

令和4年度 第1回 長者地すべり対策方針検討委員会

【長者地区地すべり概要説明資料】

令和4年7月5日
高知県 防災砂防課・中央西土木事務所 越知事務所

【長者地区地すべり概要説明資料】

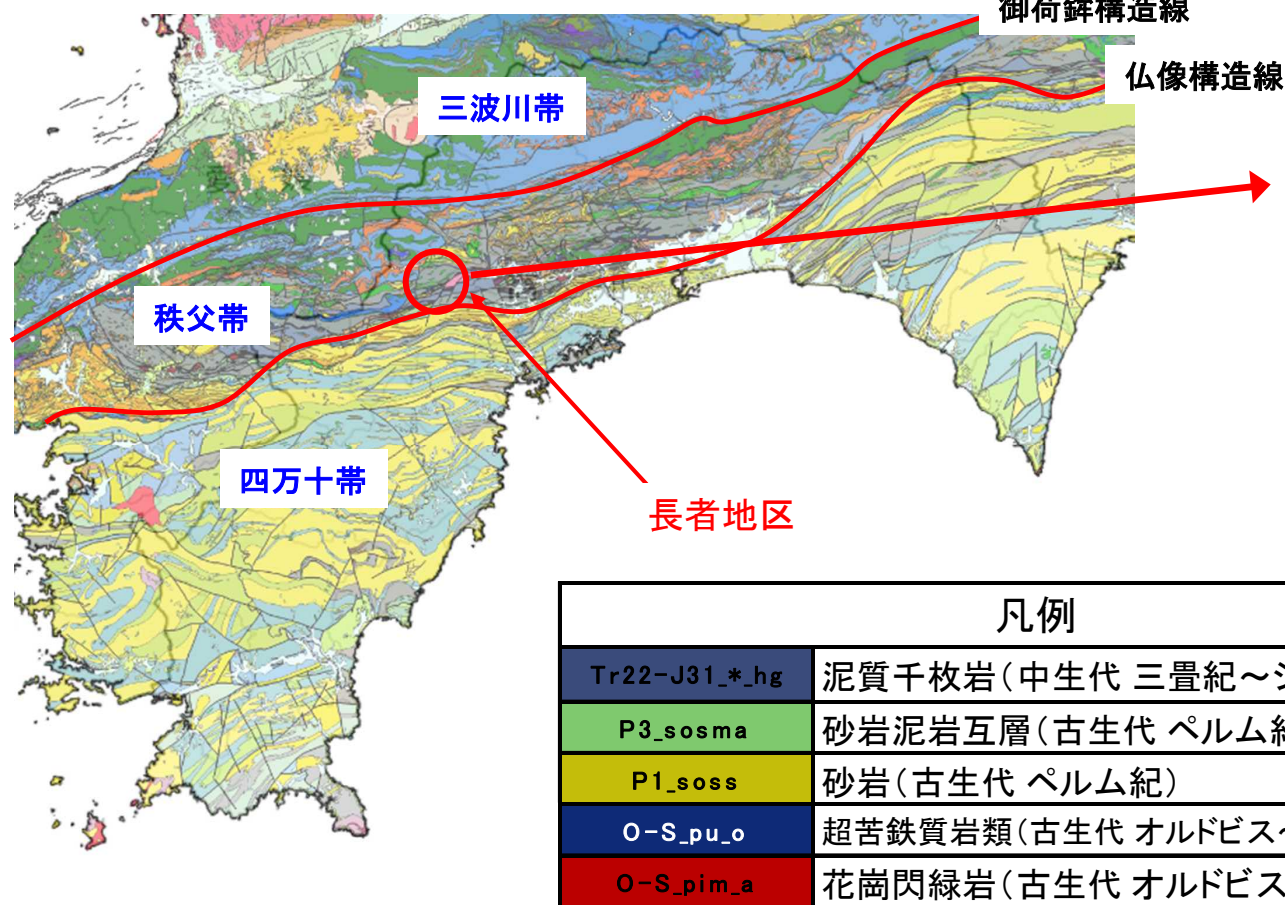
目次

- 1.地質について
- 2.地すべり防止区域について
- 3.地すべりの概要について
- 4.地すべりの素因・誘因について(Aブロック)
- 5.対策工の考え方について(Aブロック)
- 6.対策工の施工状況について
- 7.平成19年度以降の対策工と各観測データの推移について(Aブロック)
- 8.これまでの対策工の効果について(Aブロック)

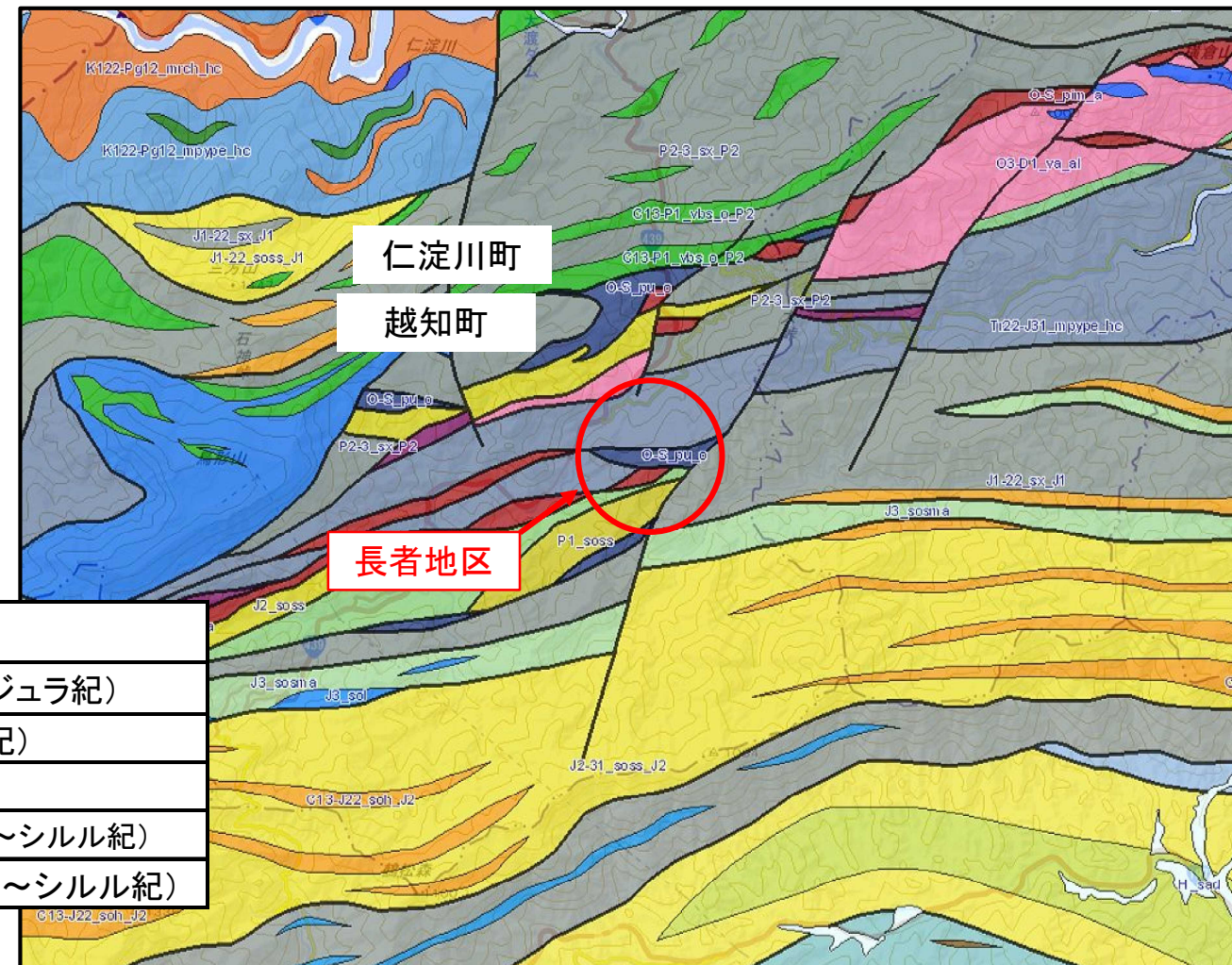
1.長者地区の地質

長者地区の地質図

高知県全体の地質図



(地質図出典:「20万分の1日本シームレス地質図V2」産総研地質調査総合センターに加筆)

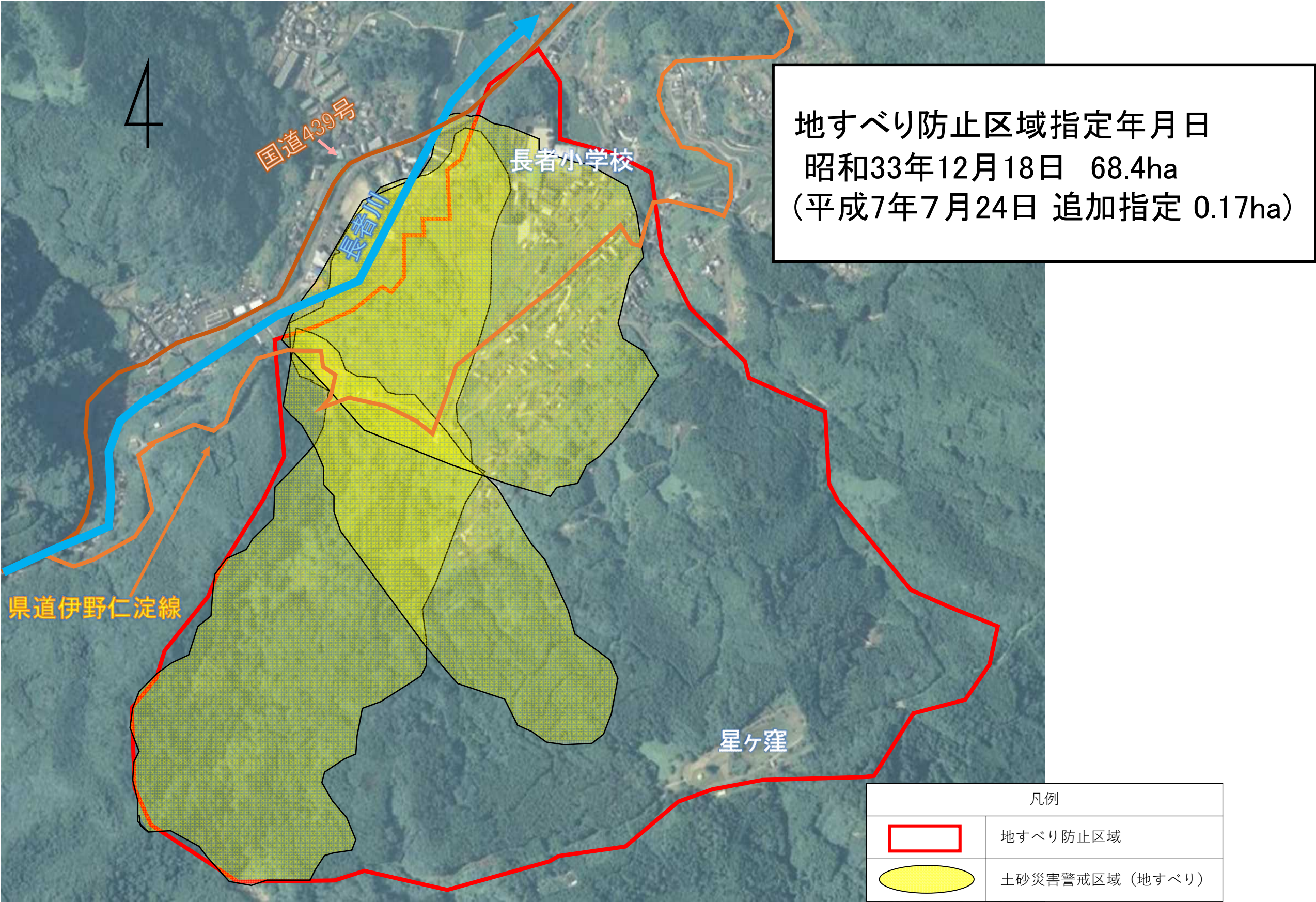


- ・高知県の基盤地質は三波川帯・秩父帯および四万十帯から構成される。
- ・長者地区周辺は秩父帯に属し、その中でもさらに「黒瀬川構造帯」の中に位置しており、蛇紋岩の基質の中に周辺の地質よりもはるかに古い大陸起源の結晶質基盤岩類混在する複雑な地質を呈する。
- ・すべり面は、主に粘土化した粘板岩・蛇紋岩により形成される。この上部に、地すべり移動土塊として粘板岩・蛇紋岩の他、砂岩・緑色岩類・三滝火成岩類の崩積土が厚く堆積する。

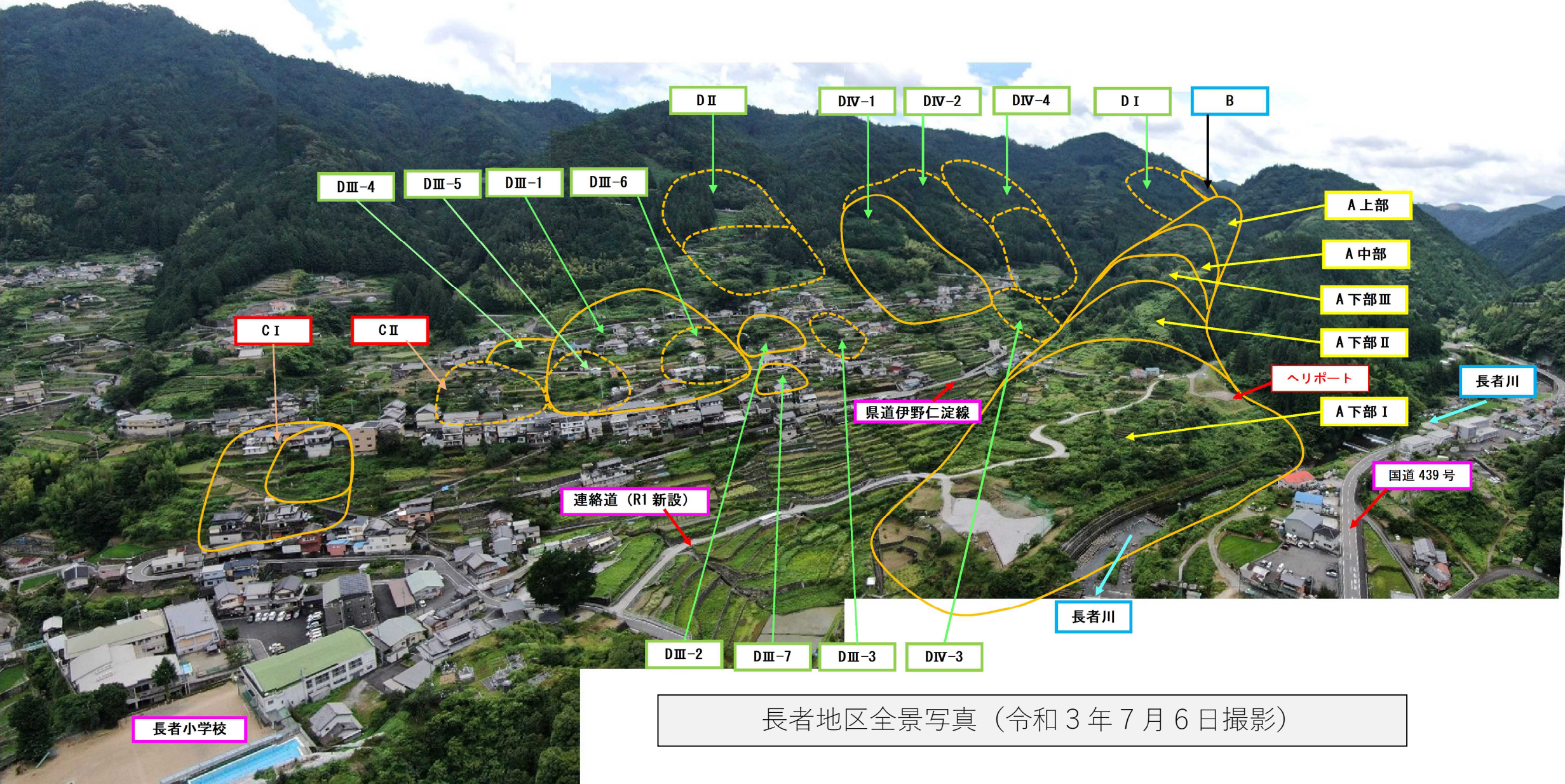
秩父帯：海洋プレートの陸側への沈み込みにより形成されたジュラ紀の付加体を主体とする。岩相は、礁成石灰岩、海嶺玄武岩、遠洋性チャート、陸源性タービダイトなど泥質岩の基質に堆積場所や時代の異なる地層が混在したメランジュである。

黒瀬川帯：準片岩化の進んだ粘板岩（泥質千枚岩）、砂岩および緑色岩類を主体とし、これを三滝火成岩類、蛇紋岩が不規則に貫入して分布する。構造は、概ね東西方向の走向で、北側に約30°の傾斜となり、斜面に対して流れ盤構造をなす。

2.長者地区の地すべり防止区域・土砂災害警戒区域



3. 長者地区地すべりの概要



長者地区全景写真（令和3年7月6日撮影）

- (1) 保全対象
県道 1,067m、町道 3,086m、小学校、保育所、役所、郵便局、集会所、老人ホーム、人家約150戸等
- (2) 総事業費
約37億円（集水井工、排水ボーリング、排水トンネル、アンカー工等）
- (3) 地すべりブロック
Aブロック（下部Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、中部、上部）、Bブロック、Cブロック（CⅠ、Ⅱ）、Dブロック（DⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ）
- (4) 各地すべりブロックの現況について
Aブロック（下部Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、中部、上部）.....対策工及び観測を実施中
Bブロック、Cブロック（CⅠ、Ⅱ）、Dブロック（DⅠ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ）.....変位量が小さいことから観測のみ実施中

