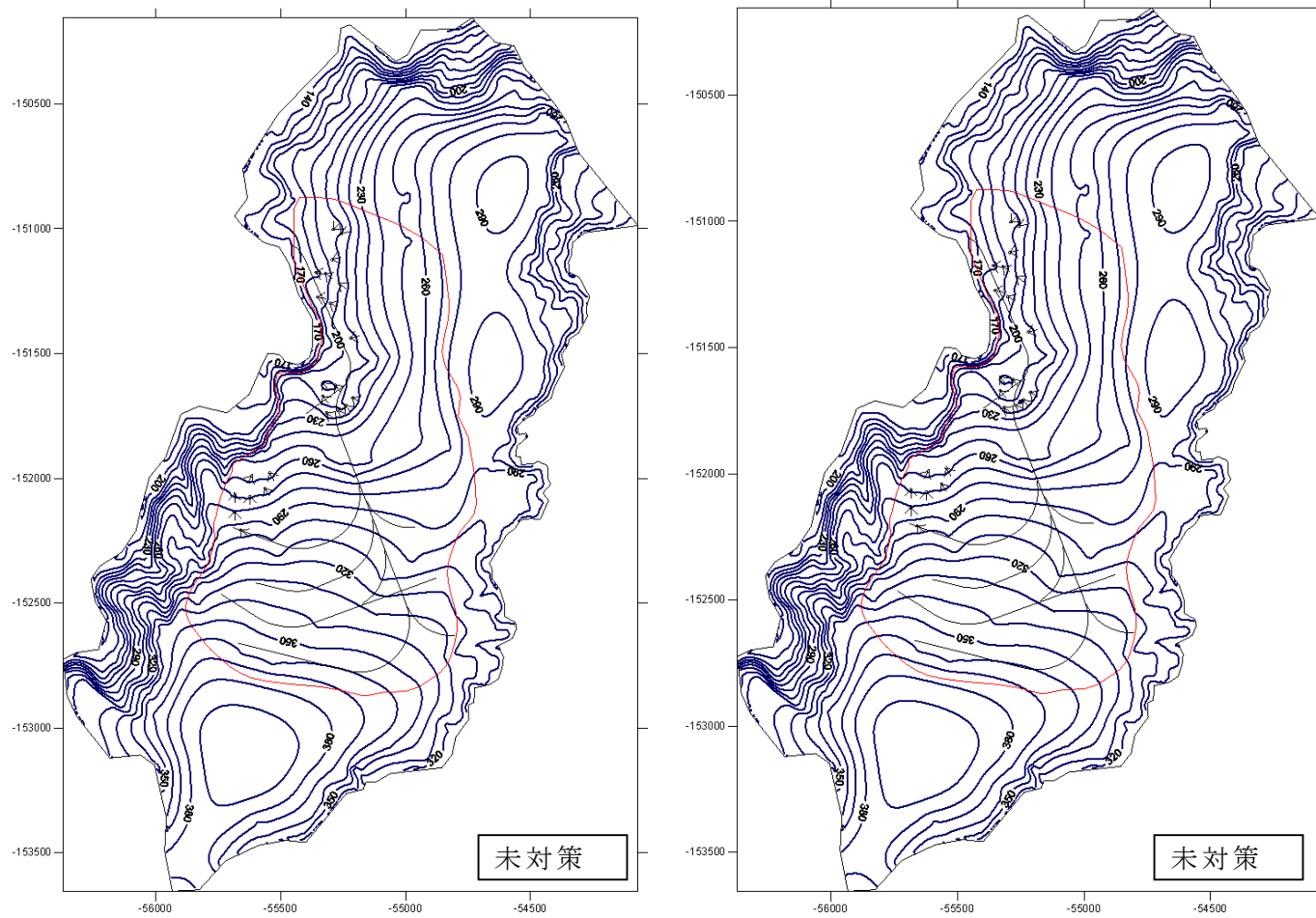


図 4.17 三次元地下水解析結果（50年確率再現） 図 4.18 三次元地下水解析結果（100年確率再現）

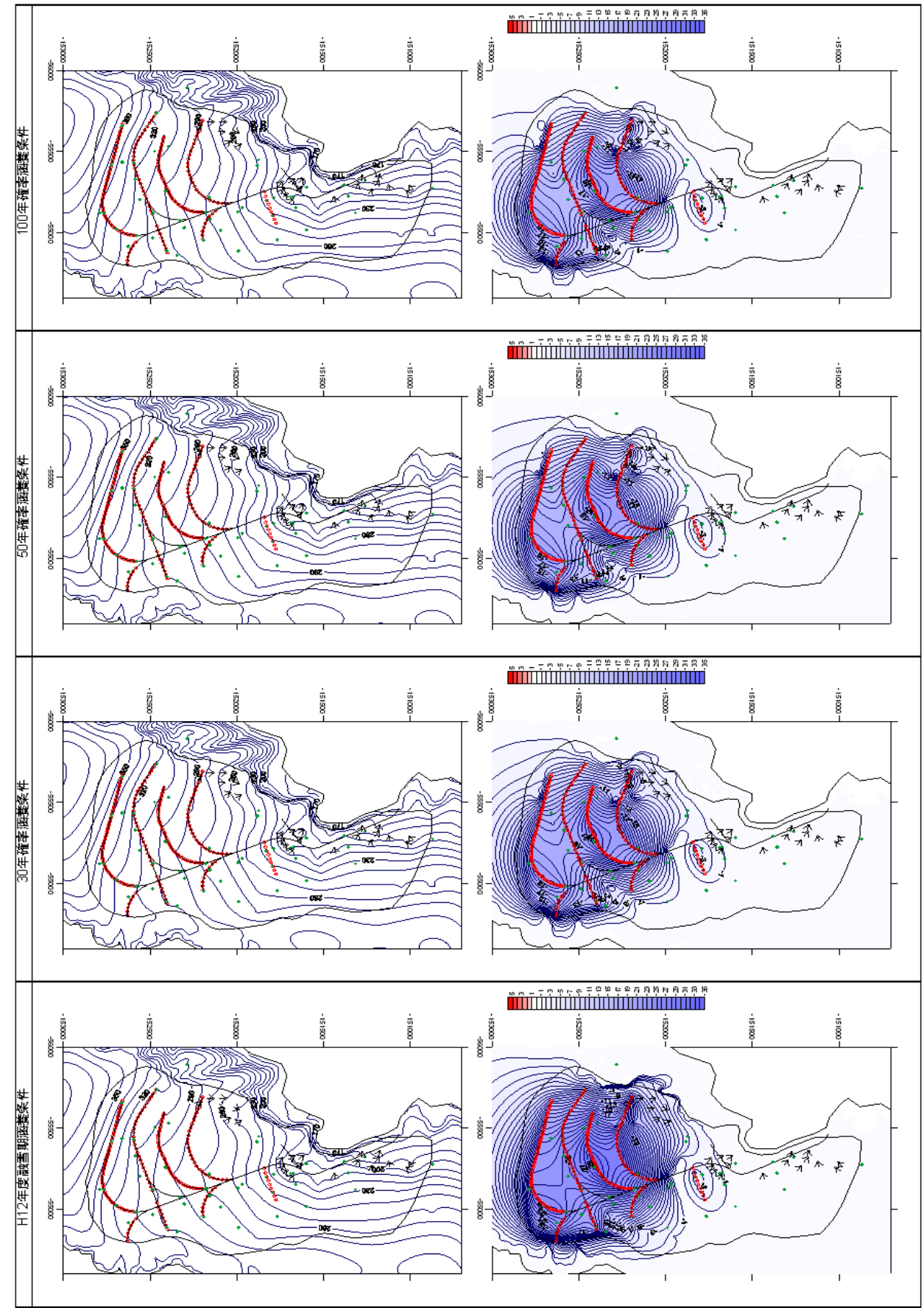


図 4.19 三次元地下水解析結果の比較（現行計画の地下水排除工を実施した場合の地下水分布と H12年当時の地下水排除工での地下水分布の水位差）

表 4.9 検討ケースごとの水収支（モデル解析結果）一覧

排除工配置	涵養条件	未対策 (既設集水井を除く)					現況地下水排除工					最終計画 (現況+計画排除工)			
		H12融雪期	H12融雪期	1/30確率	1/50確率	1/100確率	H22年11月	H12融雪期	1/30確率	1/50確率	1/100確率	H12融雪期	1/30確率	1/50確率	1/100確率
	地下水涵養量 [mm/年]	6,274	6,274	8,154	8,441	8,821	2,981	6,274	8,154	8,441	8,821	6,274	8,154	8,441	8,821
	モデル範囲への地下水涵養総量 [L/min]	49,429	49,429	64,237	66,499	69,489	23,485	49,429	64,237	66,499	69,489	49,429	64,237	66,499	69,489
地下水排水量 (計算結果)	No.1TN	4,019	0	0	0	0	2,207	3,389	3,630	3,651	3,679	2,977	3,269	3,309	3,358
	No.1'TN	727	0	0	0	0	796	996	1,035	1,038	1,042	851	916	925	935
	拡大ブロック	725	0	0	0	0	1,049	1,156	1,183	1,187	1,192	1,110	1,139	1,143	1,148
	No.2TN	0	0	0	0	0	869	1,425	1,617	1,633	1,656	2,035	2,426	2,483	2,551
	No.4TN	0	0	0	0	0	926	1,377	1,501	1,513	1,528	1,820	2,150	2,195	2,251
	集水井_(田尻沢北)	4,255	4,283	4,544	4,570	4,600	3,220	4,240	4,510	4,536	4,566	4,230	4,500	4,528	4,558