3. 長者地区地すべりの概要

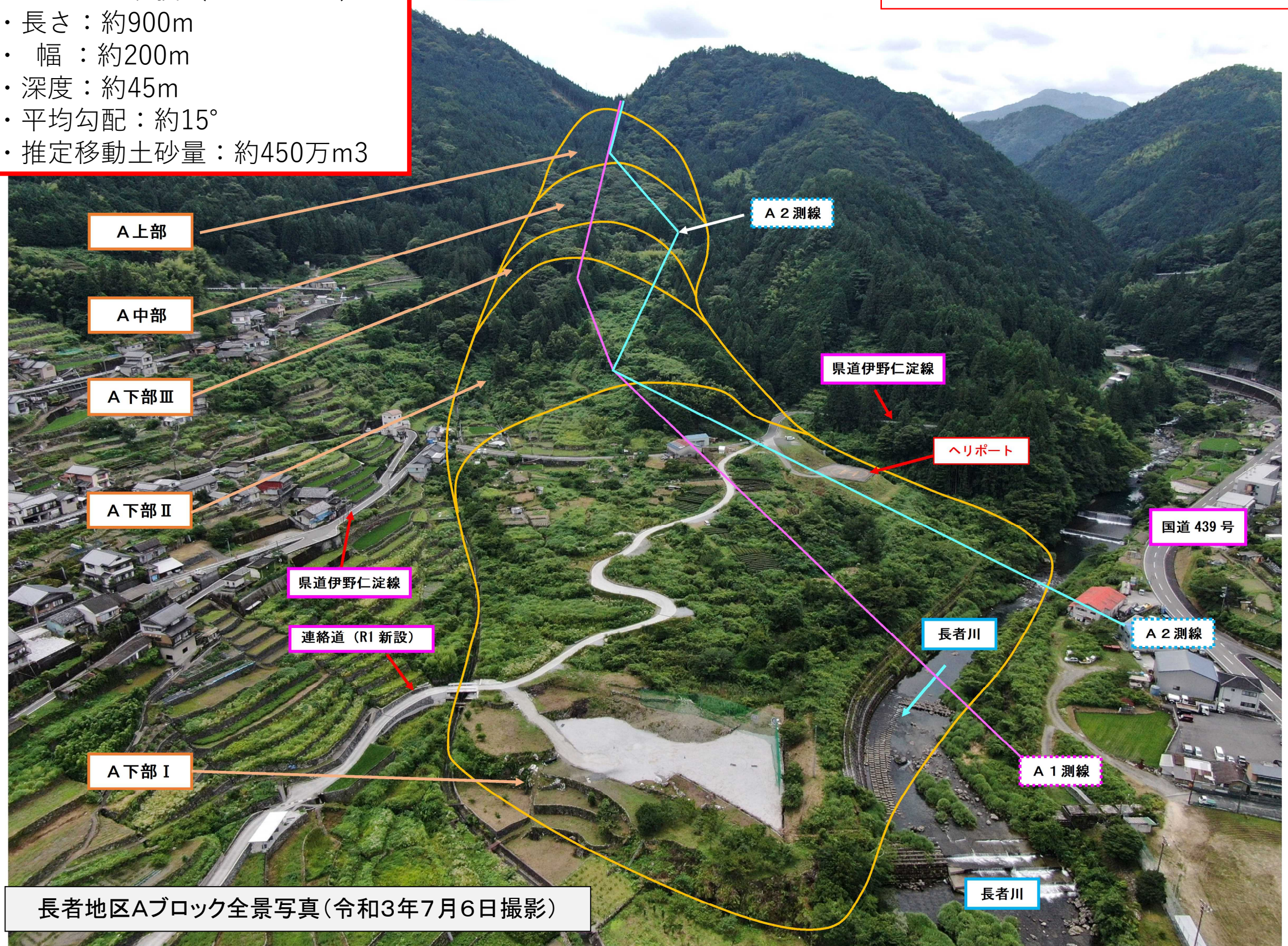
長者地すべりAブロック

地すべりの規模（Aブロック）

- ・長さ：約900m
- ・幅：約200m
- ・深度：約45m
- ・平均勾配：約15°
- ・推定移動土砂量：約450万m³

※A2側線について

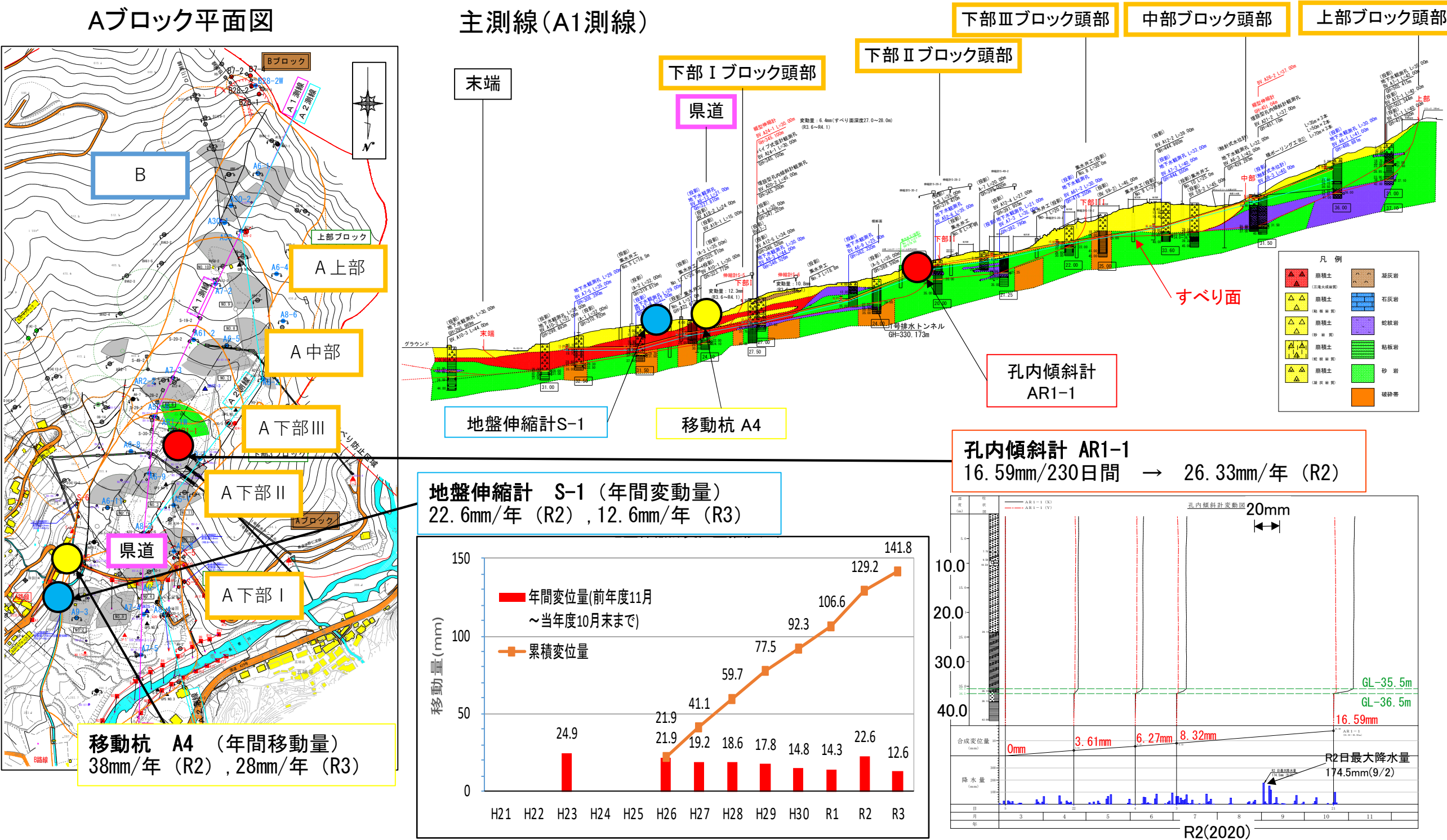
昭和50年代後半頃より、ブロック西側の谷に沿った部分のすべり面が深いと推定されたことに伴い、新たに設置された測線である。



長者地区Aブロック全景写真(令和3年7月6日撮影)

3.長者地区地すべりの概要(Aブロック)

- 【A下部Ⅰブロック】
- ・移動杭(A4)：R2年度で38mm/年、R3年度で28mm/年の最大年間変動を観測。
 - ・地盤伸縮計(S-1)：R2年度で22.6mm/年、R3年度で12.6mm/年の変動を観測。
- 【A下部Ⅱブロック】
- ・孔内傾斜計観測(AR1-1)：深度35.5~36.5m間において、16.59mm/230日間(年換算で26.33mm/年)の明瞭な地すべり変位を検出。
 - その後の観測で、同深度で挿入不能(孔曲がり)を確認。



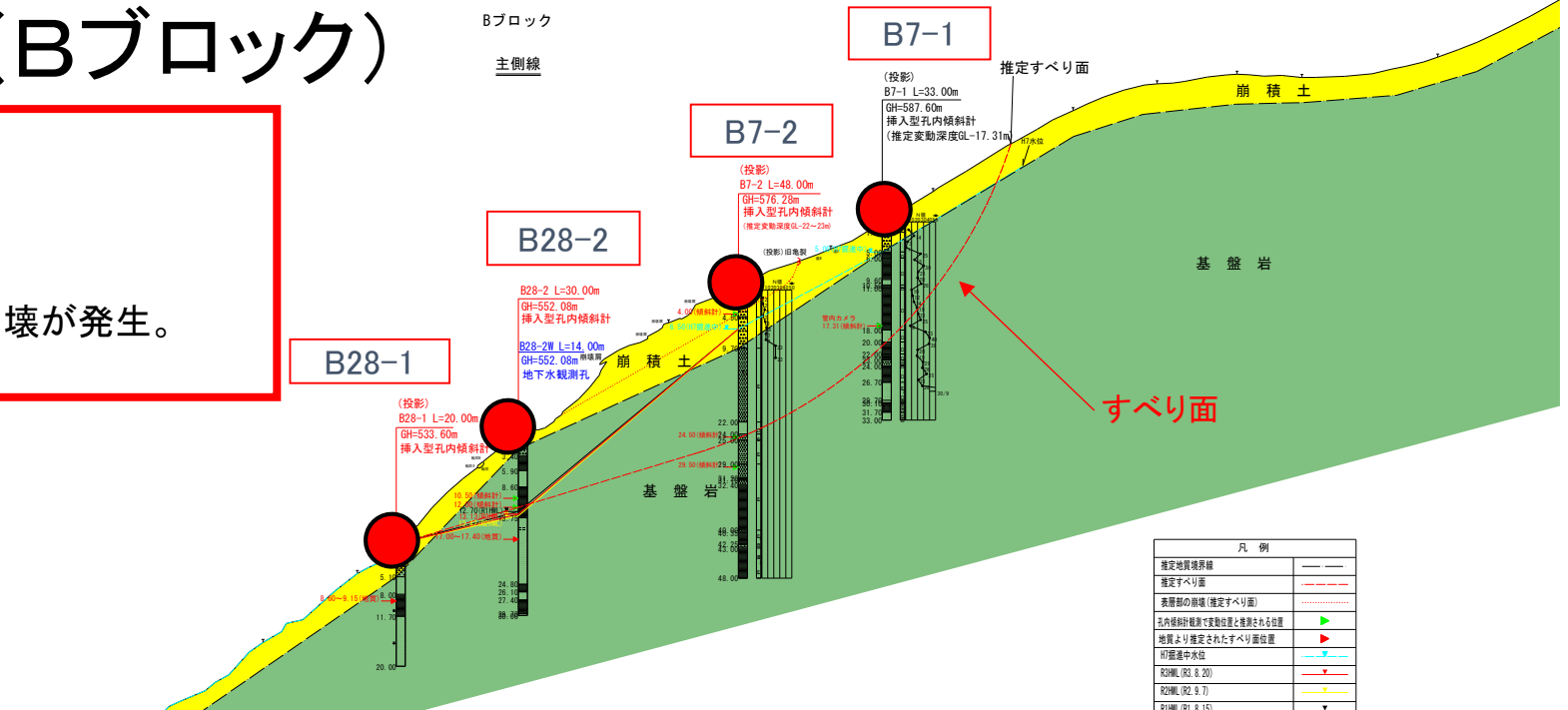
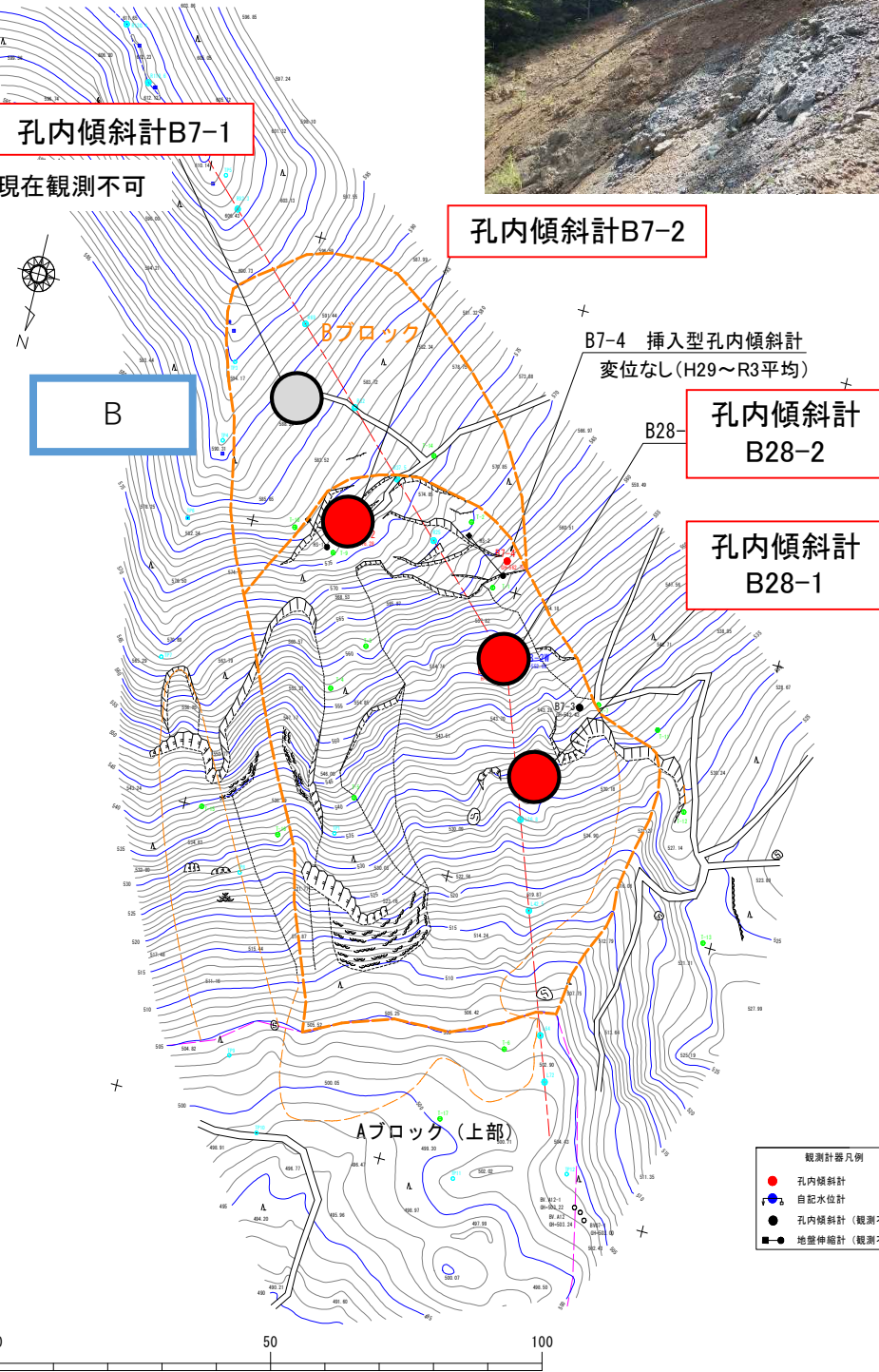
※図はR2の観測結果

3.長者地区地すべりの概要（Bブロック）

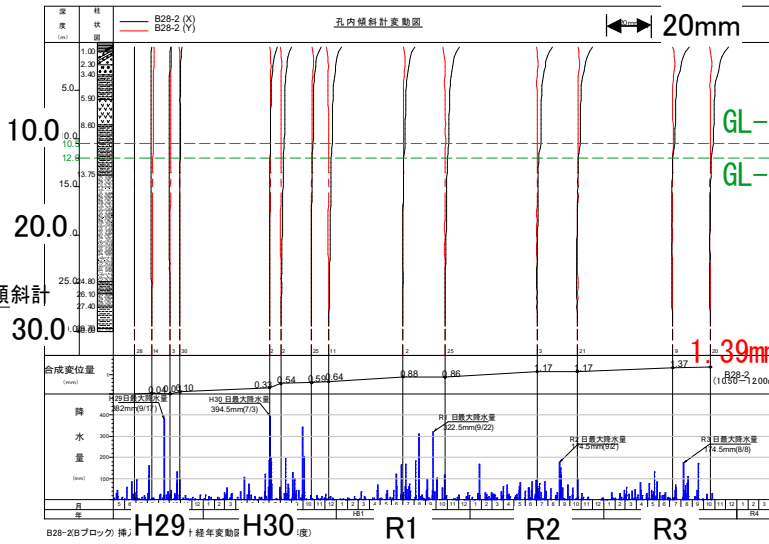
【Bブロック】

- ・ 孔内傾斜計：H29以降の年平均変動量は0～0. 50mm程度（近年の状況）
- ・ 表層部の崩壊が繰り返し発生。
- ・ 平成26年8月豪雨により以前からあった崩壊跡で表層部の崩壊が発生。
- ・ 上記に伴い、2017年（H29年）度より調査・観測を再開。