	集水井_(田尻沢-泥水沢間)	2,534	2,811	2,985	3,011	3,041	1,860	2,385	2,564	2,590	2,624	2,321	2,510	2,538	2,572
	集水井_(泥水沢南)	1,249	1,507	1,590	1,600	1,612	695	1,187	1,282	1,294	1,307	918	1,133	1,160	1,192
	No.3TN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	450	627	633
No.5TN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	635	674	678	684
No.6TN	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,663	1,819	1,839	1,864
排水量合計	[L/min]	13,508	8,601	9,120	9,181	9,253	11,621	16,154	17,322	17,441	17,593	19,012	21,165	21,432	21,754
	(地下水涵養量に対する割合)	27.3%	17.4%	14.2%	13.8%	13.3%	49.5%	32.7%	27.0%	26.2%	25.3%	38.5%	32.9%	32.2%	31.3%

(踏査時)

4.4 地下水排除工計画と評価

4.4.1 現行の対策工計画と進捗

No.	種別	計画安全率	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
			平成8年	平成9年	平成10年	平成11年	平成12年	平成13年	平成14年	平成15年	平成16年	平成17年	平成18年	平成19年	平成20年	平成21年	平成22年	平成23年
1	No.1強制排水工 28基	F= 1.000		←→														
	No.1強制排水工トンネル連結																	
2	トンネル立上ボーリング 50基	F= 1.005			←→													
3	No.1'強制排水工 8基	F= 1.009			←→	←→												
	No.1強制排水工トンネル連結																	