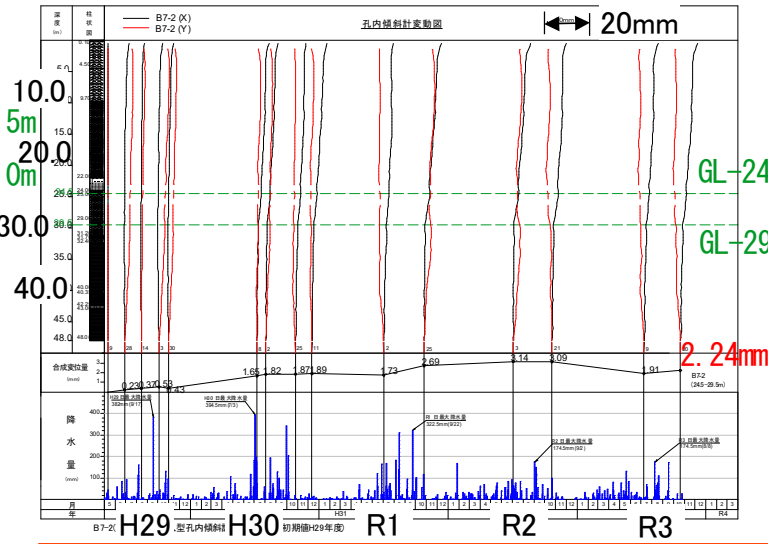
Bブロック平面図



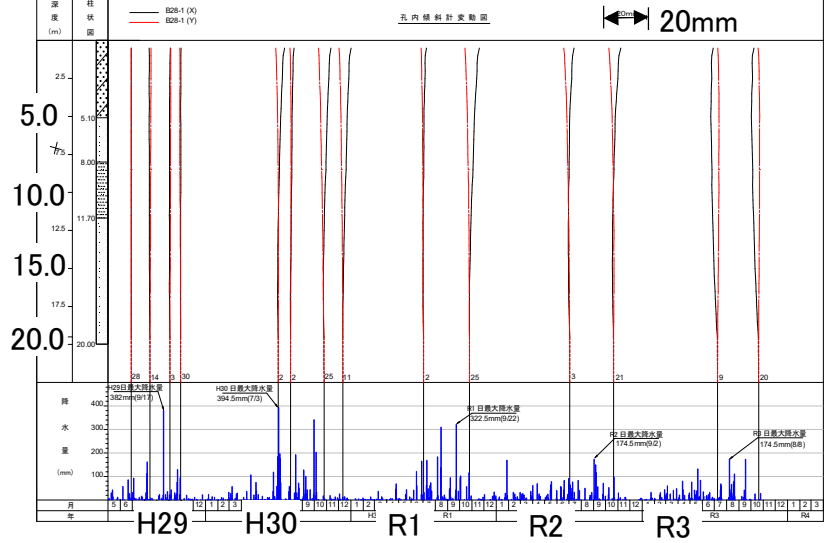
孔内傾斜計 B28-2 0. 32mm/年（H29～R3平均）



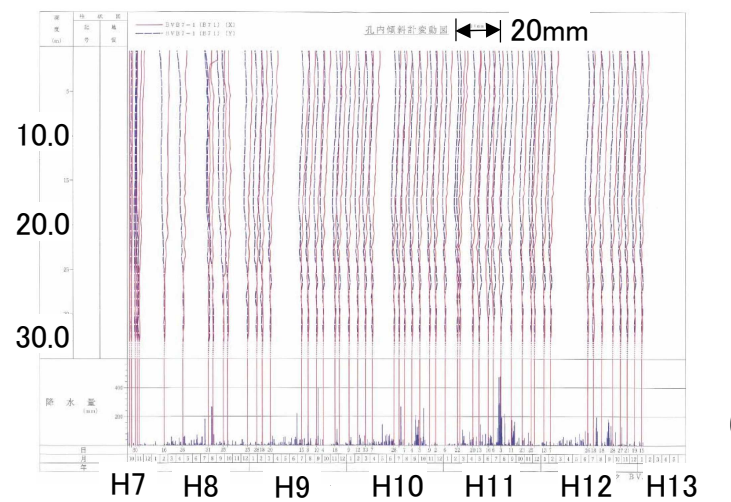
孔内傾斜計 B7-2 0. 50mm/年（H29～R3平均）



孔内傾斜計 B28-1 変位なし（H29～R3平均）



孔内傾斜計 B7-1 ・ 観測期間（H7～H13のみ）：変位なし ・ H16に観測不能確認（孔曲がり）

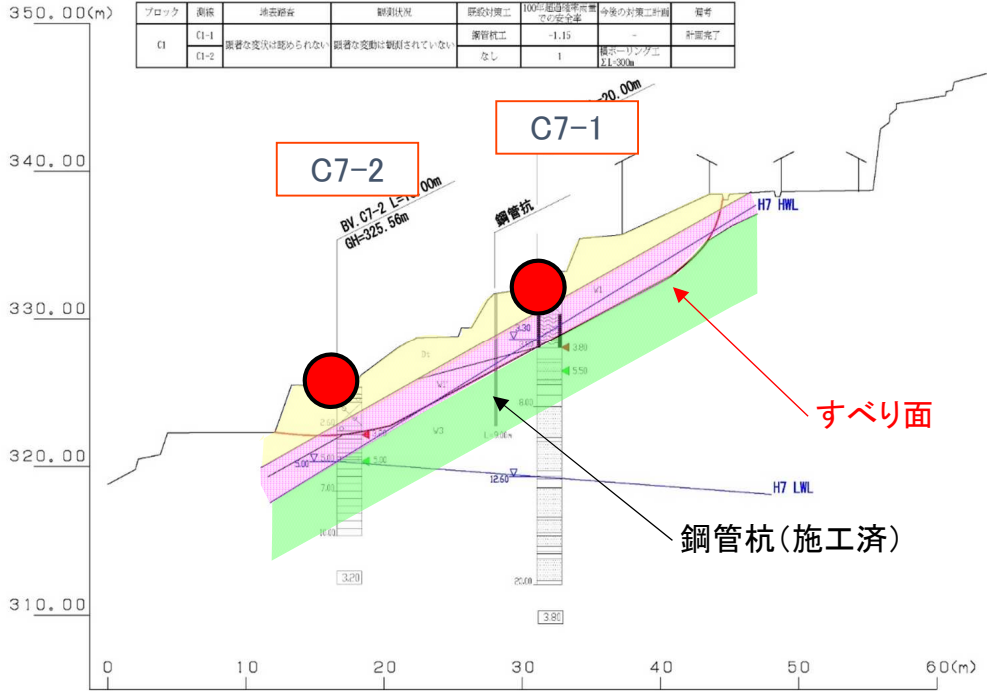
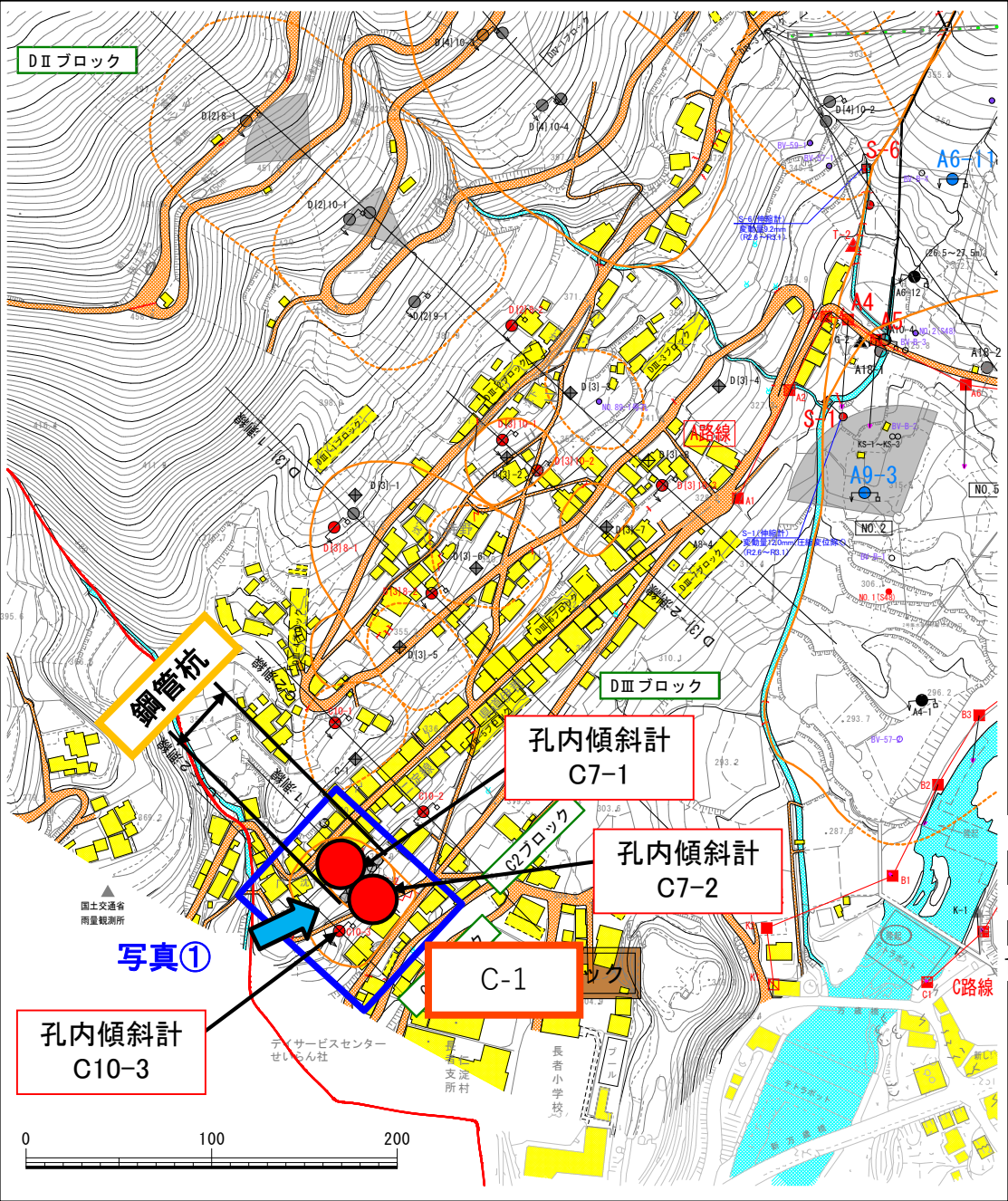


3. 長者地区地すべりの概要 (C1ブロック)

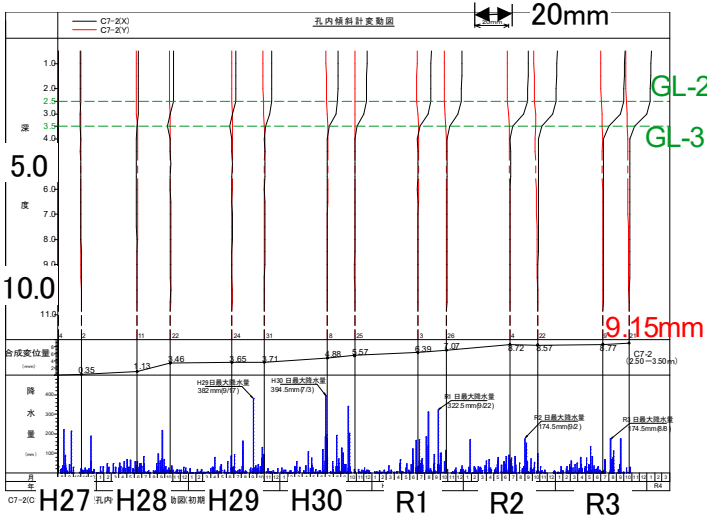
- 【C1ブロック】
- ・ 孔内傾斜計：H27以降、深度3.5m以浅で、年間1.5mm未満の変動量を観測。（近年の状況）
 - ・ 1996年（H8年）度に鋼管杭（C7-1とC7-2の間）が施工されている。
 - ・ R3時点において地表面に変状は認められない。

※Cブロックは顕著な地すべり変動は確認されていないが、民家が密集した区域であるため、2015（H27年）度より挿入型孔内傾斜計の観測を再開している。

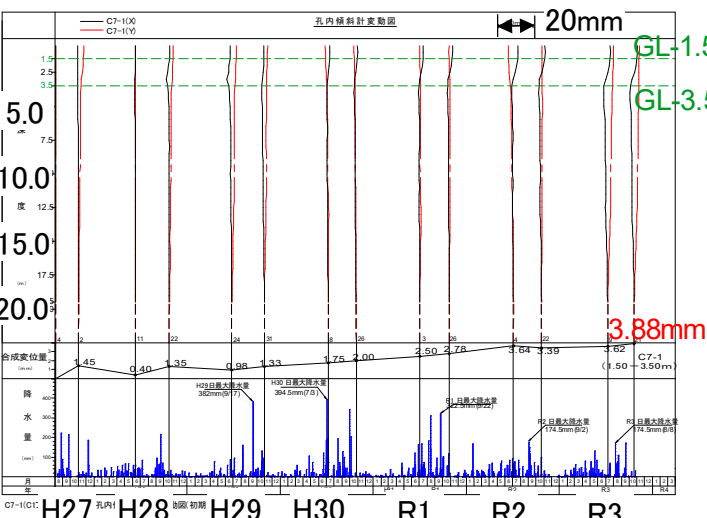
Cブロック平面図



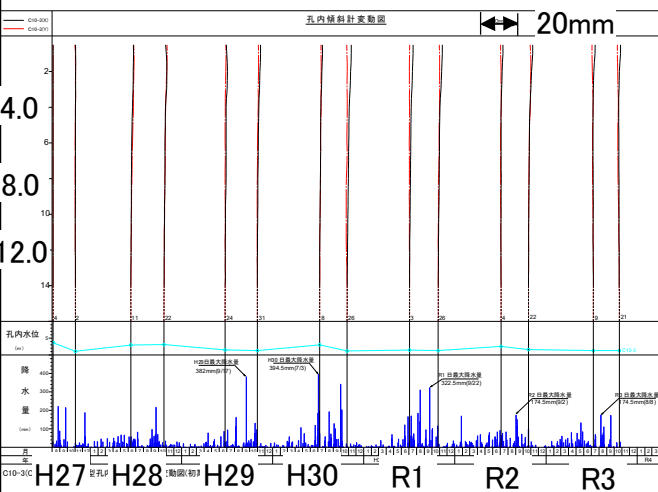
孔内傾斜計 C7-2
1.47mm/年 (H27～R3平均)



孔内傾斜計 C7-1
0.62mm/年 (H27～R3平均)



孔内傾斜計 C10-3
変位なし (H27～R3平均)



写真① C1ブロック末端部の状況

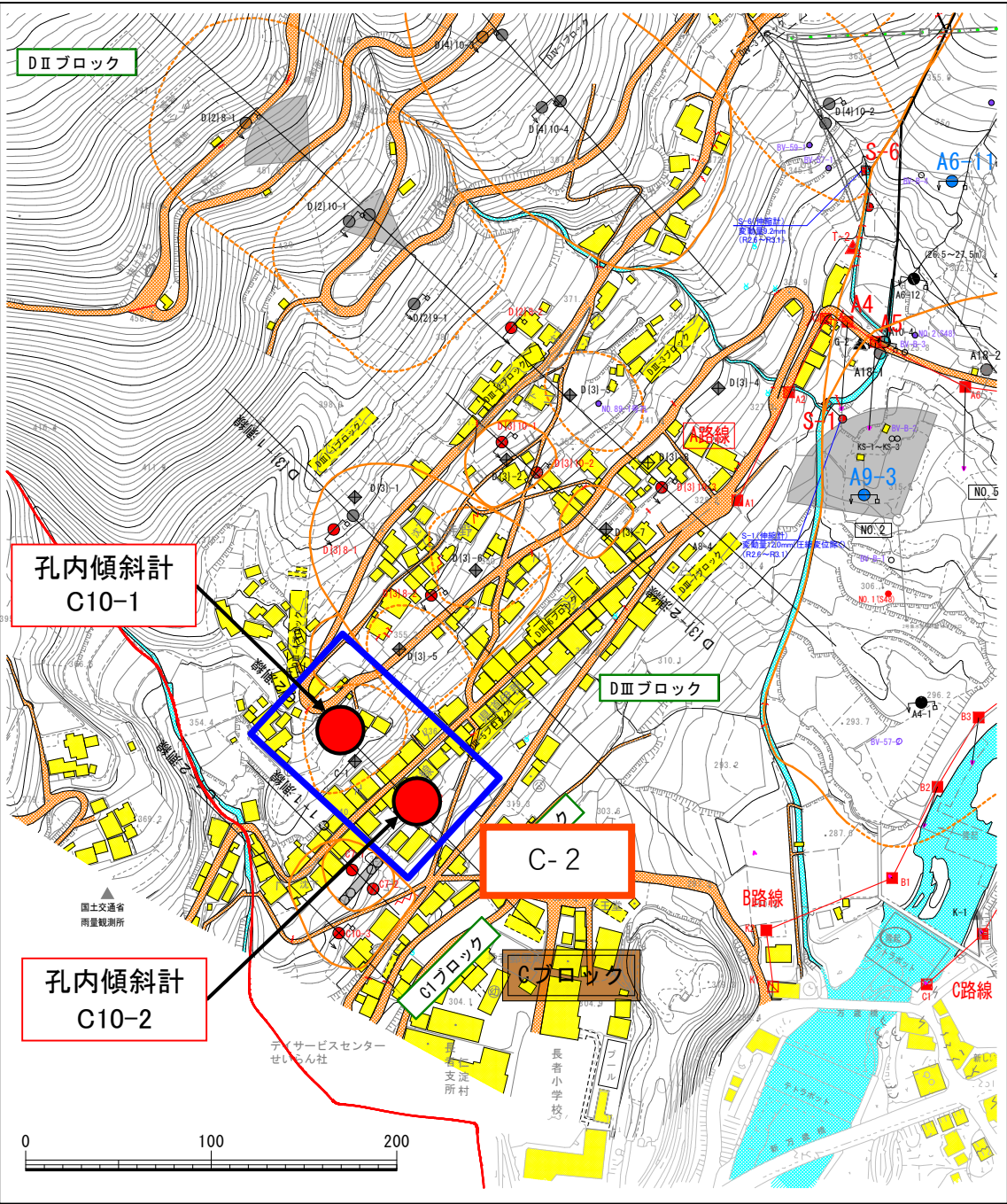
3.長者地区地すべりの概要（C2ブロック）

【C2ブロック】

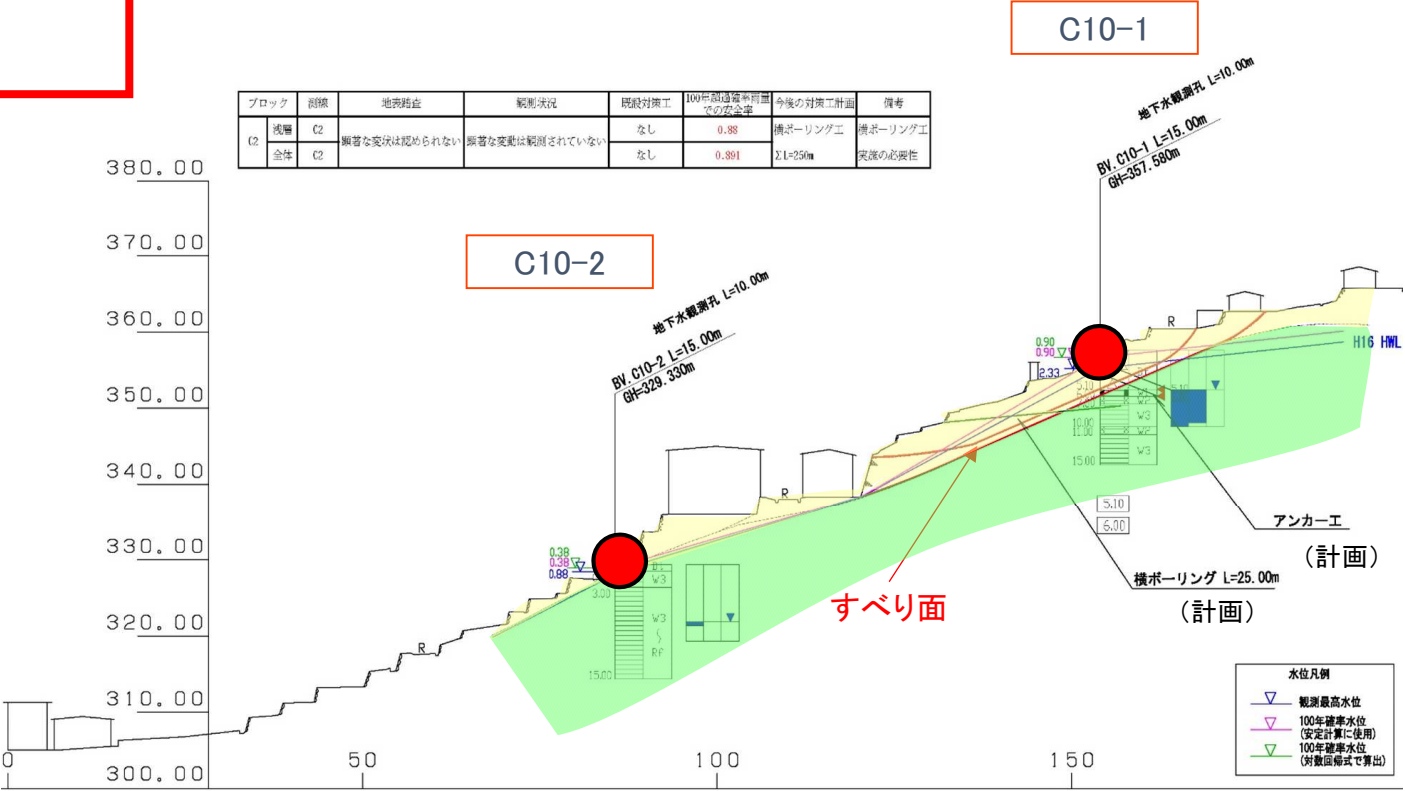
- ・ 孔内傾斜計：H27以降、変動は認められない。（近年の状況）
- ・ R3時点において地表面に変状は認められない。

※Cブロックは顕著な地すべり変動は確認されていないが、民家が密集した区域であるため、2015（H27年）度より挿入型孔内傾斜計の観測を再開している。

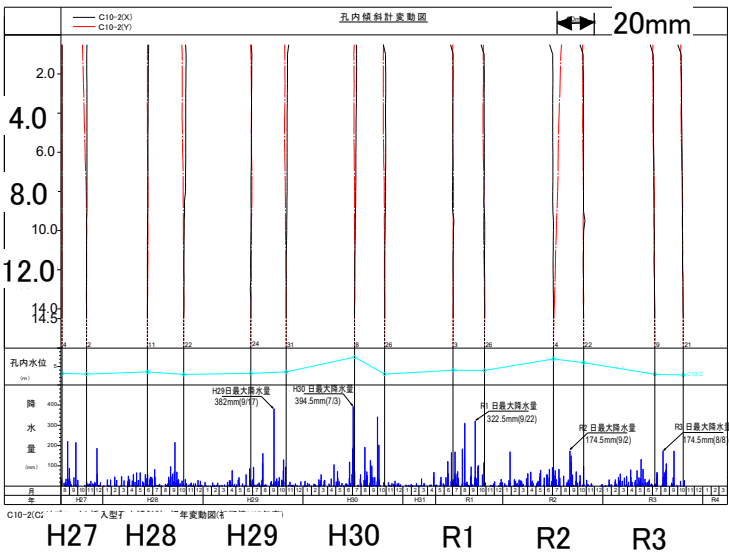
Cブロック平面図



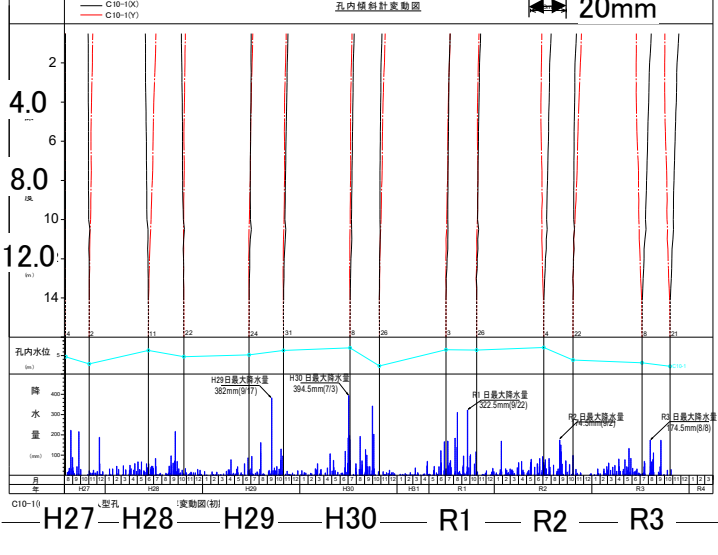
C2測線地質断面図(C2ブロック) S=1:500



孔内傾斜計 C10-2
変位無し（H27～R3）



孔内傾斜計 C10-1
変位無し（H27～R3）



※図はH27～R3の観測結果

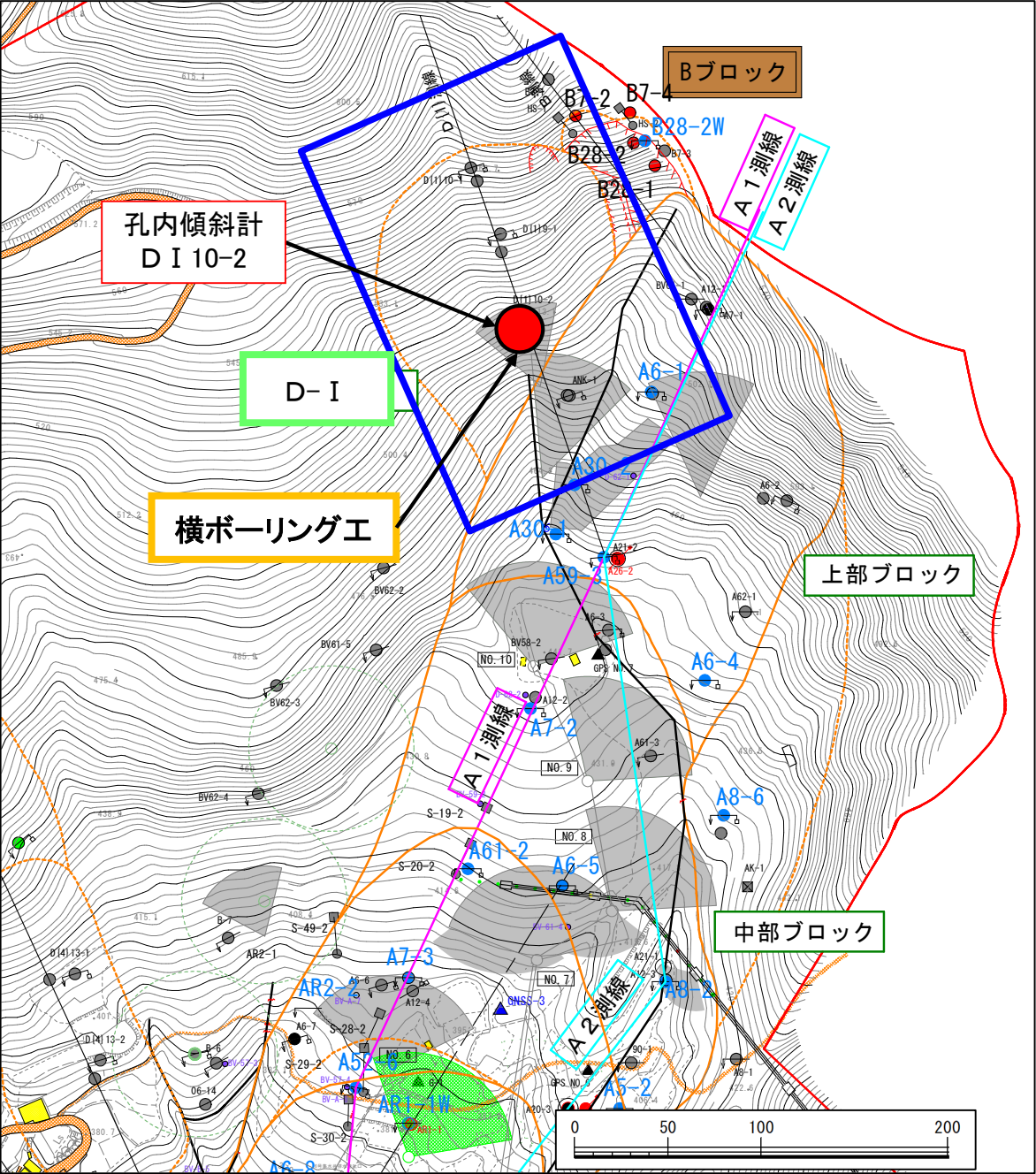
3.長者地区地すべりの概要(D I ブロック)