4	I拡大ブロック強制排水工 9基	F= 1.013			←→	←→												
5	No.2強制排水工 33基	F= 1.036					←→	←→										
	No.2強制排水工トンネル連結 33基																	
6	No.3強制排水 7基	F= 1.040																
7	No.4強制排水工(トンネル連結) 27基	F= 1.052																←→
8	No.5強制排水 9基	F= 1.058																
9	No.6強制排水 26基	F= 1.071																
10	No.1落下みBr 27本	F= 1.082																
11	No.1'落下みBr 7本	F= 1.083																
12	No.2落下みBr 32本	F= 1.088																
13	No.3落下みBr 6本	F= 1.089																
14	No.1TN建上げBr 166本	F= 1.103																
15	No.1TN枝線建上げBr 40本	F= 1.107																
16	No.2TN建上げBr 158本	F= 1.130																
17	No.3TN建上げBr 26本	F= 1.133																
18	No.4TN建上げBr 120本	F= 1.144																
19	No.5TN建上げBr 40本	F= 1.149																
20	No.6TN建上げBr 128本	F= 1.161																
21	No.4落下みBr 26本	F= 1.172																
22	No.5落下みBr 8本	F= 1.177																
23	No.6落下みBr 25本	F= 1.185																
24	No.1TN建上げBr追加 164本	F= 1.198																
25	No.1TN枝線建上げBr追加 38本	F= 1.202																
26	No.2TN建上げBr追加 158本	F= 1.217																
現状安全率(平成22年度) 近似三次元安定解析		F= 1.078																