【D I ブロック】

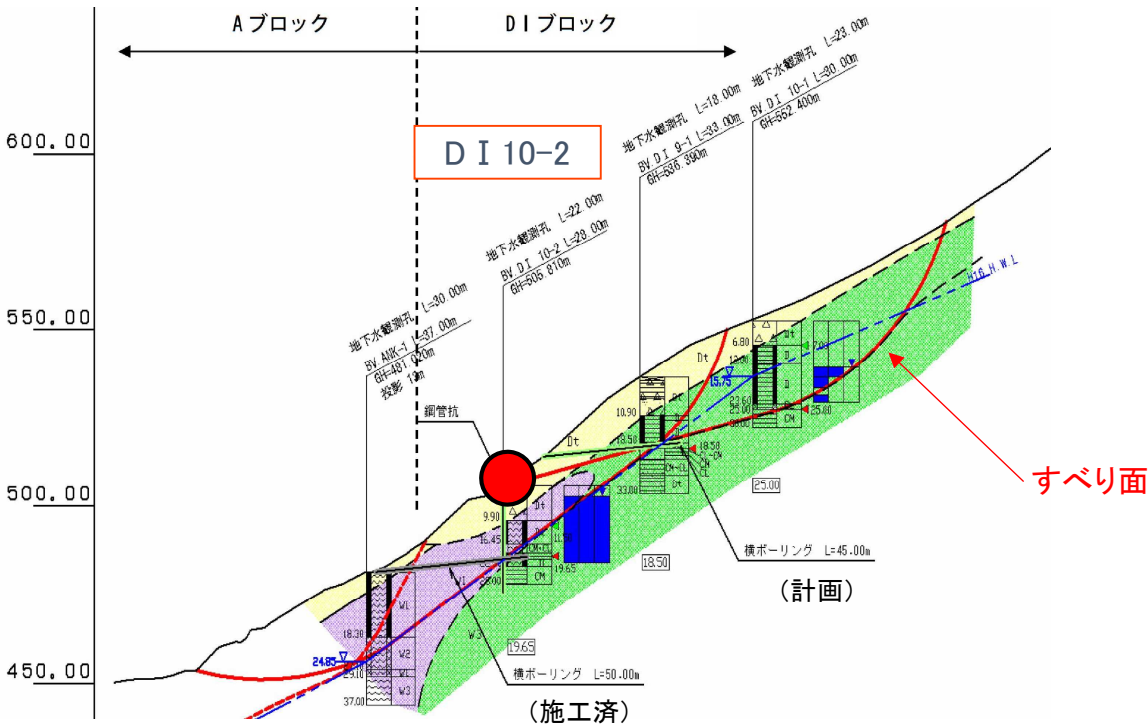
- ・ 孔内傾斜計 (D I 10-2) : H10-H19の年平均変動量は
深度8.5~12.5mで2.32mm/年、深度22.0~25.5mで1.28mm/年
(近年の状況)
- ・ 顕著な地すべり変動は確認されておらず、上記の観測以降、
観測機器による監視は行われていない。

※Cブロック同様に、Dブロックも顕著な地すべり変動は確認されていないが、民家が密集した区域であるため、2015 (H27年) 度より挿入型孔内傾斜計の観測を再開している。

Dブロック平面図

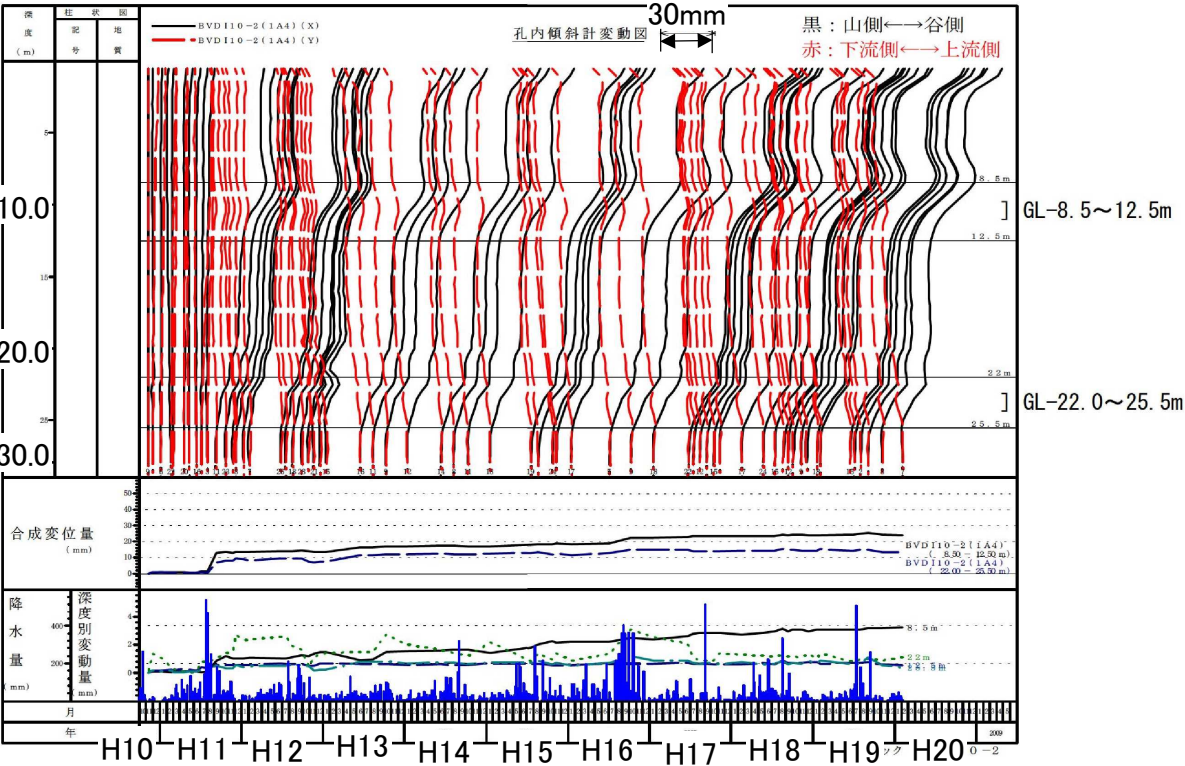


D I 測線地質推定断面図(D I ブロック)



孔内傾斜計 D I 10-2

GL- 8.5~12.5m : 2.32mm/年 (H10~H19平均)
GL-22.0~25.5m : 1.28mm/年 (H10~H19平均)



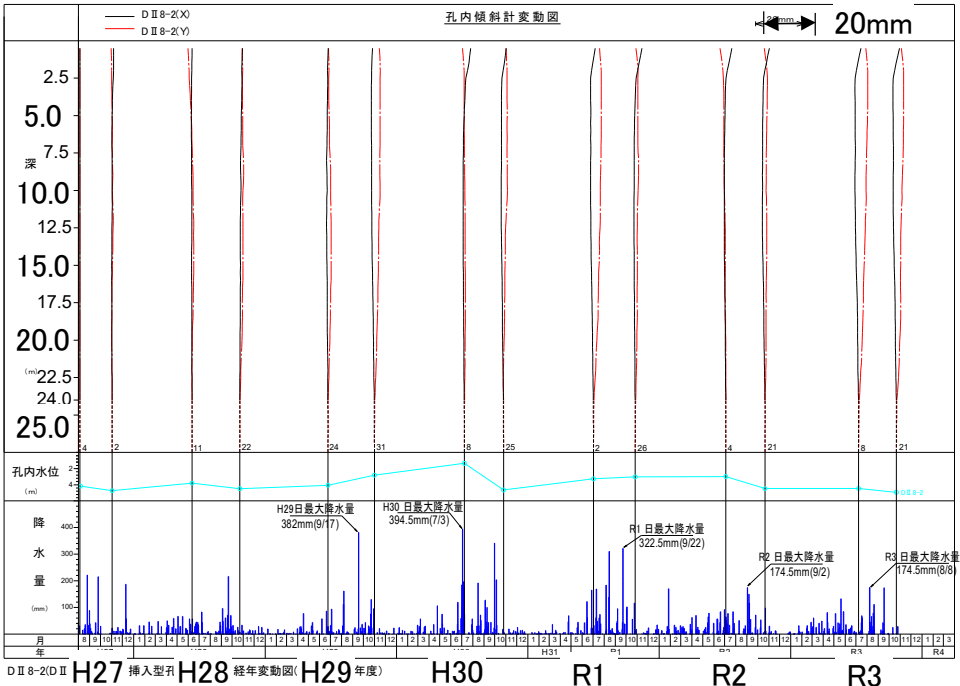
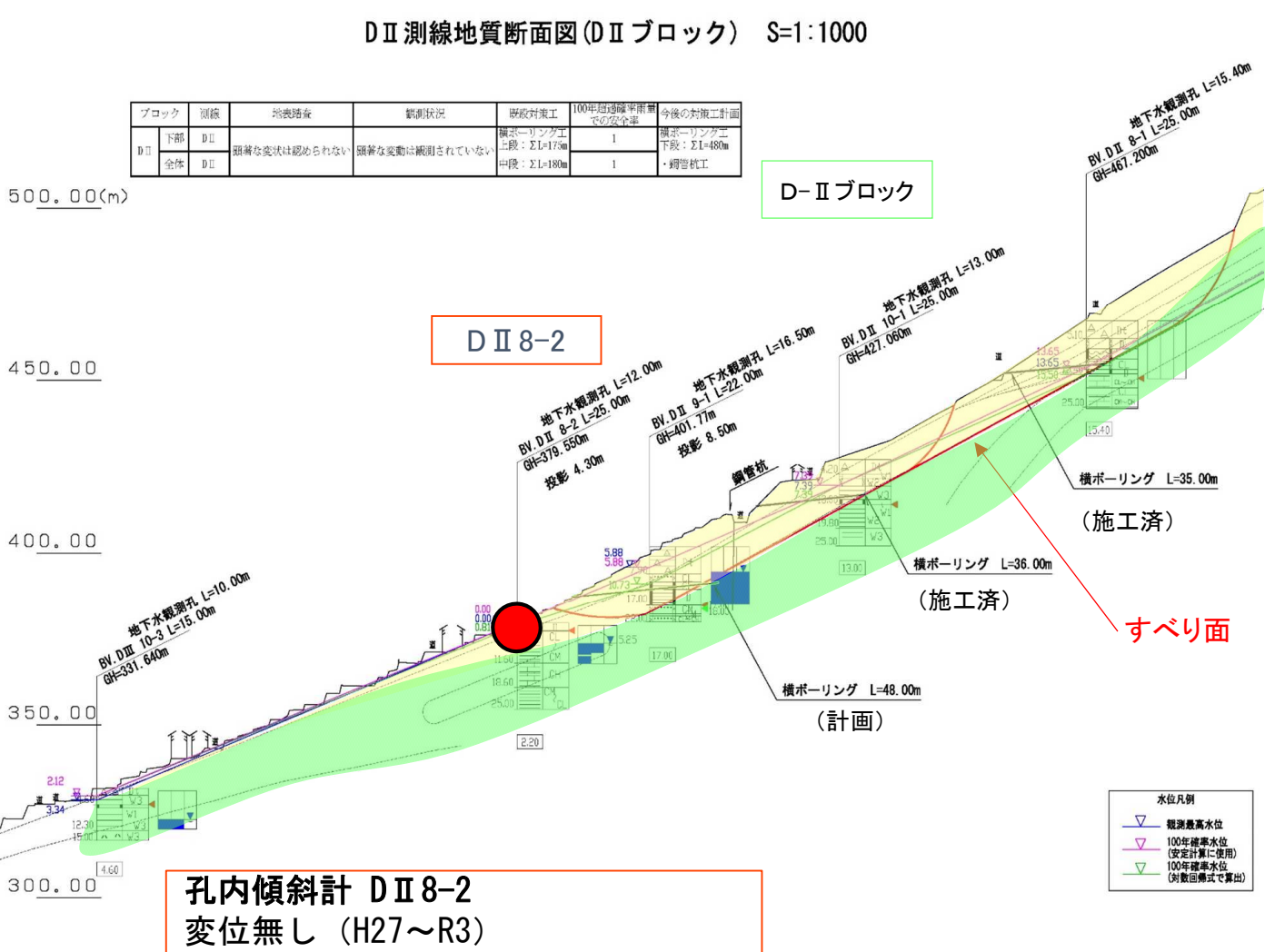
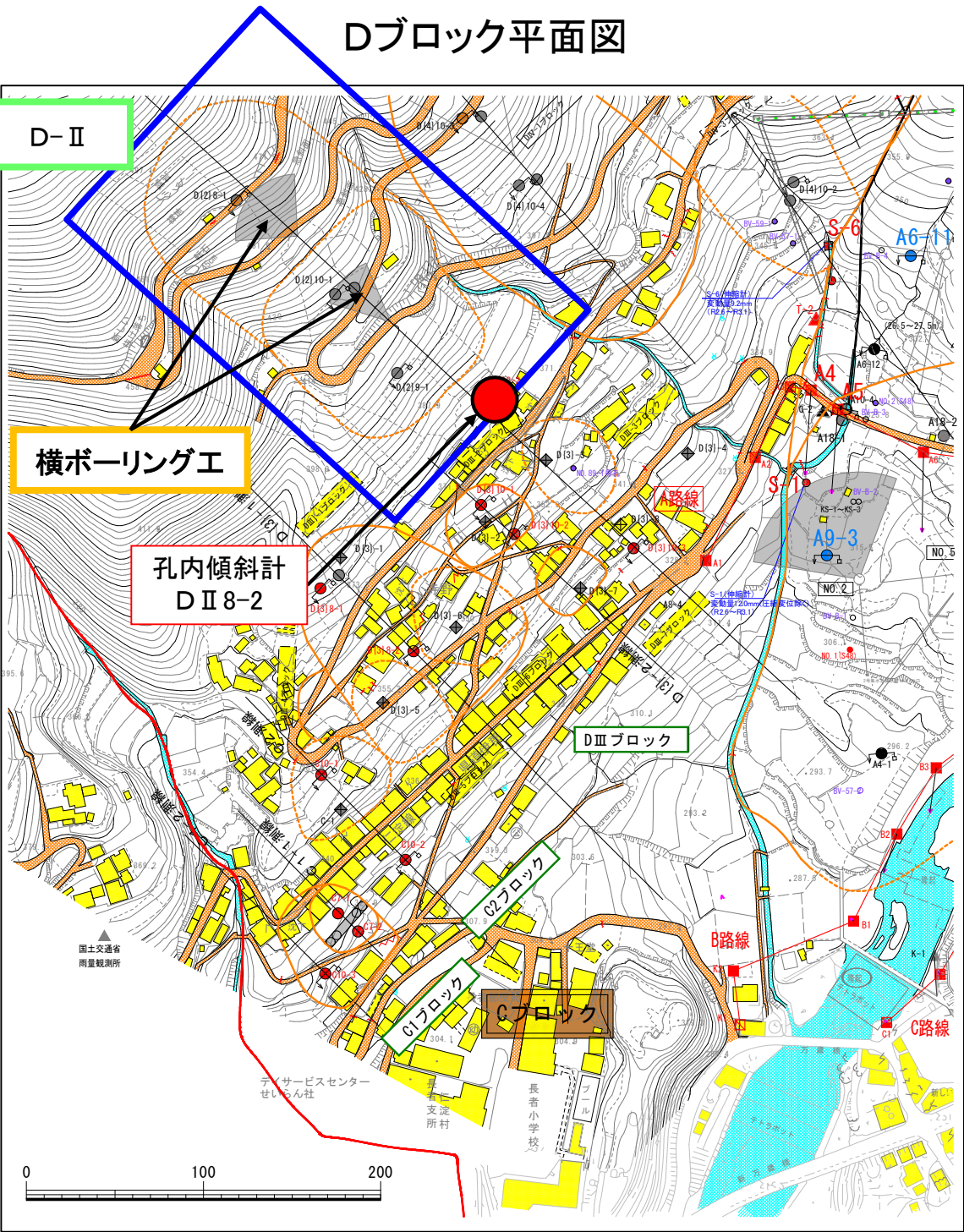
※図はH10~19の観測結果

3.長者地区地すべりの概要(DⅡブロック)

【DⅡブロック】

- ・ 孔内傾斜計 (DⅠ 10-2) : H27以降、変動なし (近年の状況)
- ・ 顕著な地すべり変動は確認されていない。

※Cブロック同様に、Dブロックも顕著な地すべり変動は確認されていないが、民家が密集した区域であるため、2015 (H27年) 度より挿入型孔内傾斜計の観測を再開している。



※図はH27~R3の観測結果

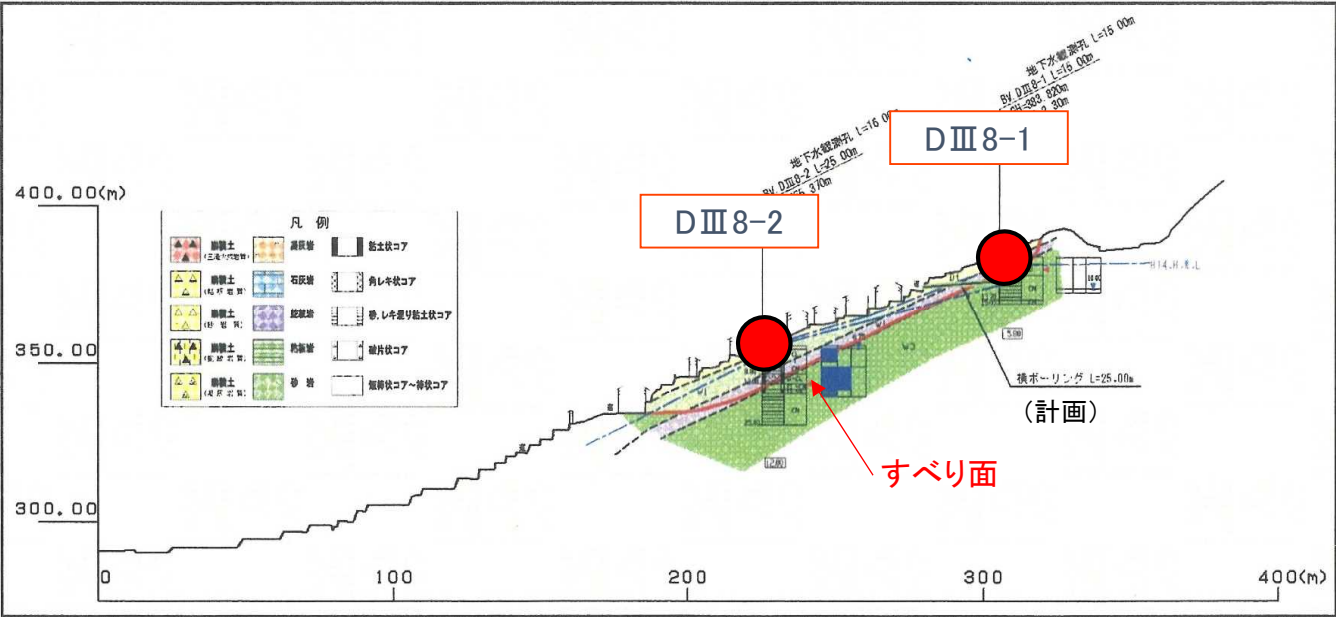
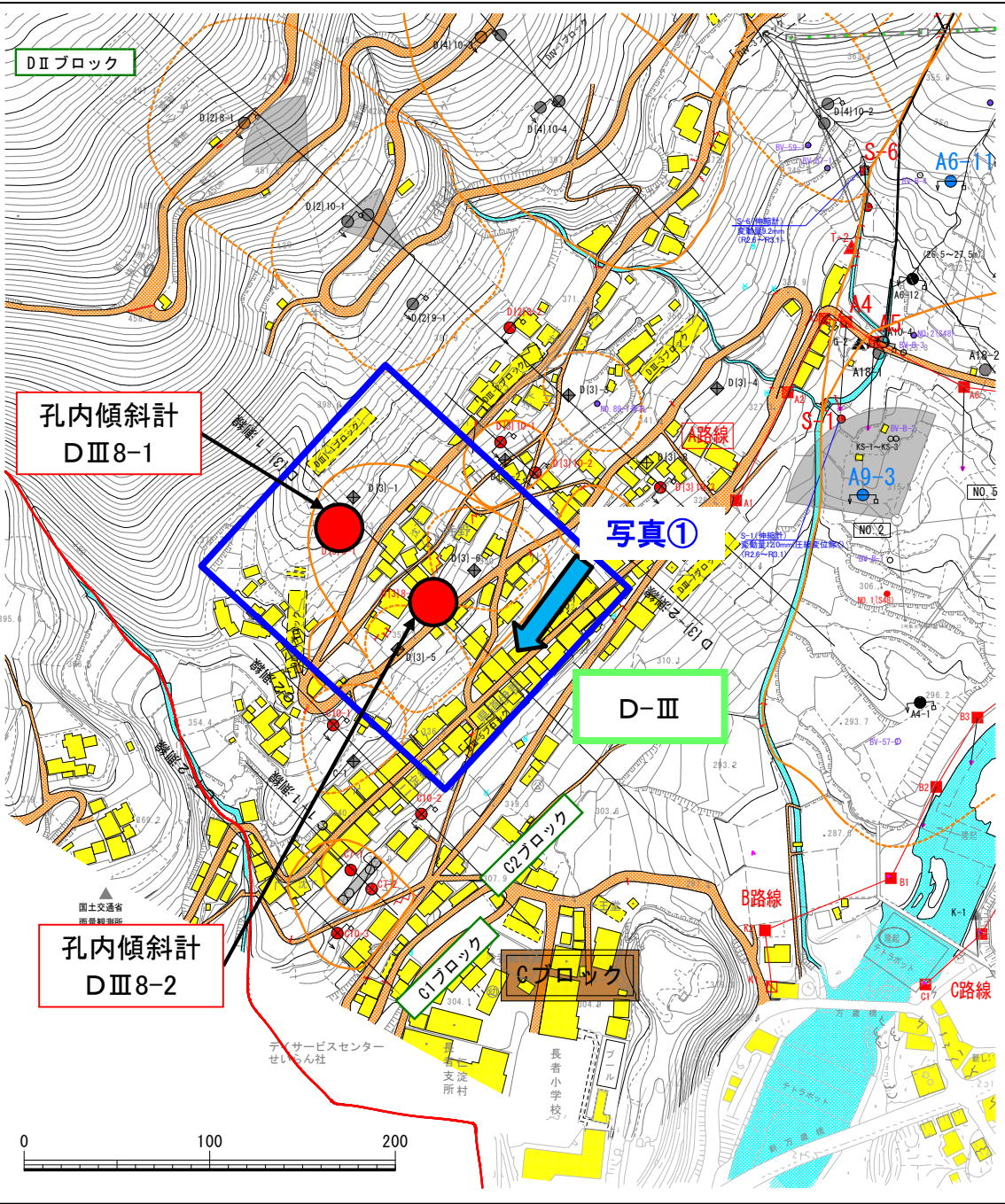
3. 長者地区地すべりの概要 (DⅢ-1ブロック)