施工済み
 施工中
 計画

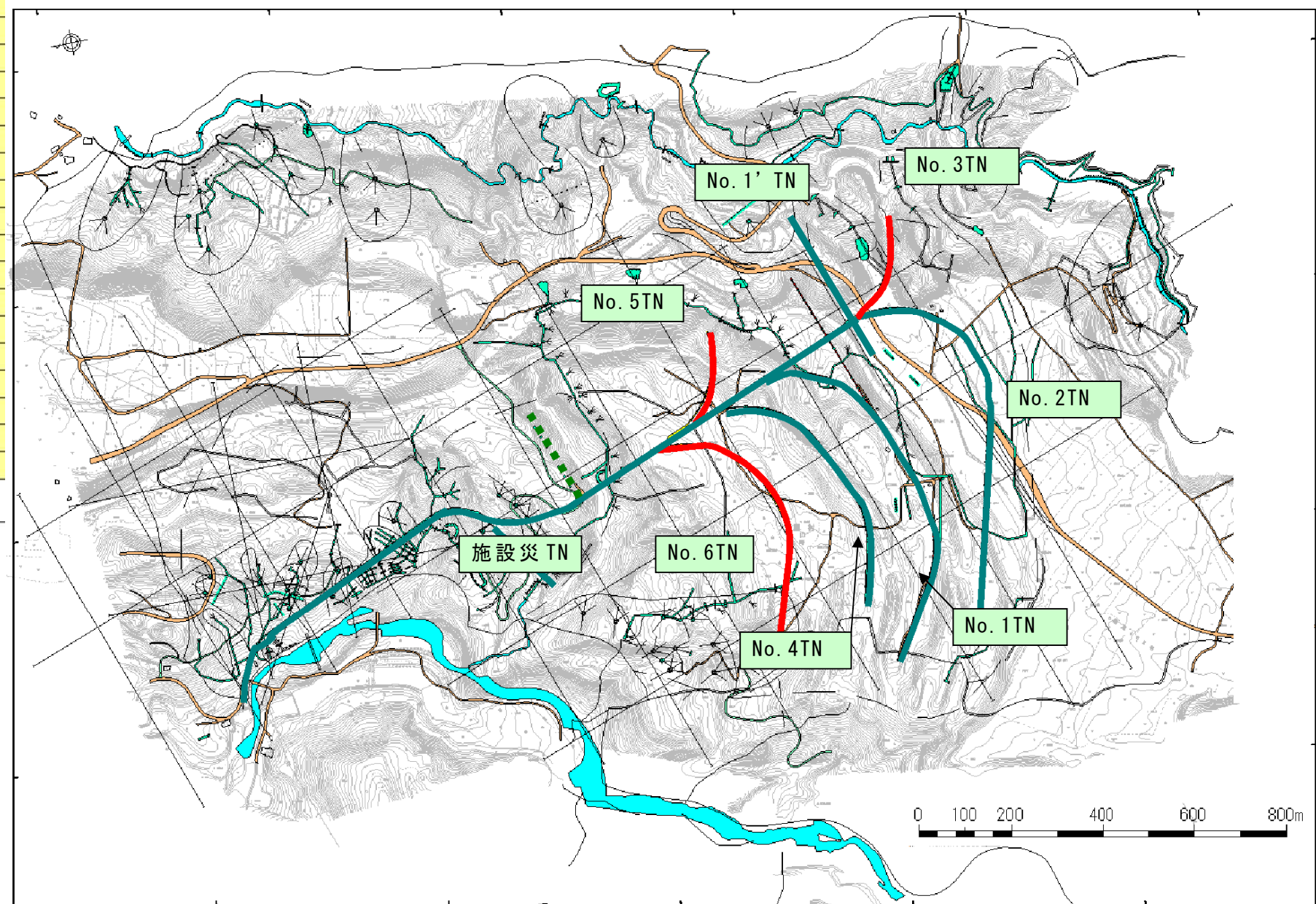


図 4.20 対策工計画の配置と現行計画

4.4.2 RBSMによる全体ブロックの安全率

	$\gamma_t(\text{kN/m}^3)$	C(kPa)	$\phi(^{\circ})$
シラス	18.4	109.7	32.0
野口層	19.6	10.0	7.5
底面古口層上面	19.6	21.0	3.0