DⅢ-1測線地質推定断面図(DⅢ-1ブロック)

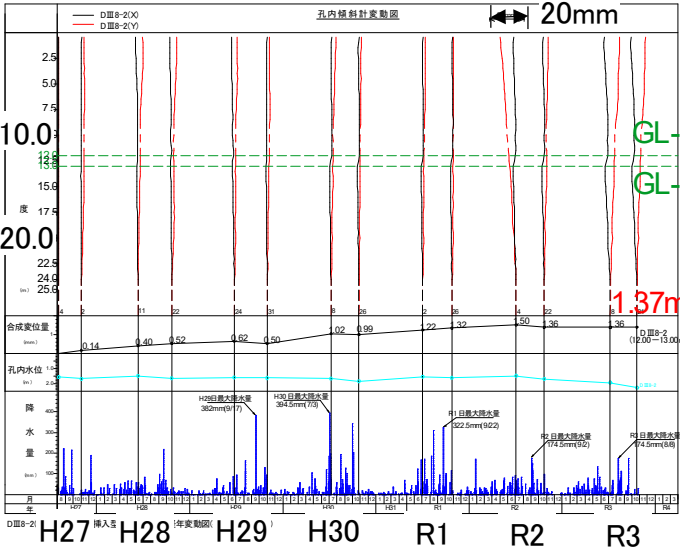
- 【DⅢ-1ブロック】
- ・ 孔内傾斜計：H27以降、DⅢ8-1孔の深度3.5m以浅において年間1mm程度の軽微な変動量を観測。
(近年の状況)
 - ・ R3時点において地表面に変状は認められない。

※Cブロック同様に、Dブロックも顕著な地すべり変動は確認されていないが、民家が密集した区域であるため、2015 (H27年) 度より挿入型孔内傾斜計の観測を再開している。

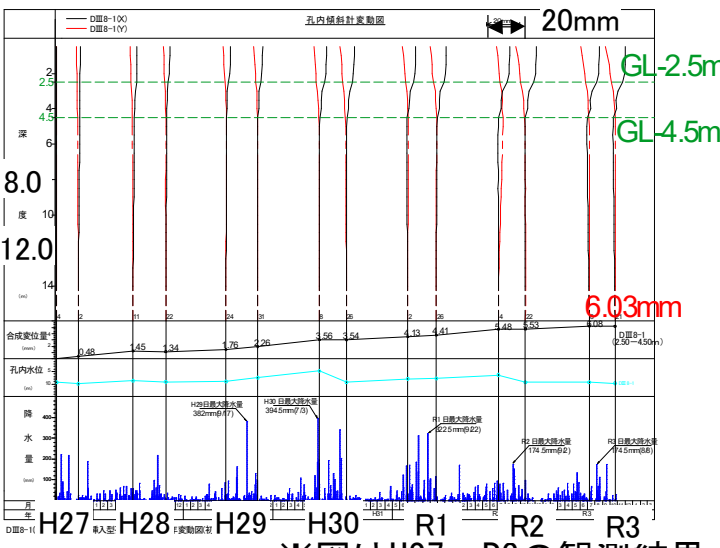
Dブロック平面図



孔内傾斜計 DⅢ8-2
0.22mm/年 (H27～R3平均)



孔内傾斜計 DⅢ8-1
0.97mm/年 (H27～R3平均)



※図はH27～R3の観測結果



写真① DⅢ-1ブロック末端部の状況

3. 長者地区地すべりの概要 (DⅢ-2ブロック)

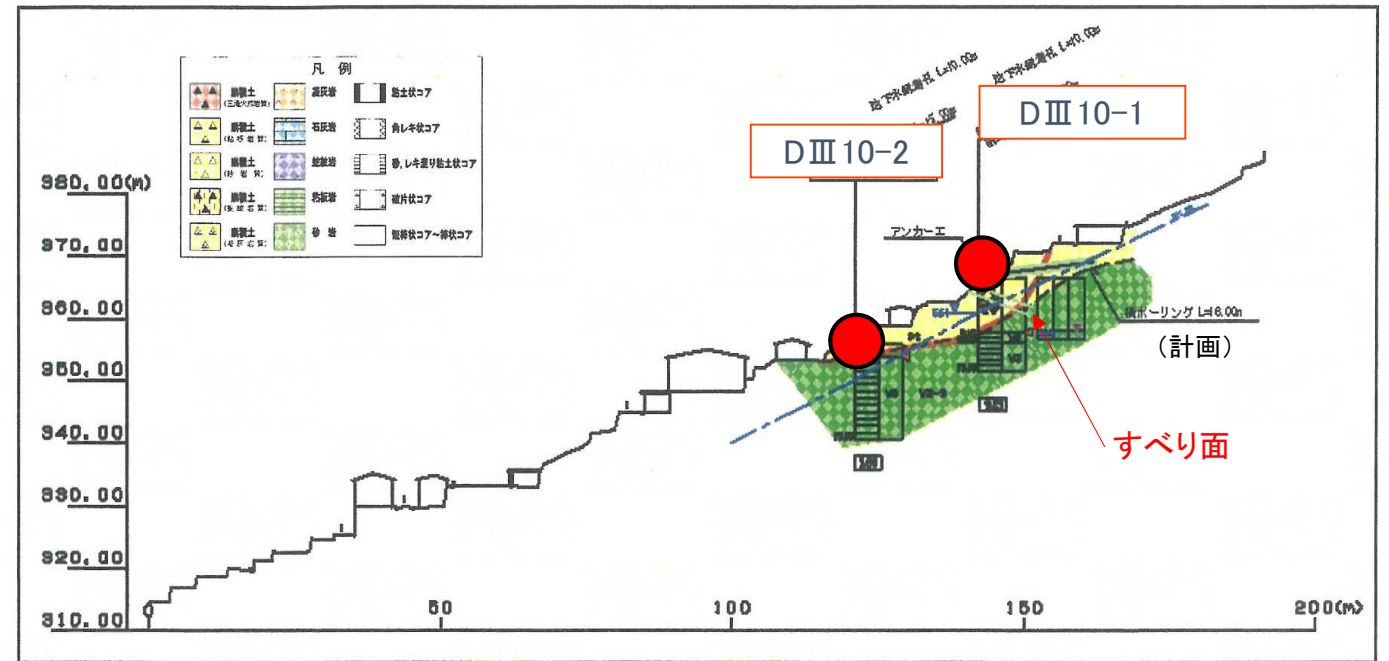
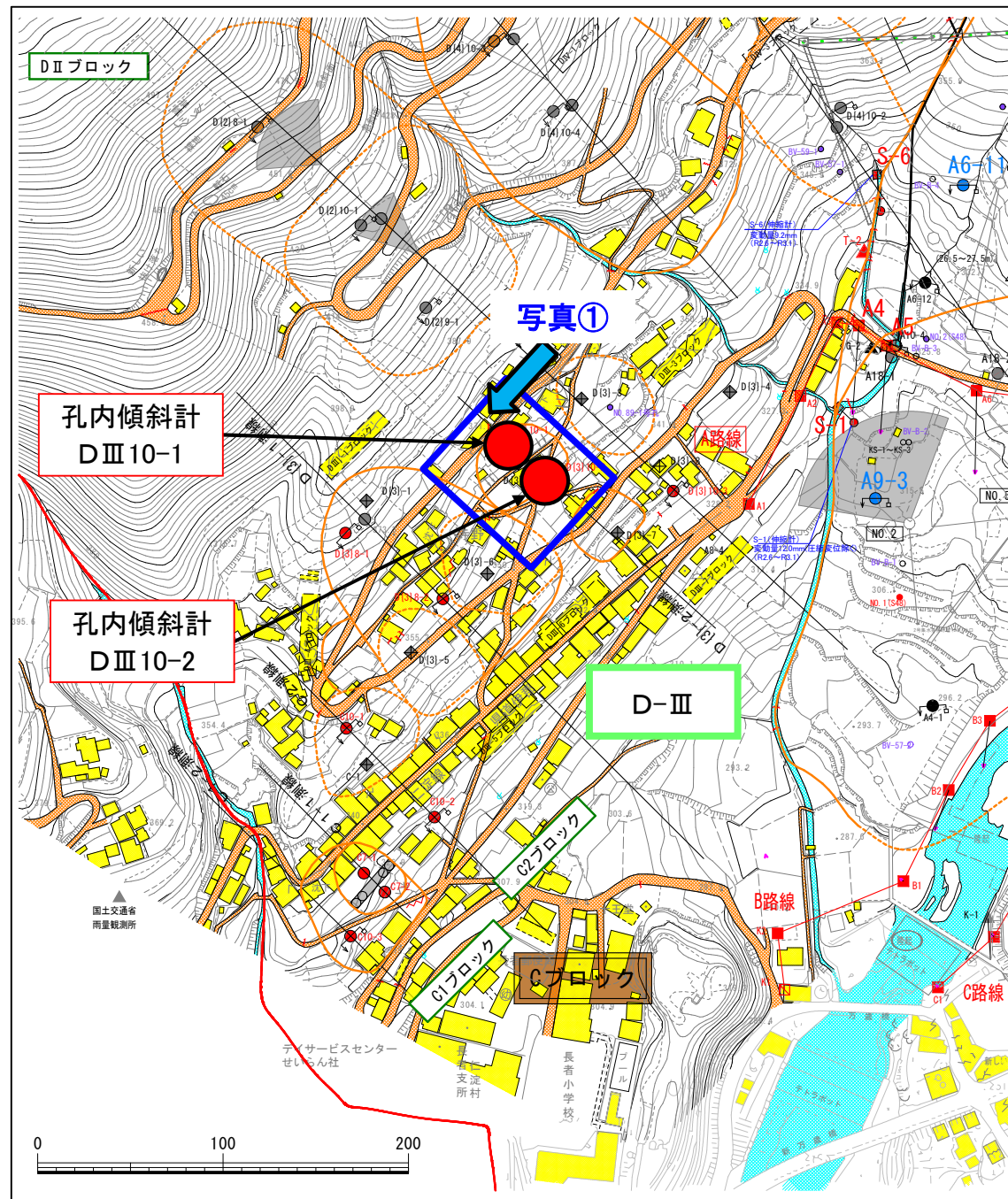
DⅢ-2測線地質推定断面図(DⅢ-2ブロック)

【DⅢ-2ブロック】

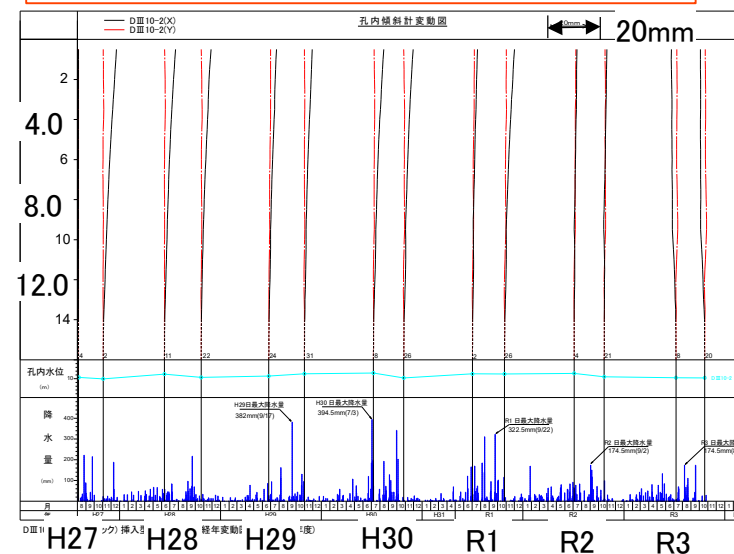
- ・ 孔内傾斜計：H27以降、DⅢ10-1孔の深度13.0～15.0mにおいて、年間0.4mm程度の非常に軽微な変動量を観測。(近年の状況)
- ・ R3時点において地表面に変状は認められない。

※Cブロック同様に、Dブロックも顕著な地すべり変動は確認されていないが、民家が密集した区域であるため、2015 (H27年) 度より挿入型孔内傾斜計の観測を再開している。

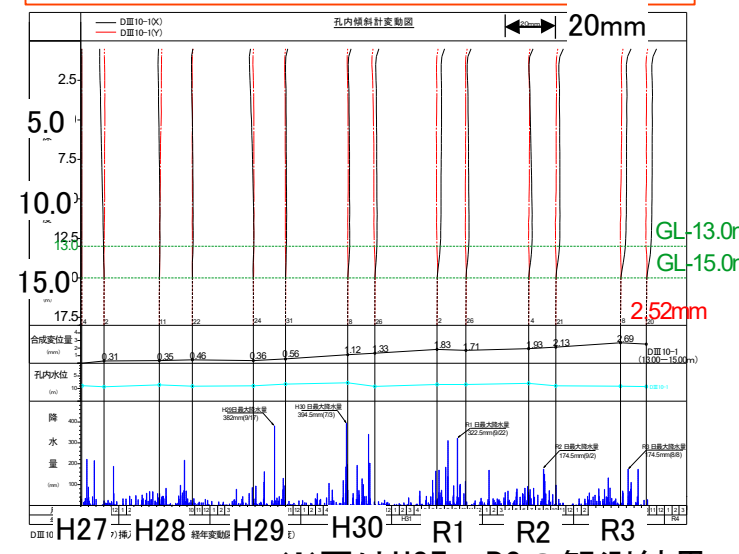
Dブロック平面図



孔内傾斜計 DⅢ10-2 変位無し (H27～R3)



孔内傾斜計 DⅢ10-1 0.41mm/年 (H27～R3平均)



※図はH27～R3の観測結果

変状なし (H19撮影)



変状なし (R3撮影)



写真① DⅢ-2ブロック頭部の状況

3.長者地区地すべりの概要(総括)

ブロック名	概要
Aブロック	令和2年度以降も年平均変動量は3～4cm程度みられるが、昭和39年頃の1.5mと比較し、 <u>地すべり変動量は減少してきている。</u>
Bブロック	H29以降の年平均変動量は0～0.50mm程度であり、 <u>顕著な地すべり変動は確認されていない。</u>
Cブロック	H27以降の年平均変動量は1.5mm未満であり、 <u>顕著な地すべり変動は確認されていない。</u>
Dブロック	H27以降の年平均変動量は1.0mm未満であり、 <u>顕著な地すべり変動は確認されていない。</u>

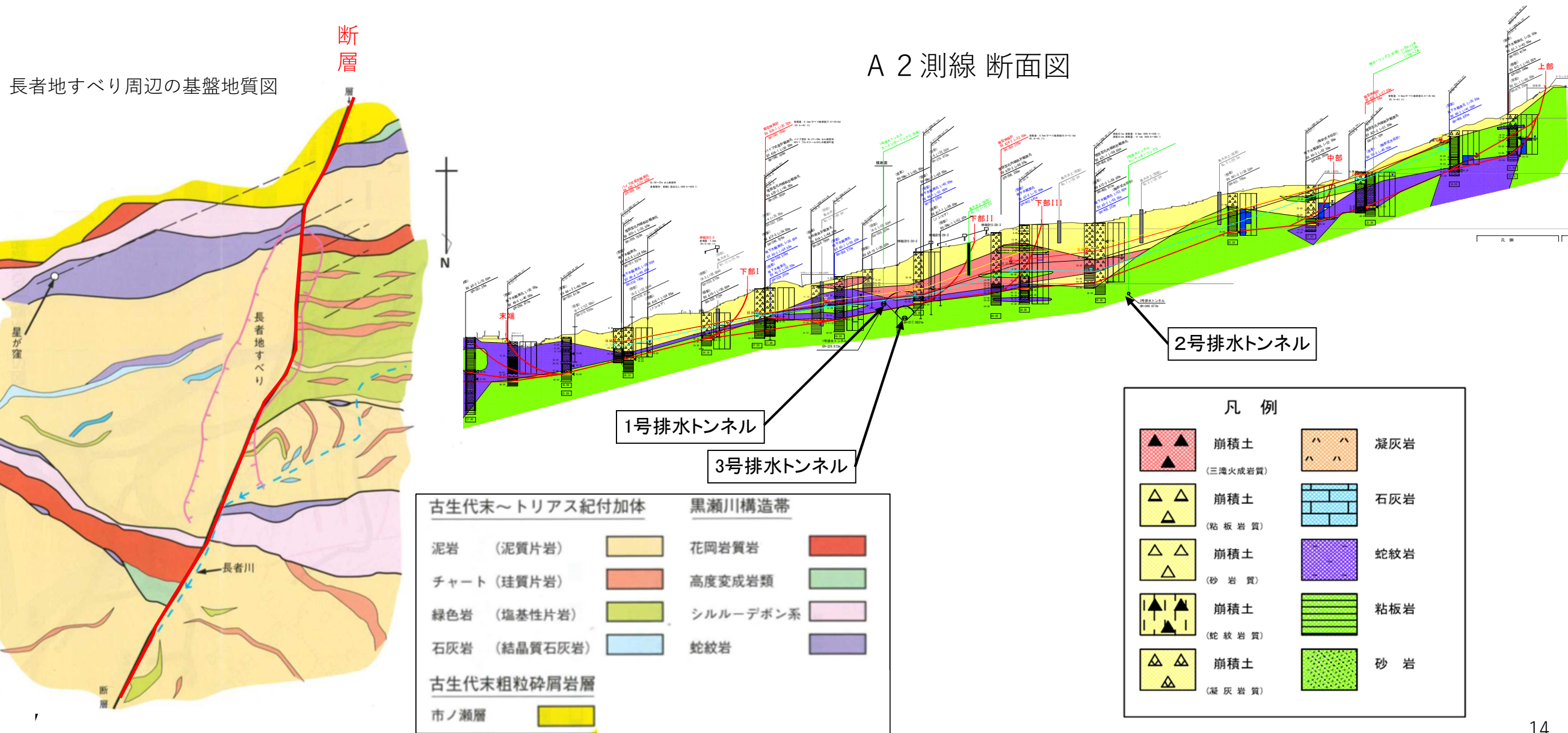
4.地すべりの素因・誘因について(Aブロック)

【素因】

- ①断層によって破碎された岩類が多く存在している
- ②すべり面が形成されやすい脆弱な風化岩類(蛇紋岩)・堆積土類が基盤岩を覆っている

【誘因】

- ①長者川の護岸(地すべり末端部)浸食
- ②豪雨などの浸透地下水による間隙水圧の上昇



想定すべり面について(Aブロック下部Ⅰ～Ⅲ)

【すべり面の状況】

- ・すべり面は、西側に設定した副測線のA2測線でより深部で形成されている
- ・A2測線の最深のすべり面は下部ⅢブロックA24-2孔付近で深度は約51.0mである。

【すべり面の形成箇所】

- ・すべり面は流れ盤の粘板岩及び蛇紋岩の強風化岩(粘土状)より形成される。

下部Ⅰブロック頭部

下部Ⅱブロック頭部

下部Ⅲブロック頭部

県道

AR1-1 投影

AR1-1 36.10m (粘土状の粘板岩と蛇紋岩境界部)

A24-1 27.0m (粘土状蛇紋岩)

下部Ⅲブロック頭部

下部Ⅱブロック頭部

下部Ⅰブロック頭部

県道

A24-2 50.0mおよび51.0m付近 (粘土状蛇紋岩)

A26-1 26.30m (粘土状粘板岩)

すべり面

凡例

想定すべり面について(Aブロック中部～上部)

【すべり面の状況】

- ・中部ブロックでは、A21-1孔付近で深度54.1m。
- 【すべり面の形成箇所】
- ・すべり面は、広く分布する流れ盤の蛇紋岩に形成している。

上部ブロック頭部

中部ブロック頭部

下部Ⅲブロック頭部

A1測線 (中央部)

A26-2 32.90m
粘土状蛇紋岩と粘板岩境界部（蛇紋岩中に捕獲された粘板岩）

上部ブロック頭部

中部ブロック頭部

下部Ⅲブロック頭部

A2測線 (西側)

A21-1
52.25～54.10m
(粘土状蛇紋岩)

凡 例			
	崩積土 (三滝火成岩質)		凝灰岩
	崩積土 (粘板岩質)		石灰岩
	崩積土 (砂岩質)		蛇紋岩
	崩積土 (蛇紋岩質)		粘板岩
	崩積土 (凝灰岩質)		砂岩



5.これまでの対策工の考え方について

- ・ 長者地すべりでは、高知県が平成19年に「長者地すべり対策方針策定委員会」を設置し、以降の対策の進め方を議論
- ・ Aブロックへの地下水の流入に起因する地すべり機構を踏まえ、地下水排除工を主体に対策を実施することを決定

平成19年度 長者地すべり対策方針策定委員会時点における対策工の考え方

【Aブロックの地すべり機構】

- ①下部Ⅲ～上部ブロック西側において、降雨に伴う急激な地下水位上昇が認められる。
- ②下部Ⅲ～上部ブロック東側では、降雨に対する地下水位変動が小さく、常時、高い水頭を維持する。これは、常時、東側から地下水が供給されているためと考えられる。

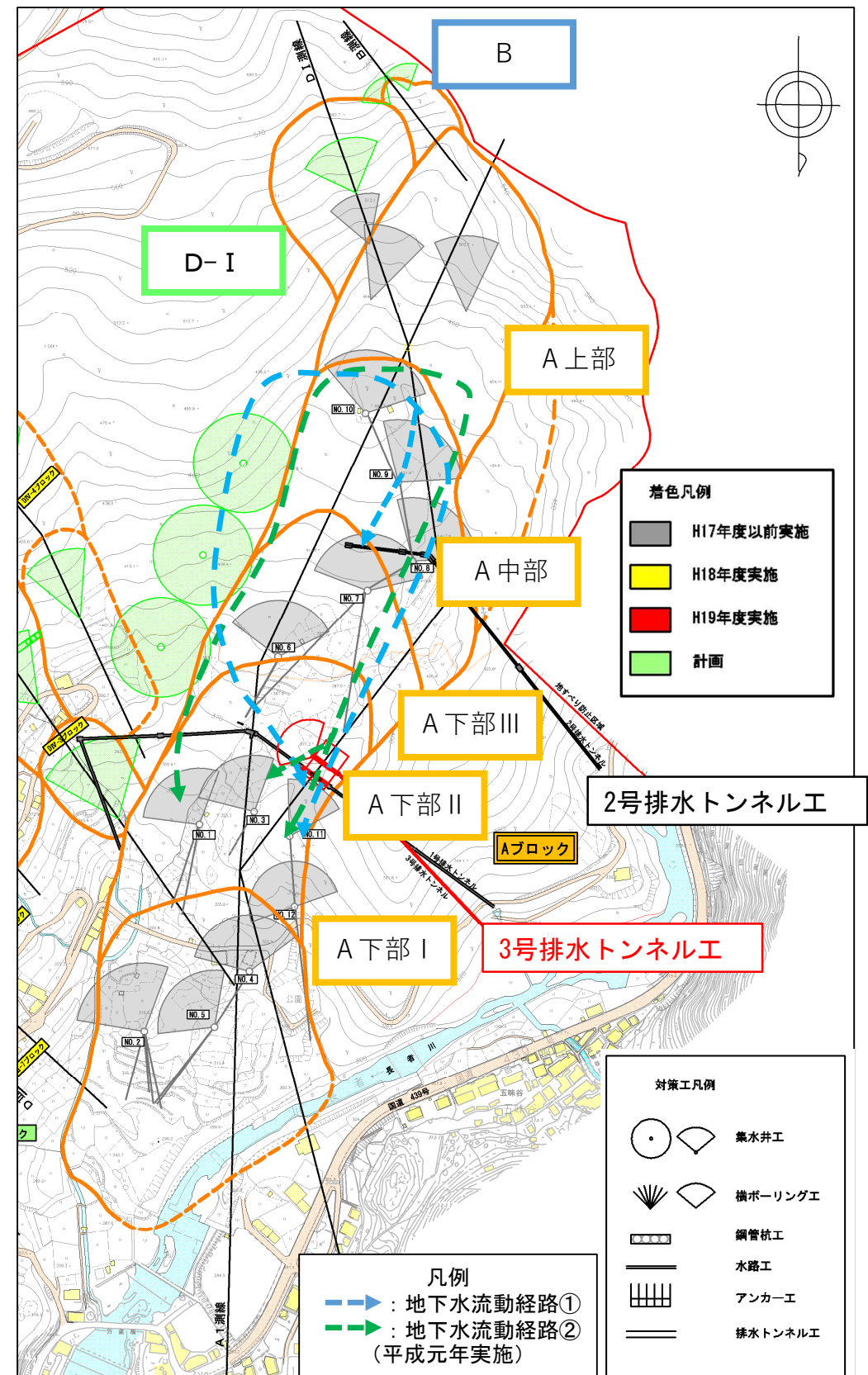


東側斜面から定常的に供給される地下水と、ブロック西側側方部に沿った部分での降雨に伴う急激に上昇する地下水が認められ、これらが誘因となり地すべりが活動していることが考えられる。



【Aブロックの地すべり対策方針】

- ・ 対策工は「地下水排除工」と主体として考える。
- ・ ブロック西側側方部沿いの地下水を排除する。
- ・ ブロック東側斜面からブロック内に流入する地下水を排除する。
- ・ 「地表水排除工」を計画する。



地すべり防止工事基本計画平面図(現計画)

※注)平成19年度委員会以前における計画である。

引用:「平成19年度 長者地すべり対策方針策定委員会 委員会資料」、一部加筆

6.対策工の施工状況について

- 平成19年の「長者地すべり対策方針策定委員会」で計画された対策工は、対策の考え方により優先度を設定
- 効率的な対策のため、既往の対策工を活用した対策を優先度Ⅰとして、西側の地下水上昇帯の地下水を排除する工法を優先度Ⅱ、東側からの流入水を排除する工法を優先度Ⅲとして、順次、対策を実施

平成19年度対策方針策定委員会で計画された対策工

H19計画					進捗状況 (R3時点)
優先度	工種	仕様・数量	単位	数量	
優先度Ⅰ	2号排水トンネル 谷側集水ボーリング工	φ90mm L=20～50m×60本	式	1	・ 施工完了 (施工期間H26～H27)
	2号排水トンネル カーテンボーリング工	φ100mm L=80m×15本	式	1	・ H28年度測量と概略検討 (未実施)
優先度Ⅱ	集水井工 (西側上部)	上部:L=30m (ライナープレート)	基	1	・ H30年度調査の結果、集水井工から横ボーリング工に変更。 (N=8本、ΣL=415m、位置を中央部) ・ 施工完了 (施工期間R1～R2)
	集水井工 (西側下部)	下部:L=55m (RCセグメント)	基	1	・ R1～R2年度調査・検討 ・ 施工位置を中央寄りに変更 ・ R4年度施工予定
優先度Ⅲ	集水井工	L=40m/基	基	3	・ R2年度調査 (1m深地温探査、調査ボーリング、地下水陰層、地下水追跡調査等を実施) ・ 調査の結果、集水井工から横ボーリング工に変更。(L=35.0m×12本) ・ 施工完了 (施工期間R3)

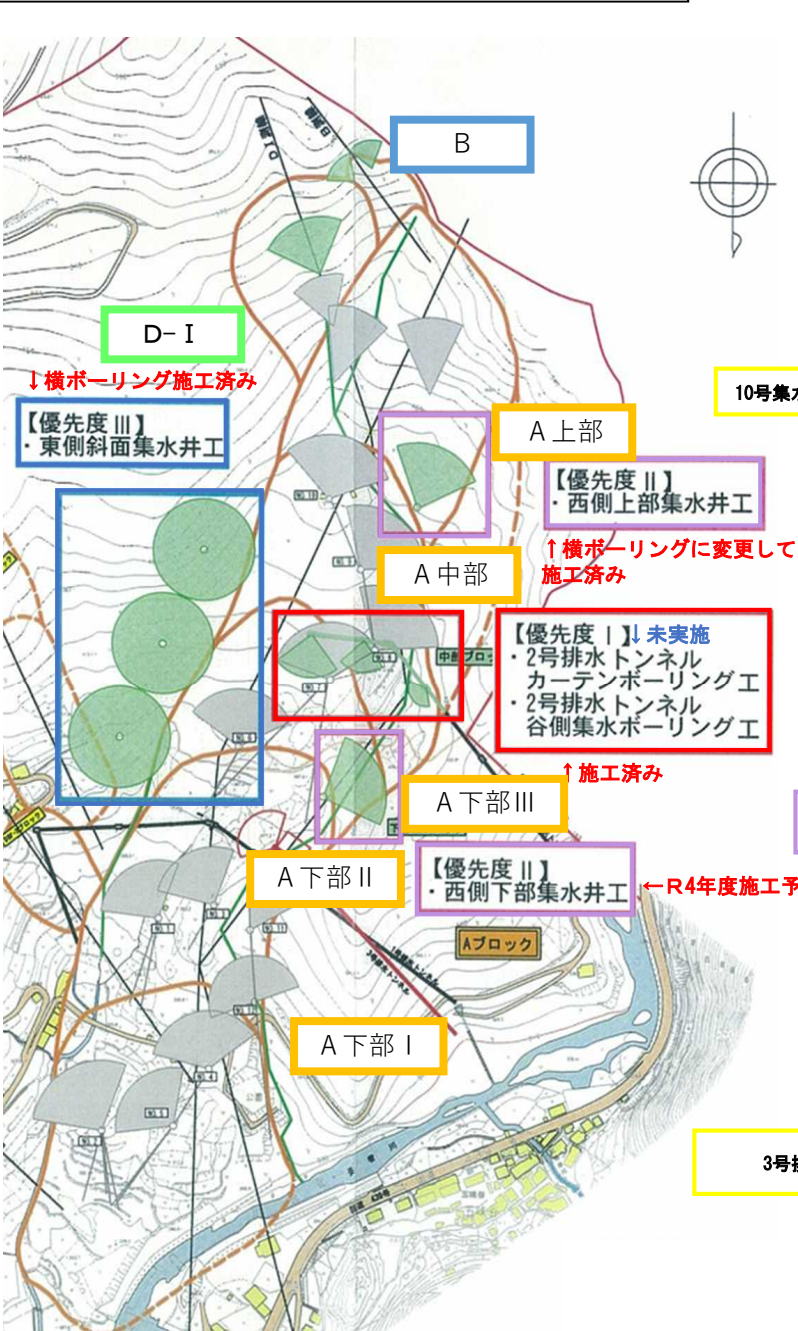
- 優先度Ⅰ

既往の対策工を有効活用する工法
- 優先度Ⅱ

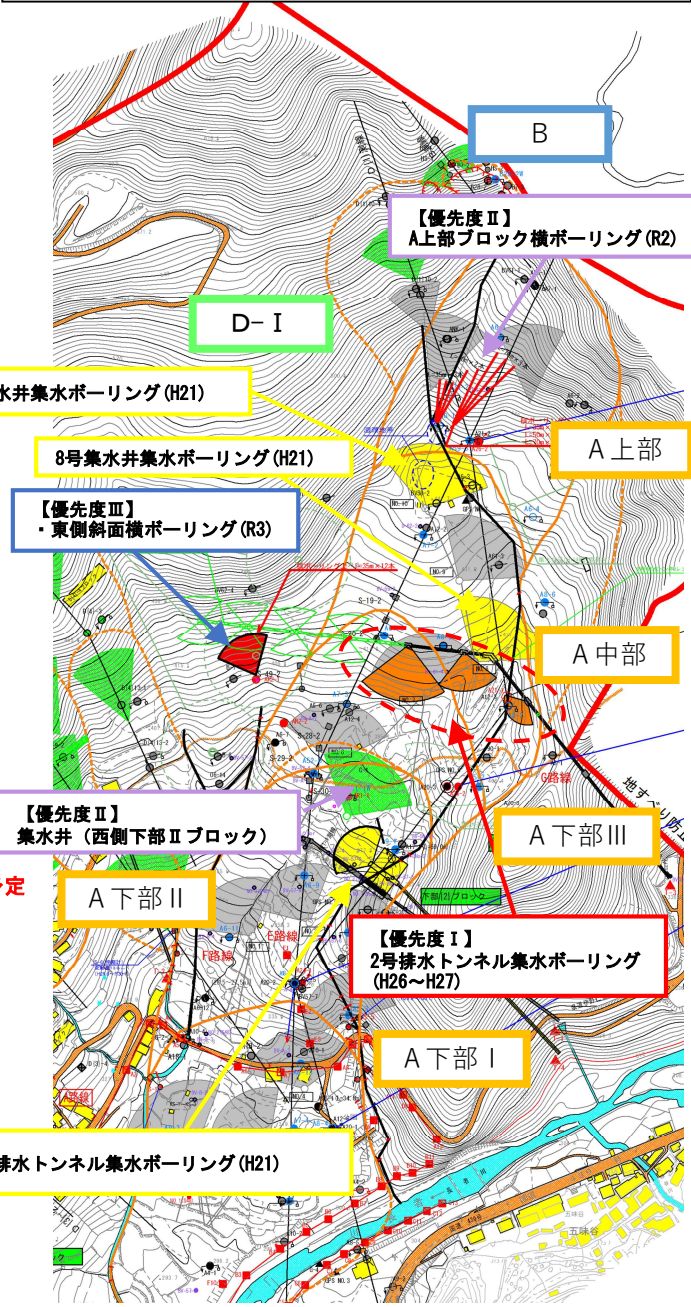
西側の地下水上昇帯の地下水を排除する工法
- 優先度Ⅲ

東側斜面からの流入水を排除・遮断する工法

H19委員会時に提案された対策工の平面図



H19委員会以降に施工された対策工の平面図



※黄色の枠で囲った対策工は、平成19年度の委員会以前から計画されていたものである。

6.対策工の施工状況について(Aブロック)

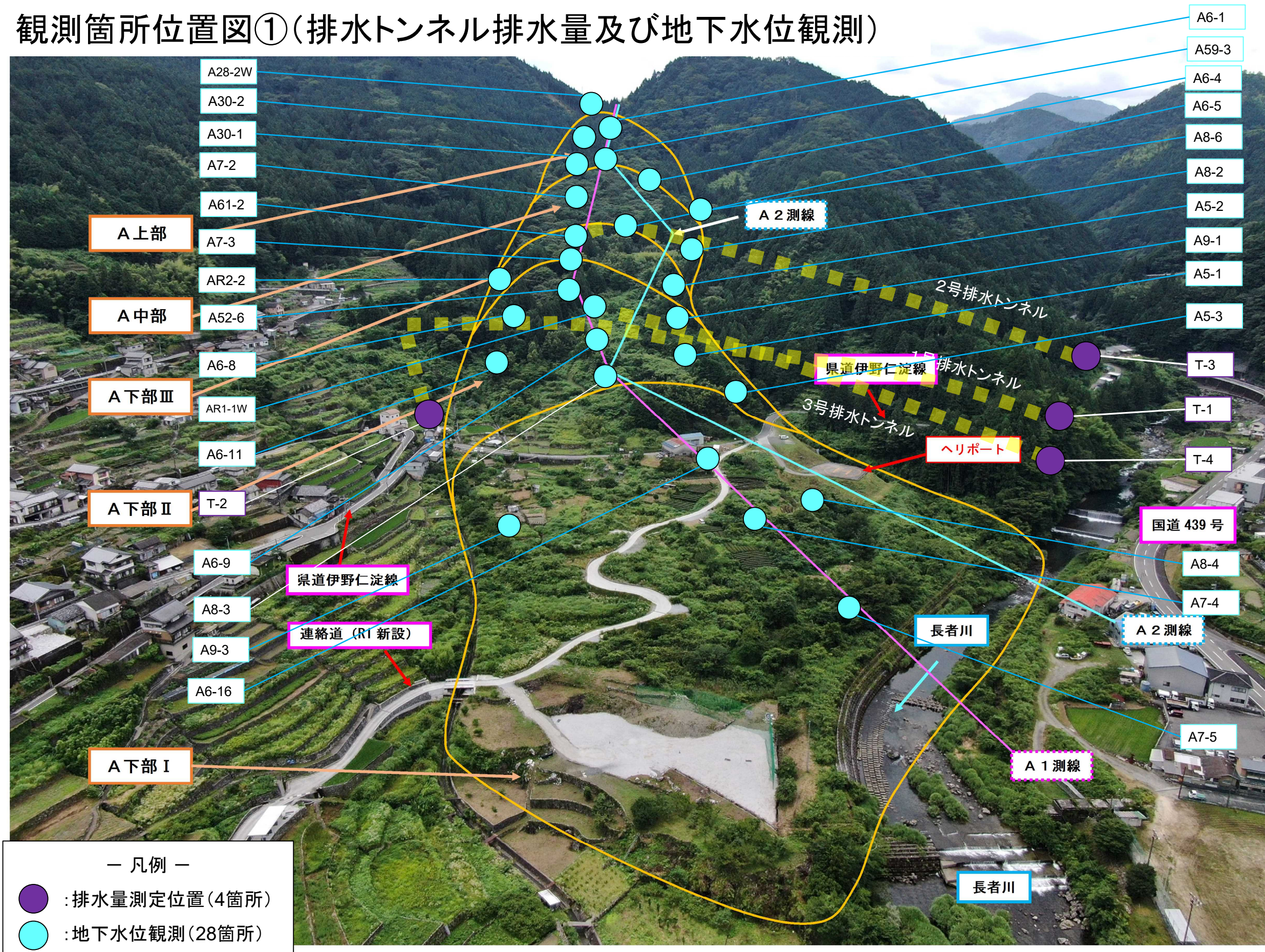
対策工の年表(Aブロック)

対策工着色の凡例			
排水トンネル	集水井	横ボーリング	水路工

年度	H19委員会 優先度	工事概要	目的等
H19～20		3号排水トンネル L=200.8m(災害復旧)	下部Ⅱブロック西側の地下水排除 (1号排水トンネルの破損部対策)
H21		3号排水トンネル内集水ボーリング N=30本 L=1339.3m(災害復旧)	
		8号・10号集水ボーリング Σ N=10本 Σ L=500m	中部ブロックの地下水排除
H22		水路工 L=137.0m	下部Ⅰブロック西側の表面水流入防止
H23		水路工 L=174.0m	下部Ⅱブロック東側の表面水流入防止
H24		水路工 L=139.8m	下部Ⅲブロック東側の表面水流入防止
H25～26	優先度Ⅰ	2号トンネル内集水ボーリング N=33本 L=1576.0m	下部Ⅲ～中部ブロック西側の地下水排除
H27	優先度Ⅰ	2号トンネル内集水ボーリング N=27本 L=1151.5m	
H28～R1		(Aブロック内での対策工なし)	
R2	優先度Ⅱ	横ボーリング N=8本 L=415m ※(集水井工を横ボーリングに変更)	上部ブロックの地下水排除
R3	優先度Ⅲ	横ボーリング N=12本 L=420m ※(集水井工を横ボーリングに変更))	東側斜面から流入する地下水の排除

7.各観測データの推移について(Aブロック)

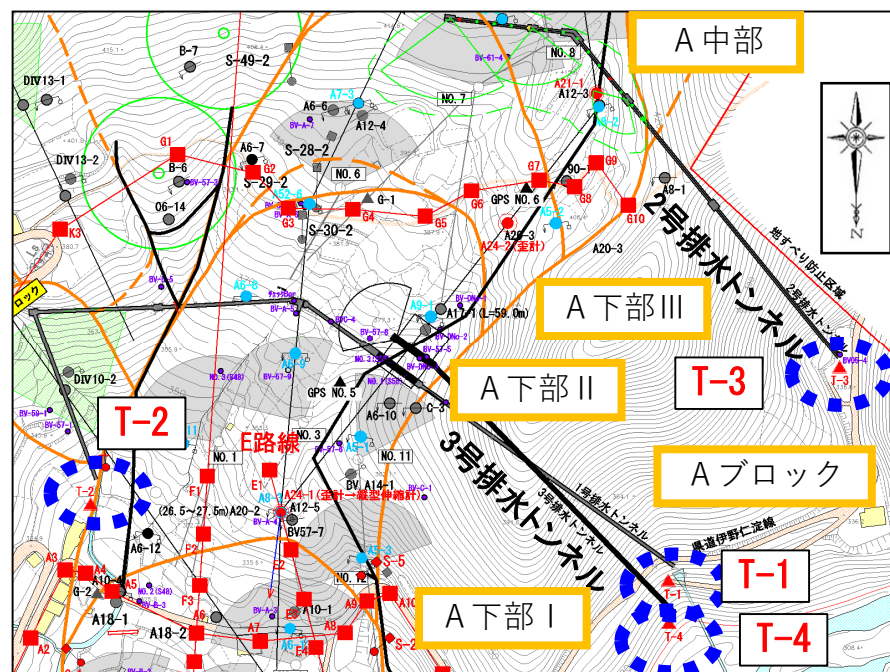
観測箇所位置図①(排水トンネル排水量及び地下水位観測)