地下水モデル		全体				上部領域				中間領域				下部領域			
水位条件	対策条件	Fs	R(kN)	D(kN)	$\alpha(^{\circ})$	Fs	R(kN)	D(kN)	$\alpha(^{\circ})$	Fs	R(kN)	D(kN)	$\alpha(^{\circ})$	Fs	R(kN)	D(kN)	$\alpha(^{\circ})$
H12臨界	H12時点での対策	1.000	1,196,011,045	1,185,918,572	263.0	0.654	829,913,055	1,268,066,284	257.1	8.656	174,142,183	20,119,250	303.9	1.338	191,955,807	143,338,676	27.2
H12臨界	現況対策	1.040	1,290,108,777	1,240,434,306	263.0	0.690	907,269,380	1,315,809,985	257.0	8.708	182,476,147	20,953,921	304.0	1.342	200,363,250	149,307,122	27.2
30年確率		0.981	1,158,330,112	1,181,007,808	263.4	0.646	811,391,671	1,256,243,512	257.1	8.042	168,914,051	21,003,449	310.1	1.206	178,024,390	147,675,149	27.2
50年確率		0.975	1,144,884,908	1,174,744,484	263.5	0.642	801,905,193	1,250,006,520	257.1	7.950	167,367,842	21,053,731	310.9	1.190	175,611,874	147,612,233	27.1
100年確率		0.967	1,128,992,146	1,167,311,470	263.5	0.636	790,500,327	1,242,594,393	257.1	7.844	165,530,464	21,103,865	311.8	1.173	172,961,355	147,420,227	27.1
H12臨界	最終計画	1.099	459,983,698	1,328,685,880	262.7	0.742	1,047,129,559	1,410,624,547	256.7	8.824	197,015,309	22,327,071	304.1	1.343	215,838,830	160,711,627	27.2
30年確率		1.029	281,741,867	1,246,072,455	263.3	0.689	913,406,011	1,326,296,750	257.0	8.088	179,446,778	22,186,907	310.3	1.206	188,889,078	156,603,308	27.2
50年確率		1.019	258,175,817	1,235,139,353	263.4	0.681	895,454,469	1,315,055,528	257.0	7.990	177,114,209	22,166,244	311.1	1.190	185,607,138	155,952,218	27.1
100年確率		1.006	229,110,038	1,221,585,384	263.5	0.671	873,001,985	1,301,073,245	257.0	7.878	174,250,659	22,118,405	312.0	1.174	181,857,393	154,960,092	27.2
H12臨界	未対策	0.972	1,126,792,126	1,159,004,187	263.1	0.630	774,153,762	1,228,878,401	257.1	8.591	167,329,181	19,477,372	304.0	1.334	185,309,183	138,892,163	27.2
30年確率		0.944	1,068,354,629	1,132,228,897	263.5	0.614	739,205,575	1,203,940,734	257.2	7.955	159,499,907	20,050,725	310.0	1.201	169,649,147	141,265,278	27.1
50年確率		0.940	1,061,192,860	1,129,007,185	263.6	0.612	734,857,938	1,200,936,015	257.2	7.867	158,491,640	20,146,749	310.7	1.186	167,843,281	141,571,898	27.1
100年確率		0.936	1,052,709,269	1,125,227,867	263.6	0.609	729,417,534	1,197,401,652	257.2	7.771	157,322,641	20,245,914	311.6	1.171	165,969,094	141,786,930	27.1