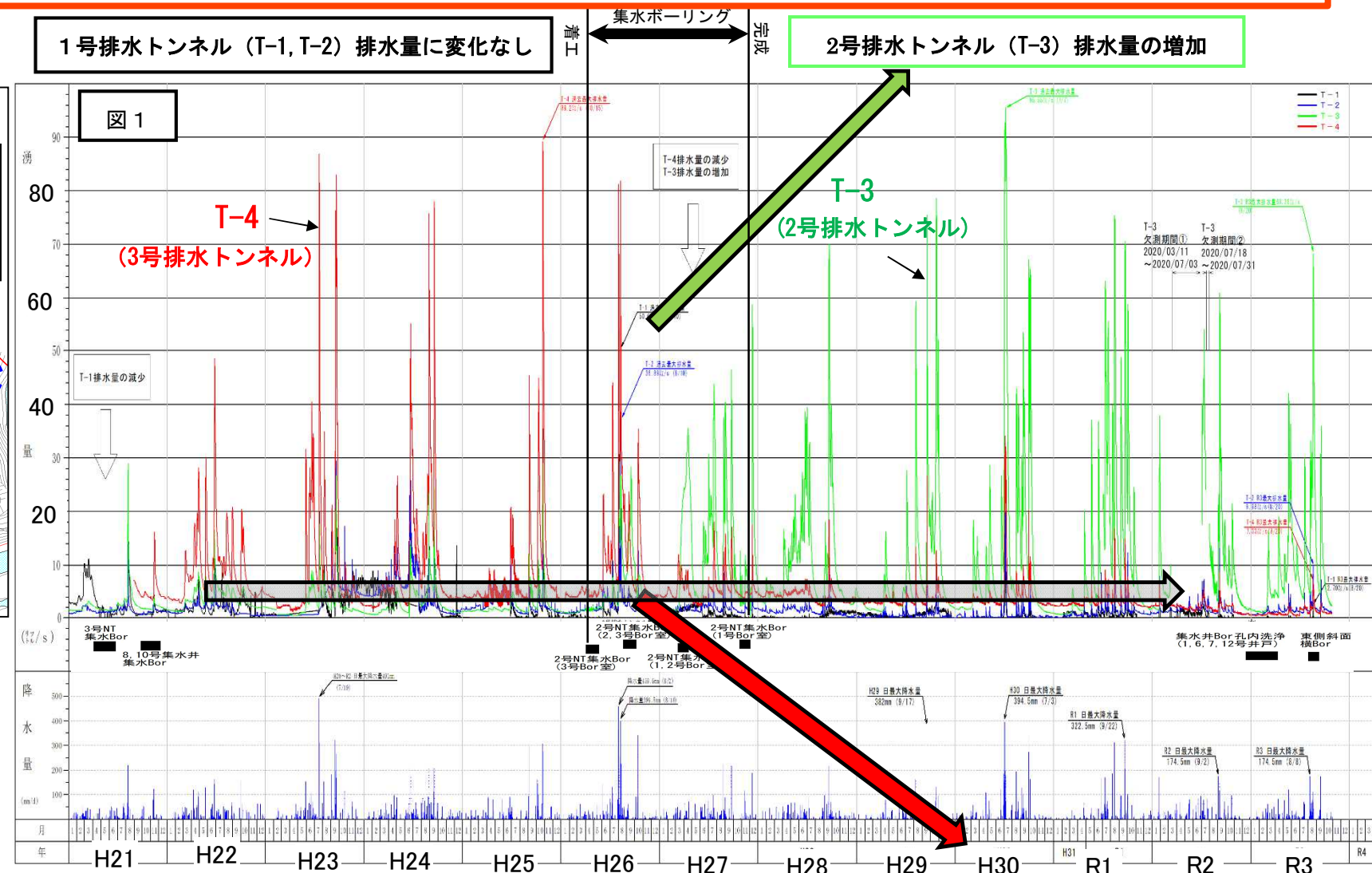
7.各観測データの推移について(Aブロック)

排水トンネル排水量の推移①

- 排水トンネルからの排水量は、1号排水トンネル（H18年損傷）の西側出口でT-1および東側出口でT-2、2号排水トンネルの出口でT-3、3号排水トンネルの出口でT-4の観測地点を設定し、観測。
- 1号排水トンネルの被災後に建設した3号排水トンネルの完成以降は、排水量は3号排水トンネルが主体的であった
- H27年に2号排水トンネルの集水ボーリング工事が完成すると、3号排水トンネル（T-4）の排水量が減少し、2号排水トンネル（T-3）の排水量が増加した（2号排水トンネル集水ボーリングの効果）。
- A中部ブロックから下部Ⅲブロックの西サイドを流下する地下水に対し、より上流側で地下水を排除（後述の水位観測結果参照：A8-2孔やA5-2孔の水位低下）していると考えられる。
- より上流側のブロックの動きの抑制に効果を発現していることから、地すべりの安定性に大きく寄与していると考えられることができる。



排水量測定位置平面図



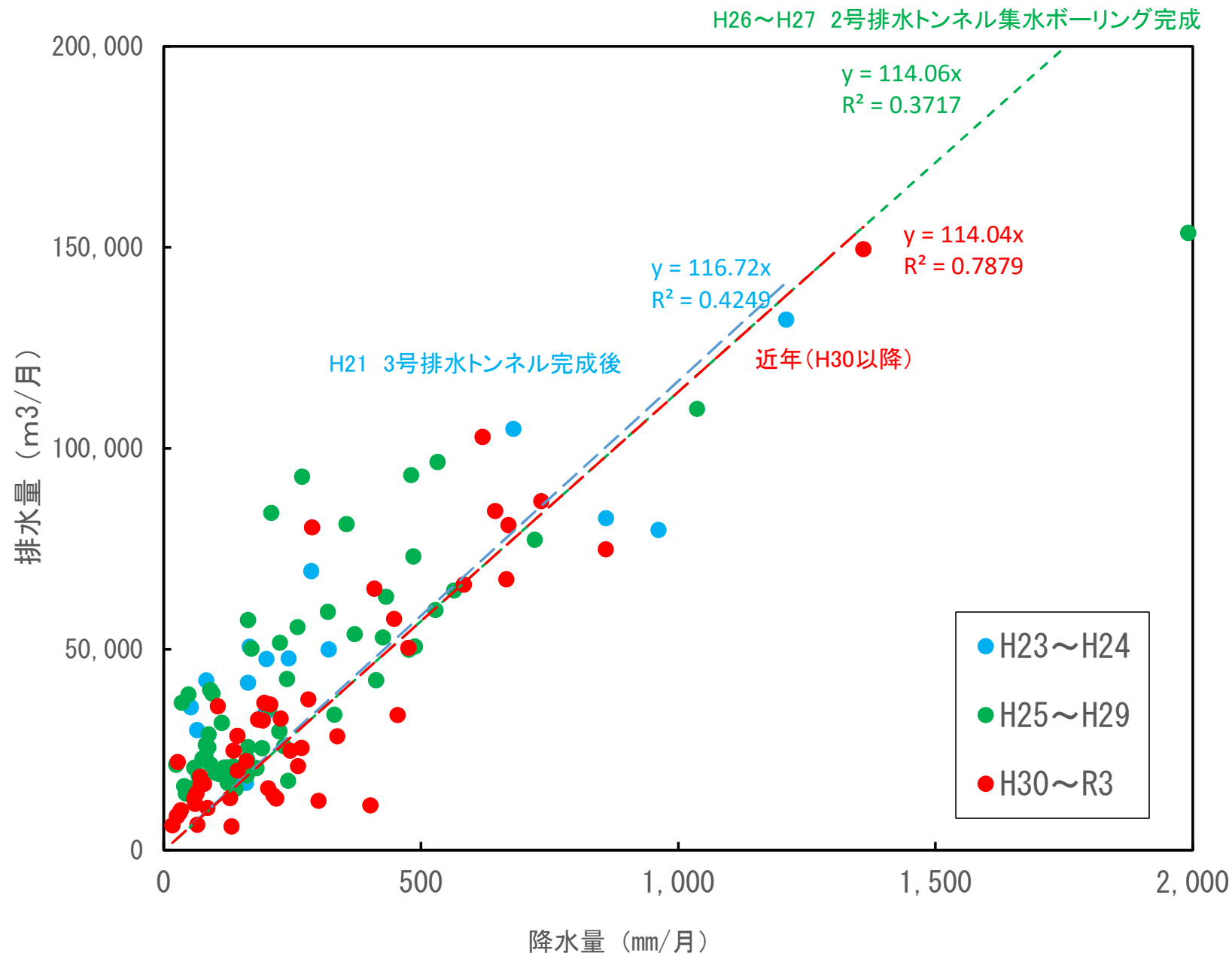
3号排水トンネル（T-4）排水量の減少

7.各観測データの推移について(Aブロック)

排水トンネル排水量の推移②

- 1号から3号の排水トンネルからの総排水量を、H21の3号排水トンネル完成後、H27の2号排水トンネル集水ボーリング完成後、H30以降に分類
- これを月あたりの降雨量と排水量の関係にして比較
- 上記の3つの期間で、降水量に対する排水量の関係の相間に大きな相違は生じていないが、3号排水トンネルで排除されていた地下水が、2号排水トンネルの集水ボーリングによって、より斜面の上流部で排除されたことによると考えられる。

排水トンネル排水量(T1～T4の合計)と降水量の関係



7.各観測データの推移について(Aブロック)

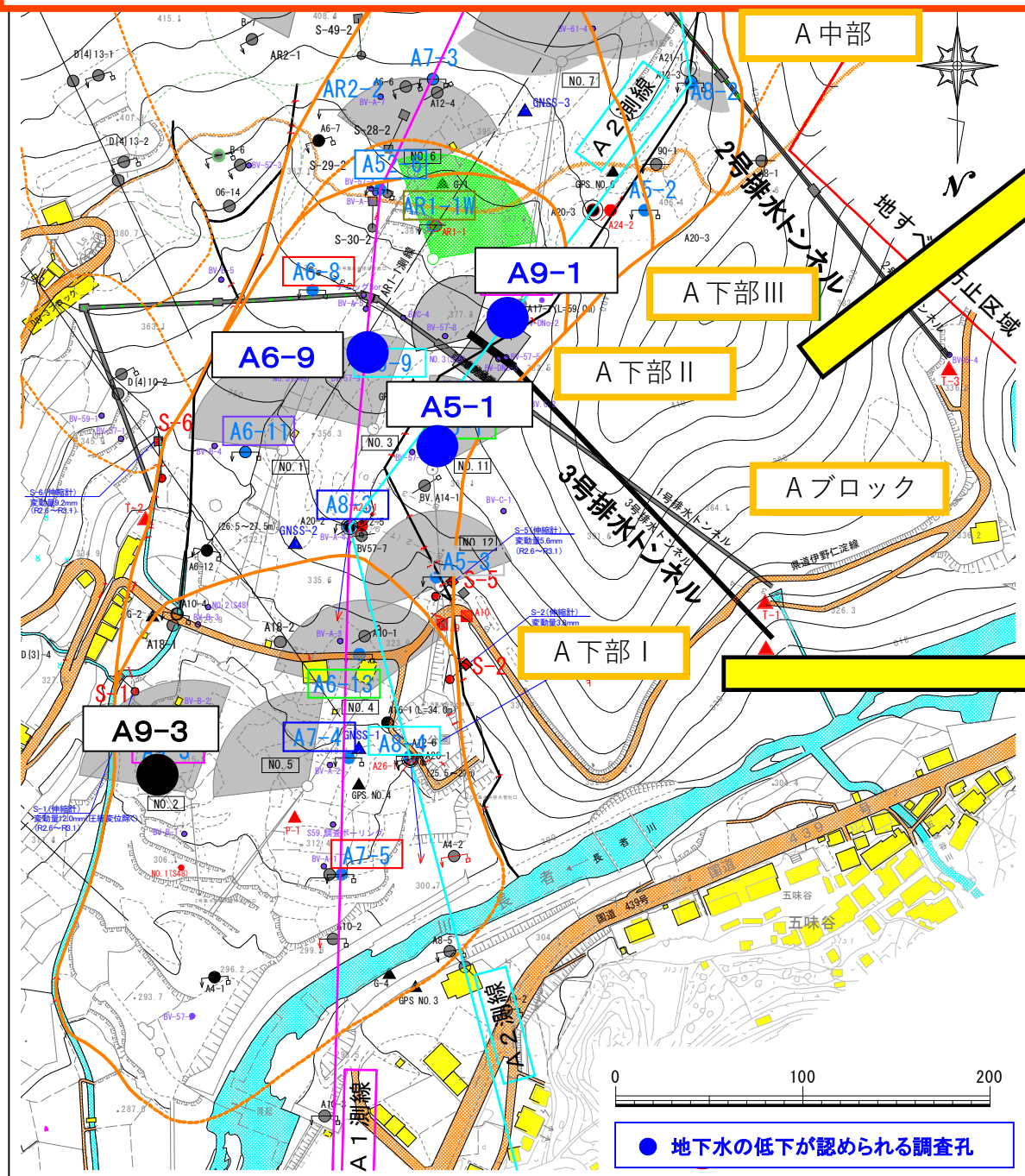
水位観測データの推移①(下部 I、IIブロック)

【A下部 I ブロック】

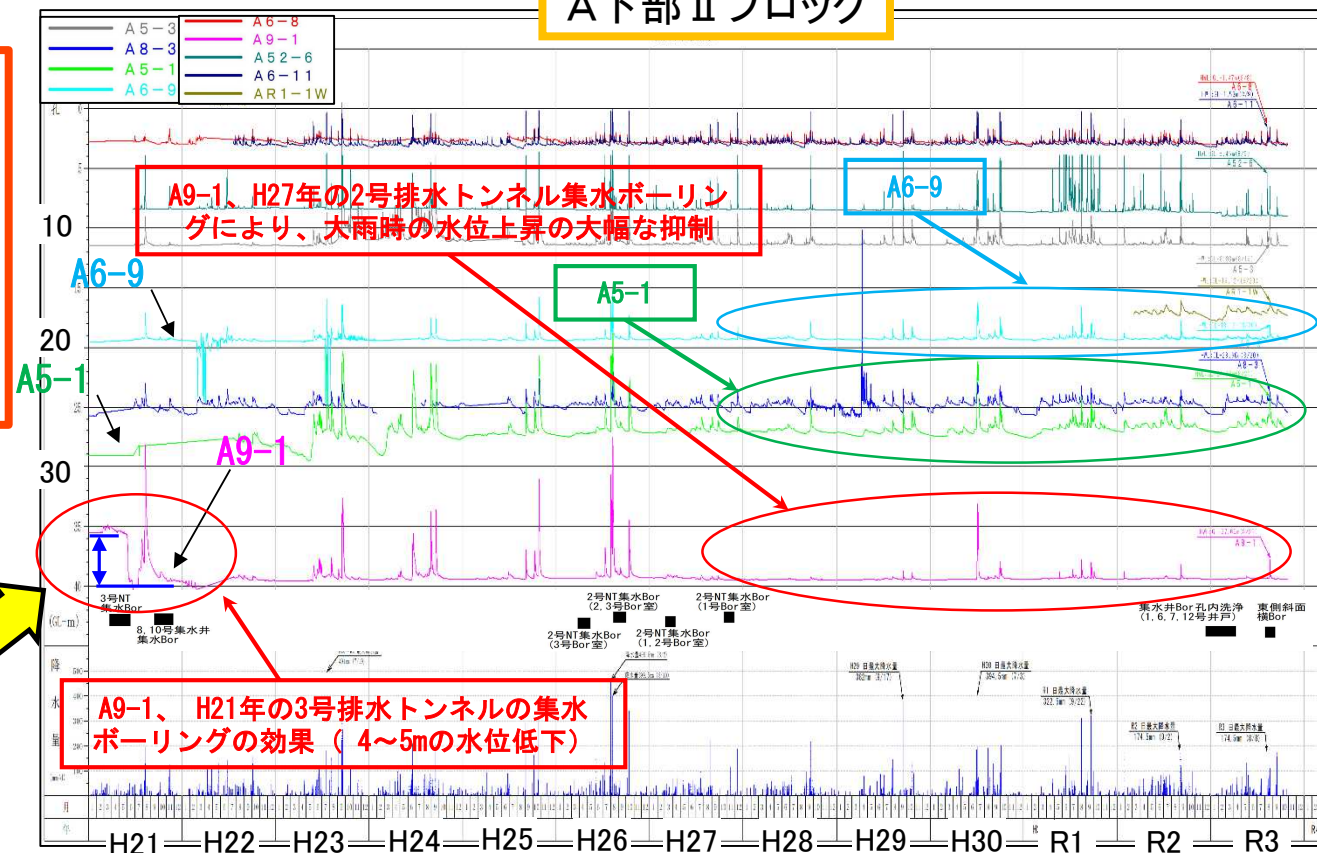
- 明瞭な地下水位の低下は認められない。

【A下部 II ブロック】

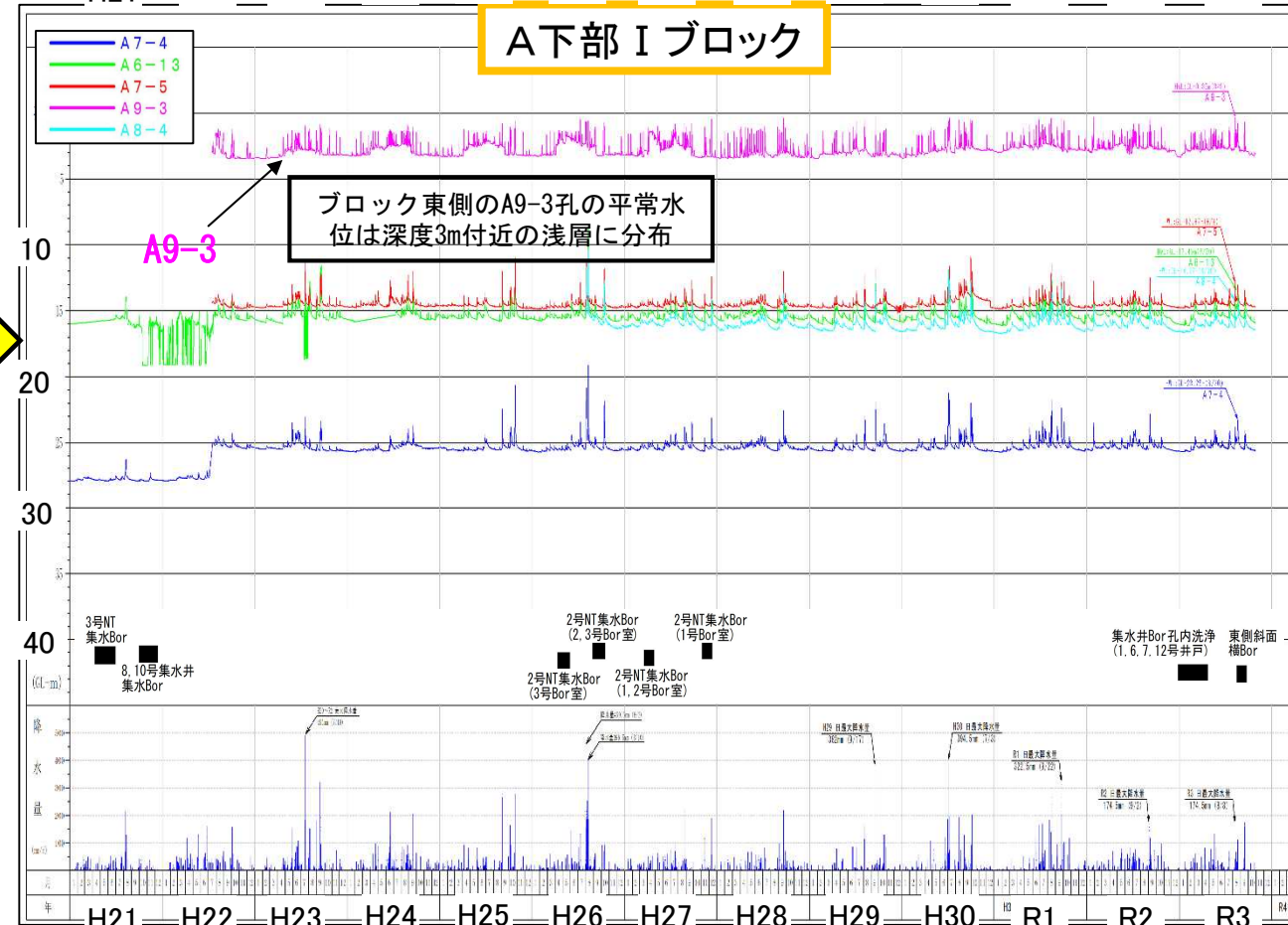
- 2号排水トンネル集水ボーリング施工後に、西側斜面に位置するA5-1, A6-9, A9-1で大雨時の水位上昇抑制が認められる(※次頁にA9-1を事例として地下水排除工の効果を示す)。