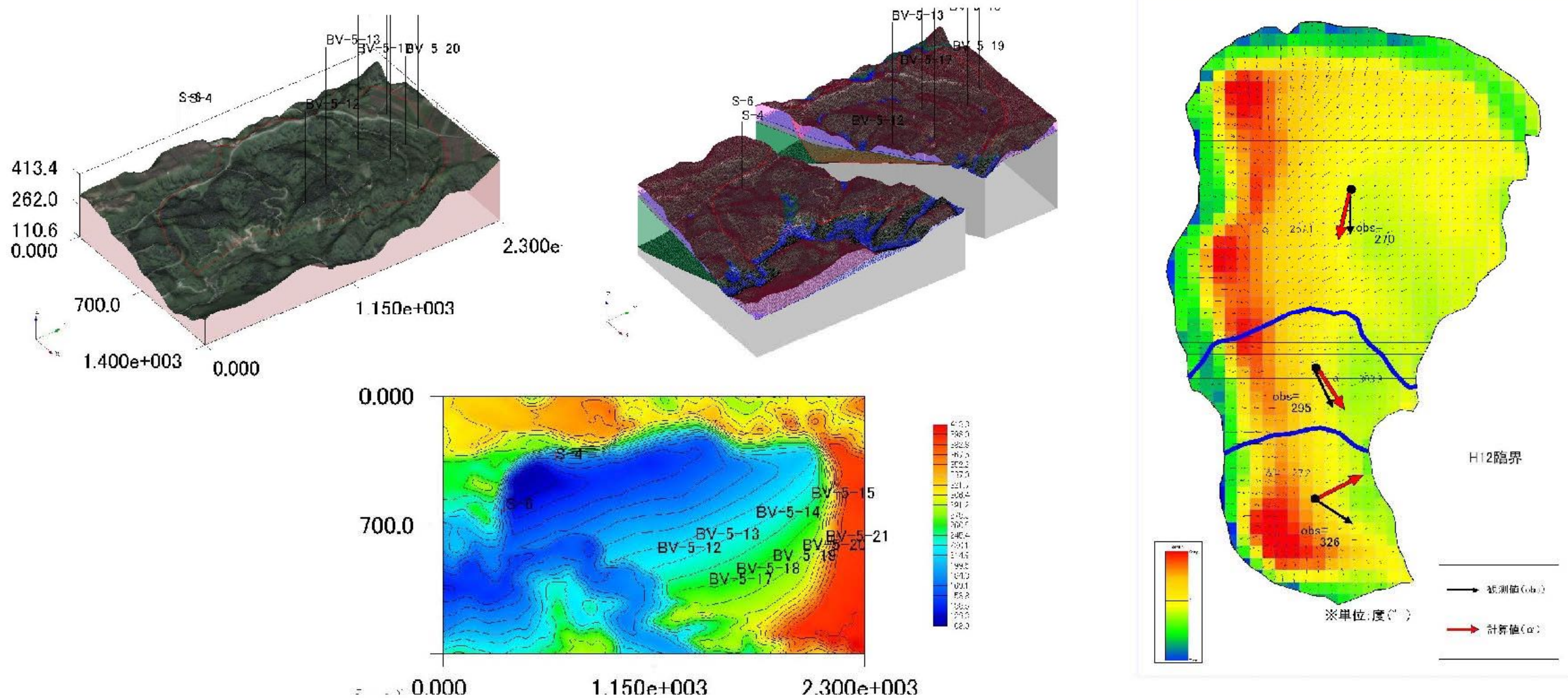


図 4.21 RBSMの解析結果

表 4.10 コンダクタンスによる安全率の変化

地下水モデル		現状で考えられるコンダクタンスの範囲での感度分析		
水位条件	対策条件	C=0.6	現行モデル	C=1.1
H12 臨界	H12 時点での対策			
30年確率	最終計画	1.024	1.029	1.038
50年確率		1.014	1.019	1.028
100年確率		1.002	1.006	1.016

表 4.11 RBSM による検討モデルの一覧

実施年	file	no	Area	R	D	FsRBSM	α	obs	diff	判定
H21	Rbsm-douzan-14	0	all	990,690,572	1,182,205,371	0.84	250.2	260	9.8	○
		1	upper	642,724,157	1,134,454,848	0.57	248.8	270	21.2	○
		2	middle	147,508,980	67,607,053	2.18	220.6	295	74.4	○
	3	lower	200,457,436	61,799,065	3.24	350.2	326	24.2	○	
	Rbsm-douzan-18	0	all	1,206,754,554	1,206,293,505	1.00	260.1	260	0.1	○
		1	upper	823,021,146	1,200,536,146	0.69	255.6	270	14.4	○
2		middle	183,607,405	18,701,994	9.82	310.3	295	15.3	○	
3	lower	200,126,002	79,594,181	2.51	352.0	326	26.0	○		
H22	Rbsm-douzan-19	0	all	1,309,958,271	1,201,510,250	1.09	265.0	260	5.0	○
		1	upper	936,034,675	1,281,723,085	0.73	257.5	270	12.5	○
		2	middle	175,935,947	104,809,741	1.68	2.3	295	67.3	○
	3	lower	197,987,649	81,297,877	2.44	39.0	326	73.0	○	
	Rbsm-douzan-20	0	all	1,398,322,959	1,205,397,105	1.16	265.7	260	5.7	○
		1	upper	937,331,816	1,251,741,873	0.75	257.5	270	12.5	○
		2	middle	196,838,018	34,602,228	5.69	357.4	295	62.4	○
	3	lower	264,153,125	147,021,763	1.80	8.5	326	42.5	○	
	Rbsm-douzan-21	0	all	1,439,068,246	1,201,510,250	1.20	265.0	260	5.0	○
		1	upper	959,058,133	1,286,857,436	0.75	257.3	270	12.7	○
		2	middle	203,377,112	31,797,628	6.40	19.0	295	84.0	○
	3	lower	276,653,001	155,805,784	1.78	17.9	326	51.9	○	
Rbsm-douzan-22	0	all	1,430,167,243	1,202,095,140	1.19	263.6	260	3.6	○	
	1	upper	953,180,581	1,290,477,760	0.74	256.1	270	13.9	○	
	2	middle	202,087,669	31,586,466	6.40	19.0	295	84.0	○	
3	lower	274,898,993	154,817,863	1.78	17.9	326	51.9	○		
Rbsm-douzan-23	0	all	1,315,958,271	1,194,126,206	1.10	261.0	260	0.9	○	
	1	upper	942,205,340	1,261,828,083	0.75	256.9	270	13.1	○	
	2	middle	155,527,800	6,705,691	23.19	179.2	295	115.8	○	
3	lower	218,225,131	115,674,451	1.89	25.5	326	59.5	○		
Rbsm-douzan-24	0	all	1,321,575,742	1,194,336,557	1.11	261.3	260	1.3	○	
	1	upper	942,178,511	1,261,791,714	0.75	256.9	270	13.1	○	
	2	middle	155,551,772	6,434,612	24.17	179.1	295	115.9	○	
3	lower	223,845,460	121,574,909	1.84	23.4	326	57.4	○		
Rbsm-douzan-25	0	all	1,331,951,319	1,193,611,285	1.12	261.3	260	1.3	○	
	1	upper	948,970,452	1,270,887,240	0.75	256.9	270	13.1	○	
	2	middle	156,673,008	6,485,588	24.16	170.0	295	116.0	○	
3	lower	226,307,859	127,068,684	1.78	27.2	326	61.2	○		
Rbsm-douzan-26	0	all	1,338,949,280	1,204,908,791	1.11	261.7	260	1.7	○	
	1	upper	953,439,644	1,277,125,760	0.75	256.9	270	13.1	○	
	2	middle	165,938,740	9,417,230	17.62	264.6	295	30.4	○	
3	lower	219,570,876	130,735,976	1.68	27.9	326	61.9	○		
Rbsm-douzan-27	0	all	1,341,623,425	1,208,112,733	1.11	261.9	260	1.9	○	
	1	upper	954,895,783	1,279,143,086	0.75	256.9	270	13.1	○	
	2	middle	165,862,415	12,271,253	13.50	279.2	295	15.8	○	
3	lower	221,065,227	132,971,536	1.66	27.8	326	61.8	○		
Rbsm-douzan-28	0	all	1,358,822,876	1,214,002,313	1.12	262.5	260	2.5	○	
	1	upper	957,512,675	1,262,609,299	0.75	256.9	270	13.1	○	
	2	middle	172,437,677	19,477,505	8.85	296.7	295	1.7	○	
3	lower	228,872,524	138,113,577	1.66	27.2	326	61.2	○		
Rbsm-douzan-29	0	all	1,366,559,139	1,217,789,760	1.12	262.8	260	2.8	○	
	1	upper	958,927,712	1,284,568,973	0.75	257.0	270	13.0	○	
	2	middle	171,784,268	24,224,882	7.09	298.6	295	3.6	○	
3	lower	235,847,139	140,522,179	1.68	27.4	326	61.4	○		

実施年	file	no	Area	R	D	FsRBSM	α	obs	diff	判定
H22	Rbsm-douzan-30	0	all	1,366,248,317	1,221,992,441	1.12	263.0	260	3.0	○
		1	upper	960,433,064	1,286,663,700	0.75	257.0	270	13.0	○
		2	middle	168,065,495	29,287,817	5.74	299.4	295	4.4	○
	3	lower	237,749,758	142,950,506	1.66	27.6	326	61.6	○	
	Rbsm-douzan-31	0	all	1,347,862,424	1,222,995,787	1.10	262.3	260	2.3	○
		1	upper	946,406,457	1,283,604,274	0.74	256.7	270	13.3	○
		2	middle	168,171,288	29,397,120	5.72	298.7	295	3.7	○
	3	lower	233,304,679	133,509,871	1.75	28.2	326	62.2	○	
	Rbsm-douzan-32	0	all	1,347,777,128	1,224,139,050	1.10	262.5	260	2.5	○
		1	upper	945,413,525	1,284,490,932	0.74	256.9	270	13.1	○
		2	middle	168,543,343	29,459,169	5.72	298.7	295	3.7	○
	3	lower	233,820,261	133,801,753	1.75	28.2	326	62.2	○	
	Rbsm-douzan-33	0	all	994,894,409	1,184,674,136	0.84	251.4	260	8.6	○
		1	upper	651,040,900	1,137,880,650	0.57	250.1	270	19.9	○
		2	middle	147,244,891	67,710,588	2.17	220.5	295	74.5	○
	3	lower	196,408,618	62,617,581	3.14	351.5	326	25.5	△	
	Rbsm-douzan-34	0	all	1,032,440,834	1,178,657,145	0.88	250.3	260	9.7	○
		1	upper	673,256,023	1,176,707,221	0.57	250.1	270	19.9	○
		2	middle	152,269,286	70,009,455	2.17	220.5	295	74.5	○
	3	lower	206,915,524	70,780,509	2.92	36.5	326	70.5	○	
	Rbsm-douzan-35	0	all	1,034,800,734	1,178,892,505	0.88	250.2	260	9.8	○
		1	upper	674,653,031	1,176,943,770	0.57	250.0	270	20.0	○
		2	middle	152,677,486	70,197,090	2.17	220.5	295	74.5	○
	3	lower	207,470,217	70,970,256	2.92	36.5	326	70.5	○	
	Rbsm-douzan-36	0	all	1,036,752,037	1,181,790,218	0.88	250.2	260	9.8	○
		1	upper	679,582,010	1,174,697,128	0.58	249.9	270	20.1	○
		2	middle	152,291,248	70,098,191	2.17	220.6	295	74.4	○
	3	lower	204,878,778	67,564,015	3.03	33.0	326	67.0	○	
	Rbsm-douzan-37	0	all	1,042,295,683	1,177,155,832	0.89	250.3	260	9.7	○
		1	upper	669,621,260	1,157,479,326	0.58	249.9	270	20.1	○
		2	middle	150,058,879	69,070,435	2.17	220.6	295	74.4	○
	3	lower	222,615,544	59,273,116	3.76	23.1	326	57.1	○	
	Rbsm-douzan-38	0	all	1,038,003,523	1,181,695,133	0.88	250.2	260	9.8	○
		1	upper	680,212,020	1,175,786,124	0.58	249.9	270	20.1	○
		2	middle	152,432,417	70,162,788	2.17	220.6	295	74.4	○
	3	lower	205,359,086	68,742,366	2.99	33.4	326	67.4	○	
	Rbsm-douzan-39	0	all	1,034,040,006	1,181,605,748	0.88	250.2	260	9.8	○
		1	upper	677,593,013	1,176,736,551	0.58	249.9	270	20.1	○
		2	middle	151,858,172	69,897,836	2.17	220.6	295	74.4	○
	3	lower	204,288,820	68,771,334	2.97	34.5	326	68.5	○	
	Rbsm-douzan-40	0	all	1,055,999,153	1,182,109,004	0.89	250.6	260	9.4	○
		1	upper	686,706,183	1,192,036,019	0.58	249.9	270	20.1	○
2		middle	153,839,252	70,840,742	2.17	220.6	295	74.4	○	
3	lower	215,453,718	86,388,814	2.49	36.1	326	70.1	○		
Rbsm-douzan-41	0	all	1,056,201,606	1,182,166,372	0.89	250.6	260	9.4	○	
	1	upper	686,813,072	1,193,074,040	0.58	249.9	270	20.1	○	
	2	middle	153,862,360	70,842,384	2.17	220.6	295	74.4	○	
3	lower	215,526,174	87,646,219	2.46	36.0	326	70.0	○		
Rbsm-douzan-42	0	all	1,064,489,855	1,179,413,157	0.90	251.0	260	9.0	○	
	1	upper	690,856,704	1,200,076,985	0.58	249.9	270	20.1	○	
	2	middle	154,538,680	70,701,184	2.19	219.8	295	75.2	○	
3	lower	219,094,471	100,314,240	2.18	34.7	326	68.7	○		
Rbsm-douzan-43	0	all	1,407,725,558	1,204,475,642	1.17	262.8	260	2.8	○	
	1	upper	967,895,120	1,310,706,975	0.74	256.8	270	13.2	○	
	2	middle	175,031,114	9,678,310	18.08	264.9	295	30.1	○	
3	lower	264,799,324	174,332,081	1.52	31.4	326	65.4	○		