A下部 II ブロック



A下部 I ブロック

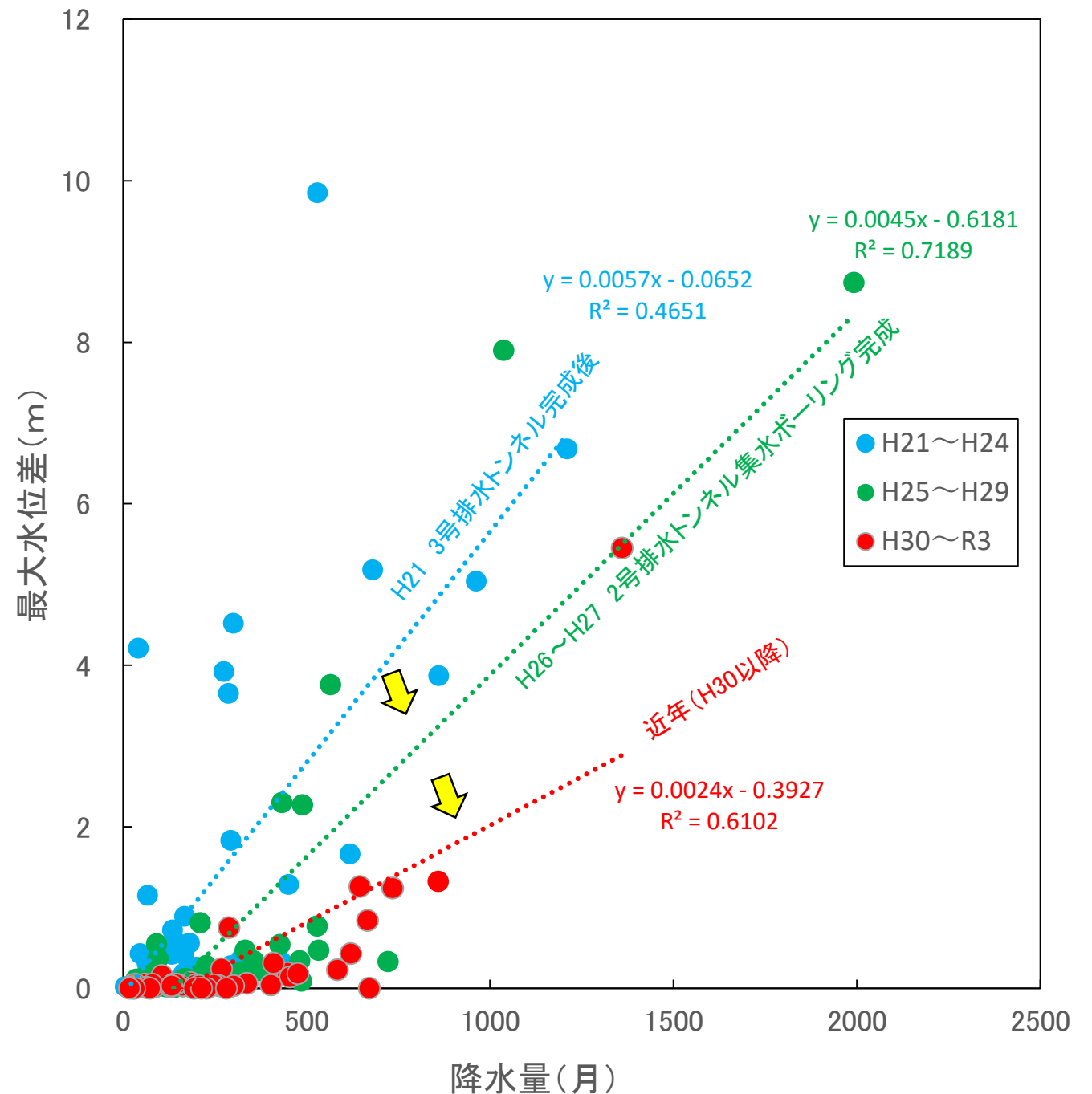
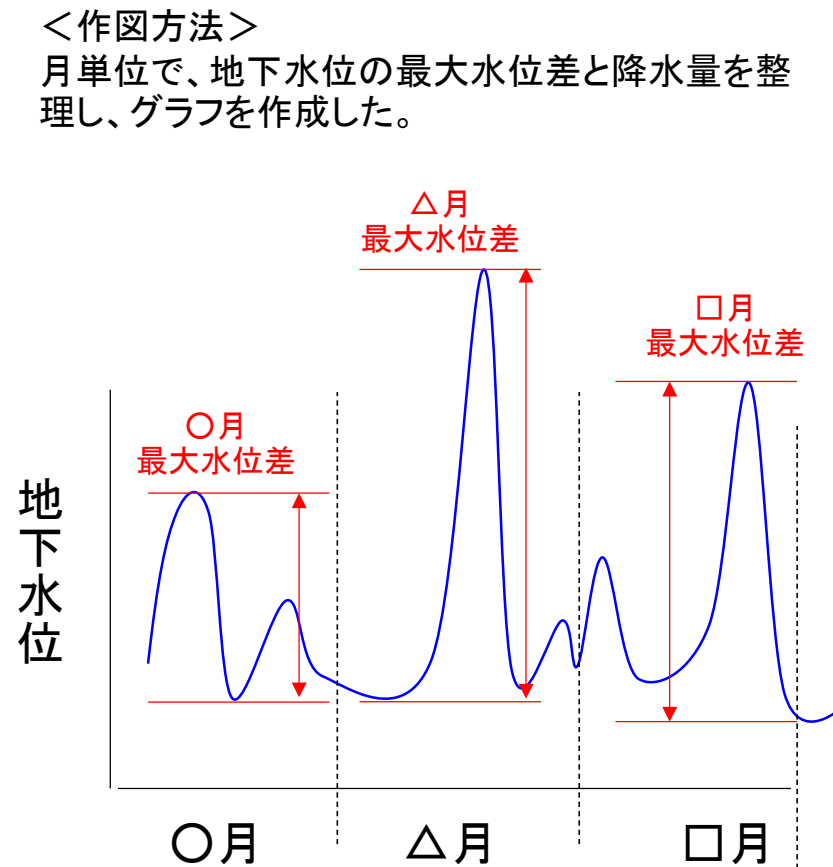


7.各観測データの推移について(Aブロック)

水位観測データの推移①(下部 I、II ブロック)

- 月ごとの降水量と最大水位差の関係を、H21の3号排水トンネル完成後、H27の2号排水トンネル集水ボーリング完成後、H30以降に分類して比較
- 施設が完成するにつれて、同程度の降水量に対する水位差は低減する傾向にあり、地下水排除工の期待される効果が現れていると考えられる。

降雨量と最大水位差の変化図(A9-1号孔)



7.各観測データの推移について(Aブロック)

水位観測データの推移②(下部Ⅲ、中部ブロック)

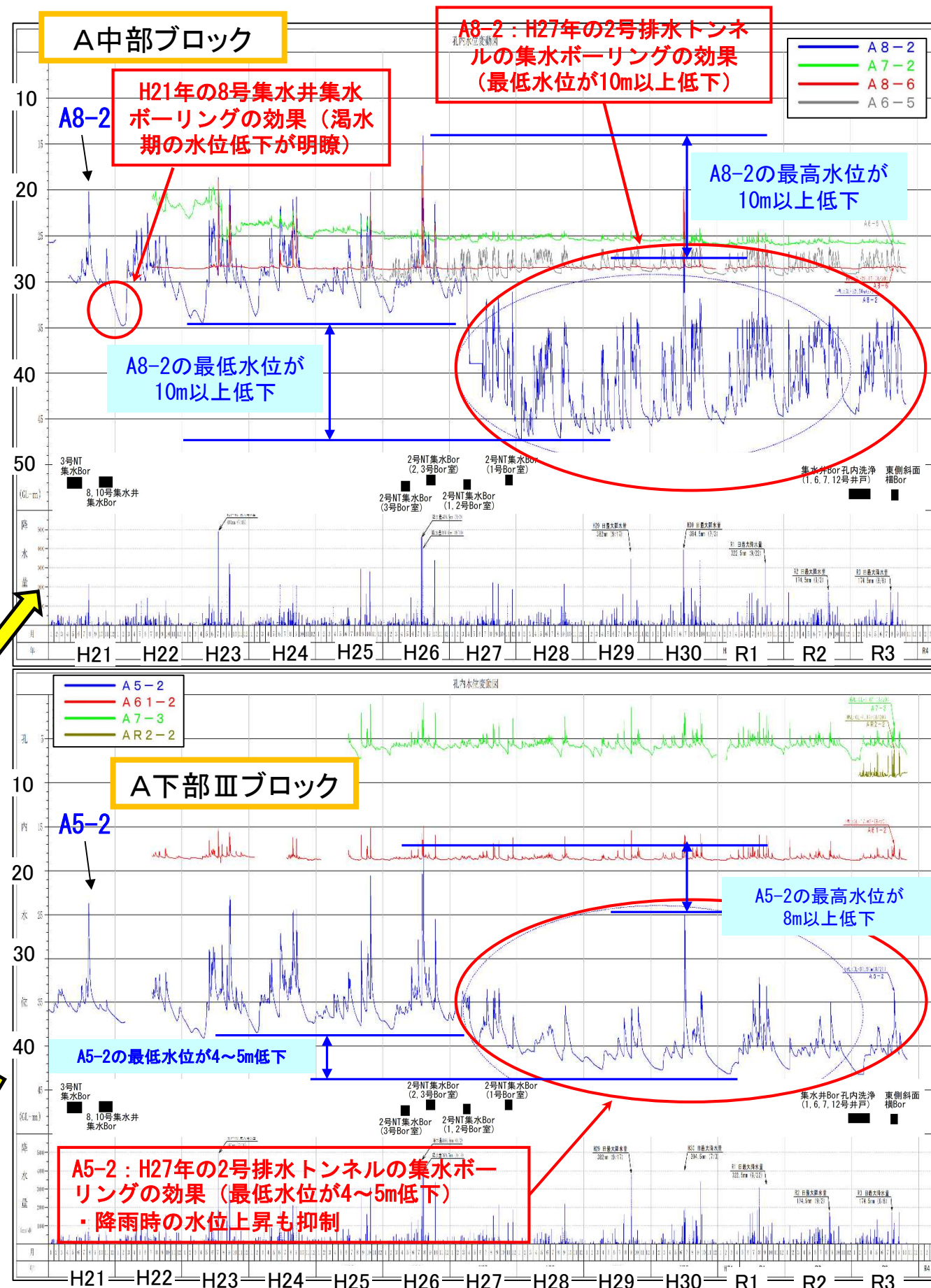
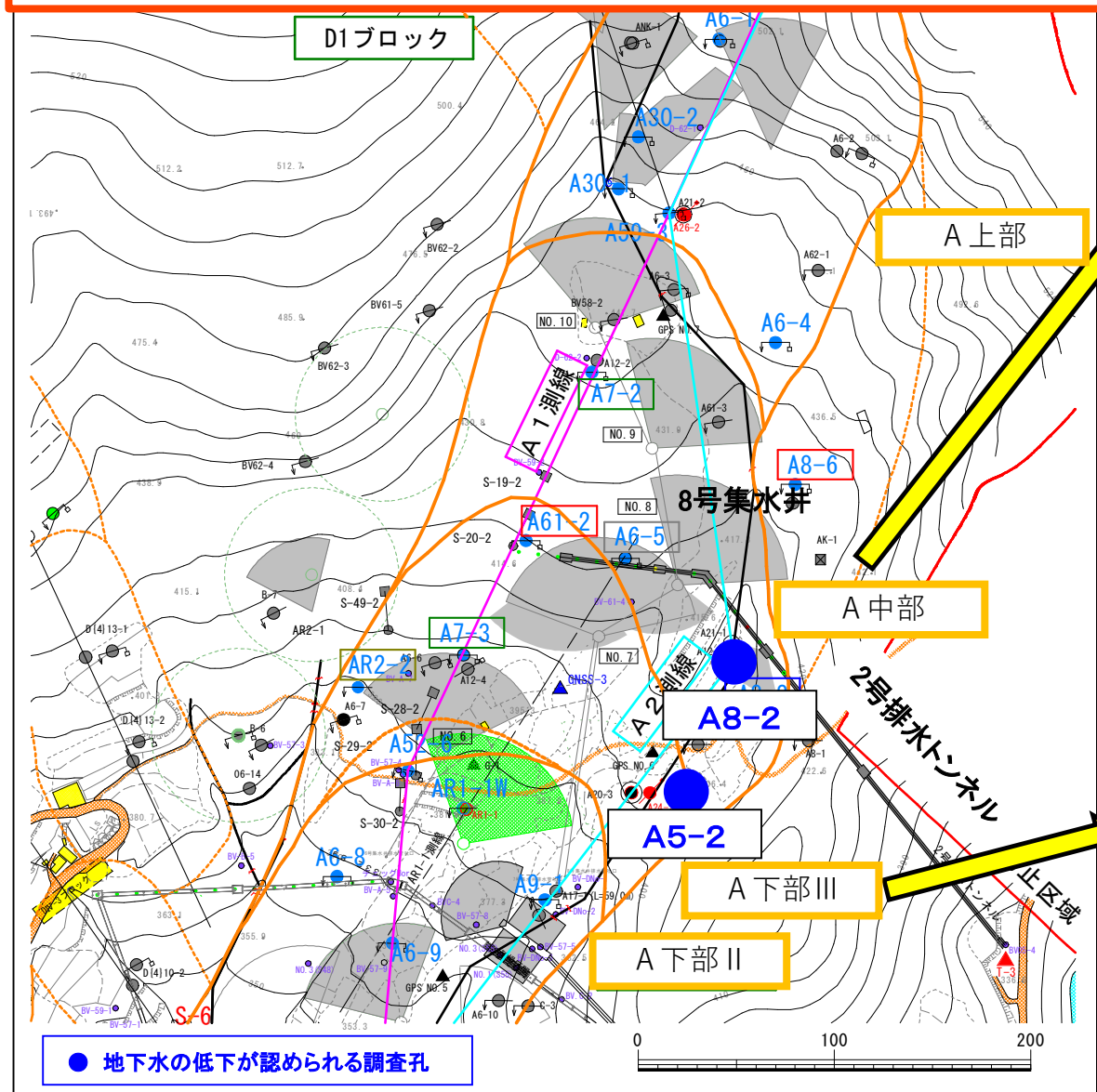
【A 下部Ⅲブロック】

- ブロック西側のA5-2において地下水位の低下が認められる（最低水位が4～5m、降雨時の最高水位が8m程度低下）。

【A 中部ブロック】

- ブロック西側のA8-2において地下水位の低下が認められる（最低水位が10m以上、降雨時の最高水位が約10m低下）。

(※次頁にA8-2を事例として地下水排除工の効果を示す)。



7.各観測データの推移について(Aブロック)

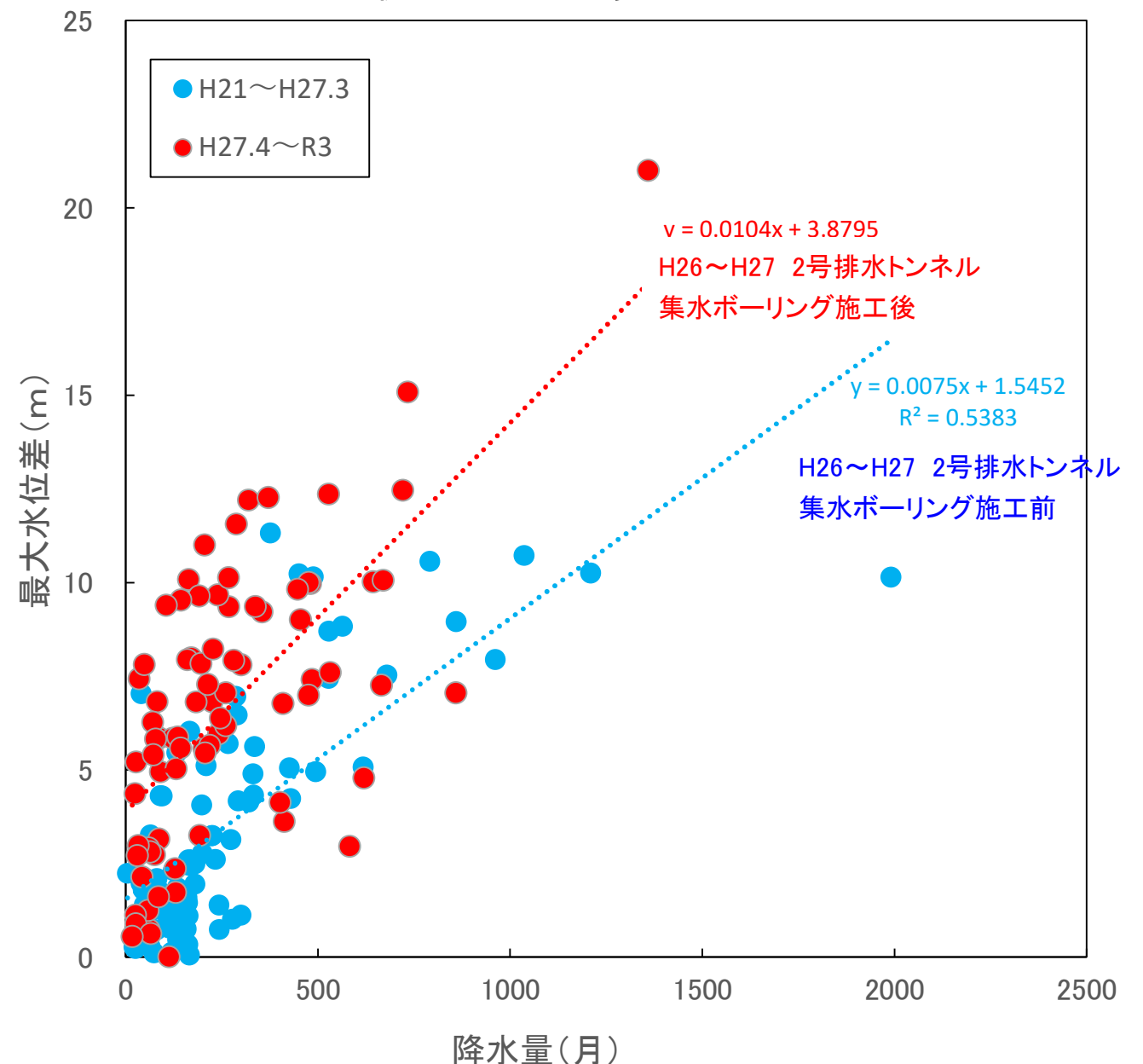
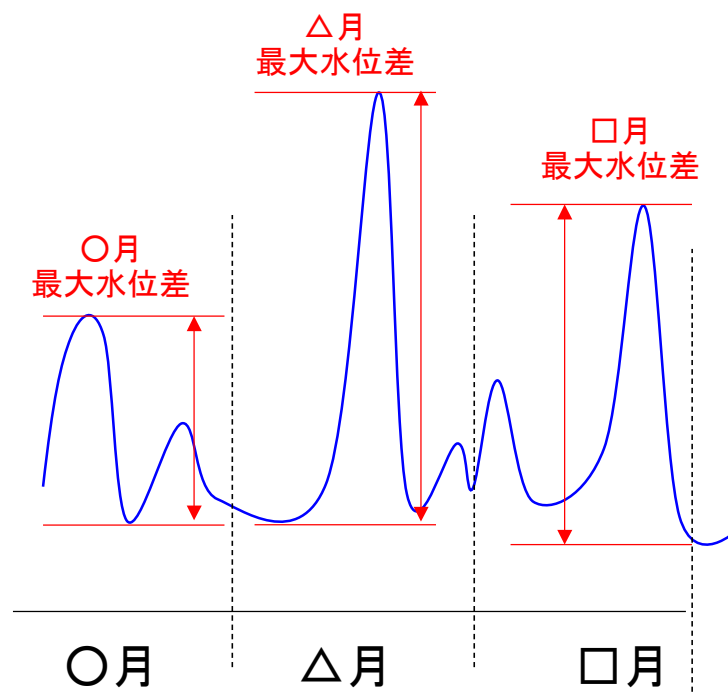
水位観測データの推移②(下部Ⅲ、中部ブロック)

- 月ごとの降水量と最大水位差の関係を、H27の2号排水トンネル集水ボーリング施工前後に分類して比較
- 施工後の最大水位差は施工前より大きい結果となった。
- 最大水位差が大きくなった要因のひとつとしては、2号排水トンネルの集水ボーリング工の施工により、平常時の水位が下がることで、降雨時における周辺との水頭差が大きくなった結果、より地下水上昇時の地下水が流入しやすくなったものと推定される。
- しかしながらP25のように、最大水位及び最低水位については伴に低下しており、このことから地下水排除工の効果であると考えられる。

降雨量と最大水位差の変化図(A8-2号孔)

<作図方法>

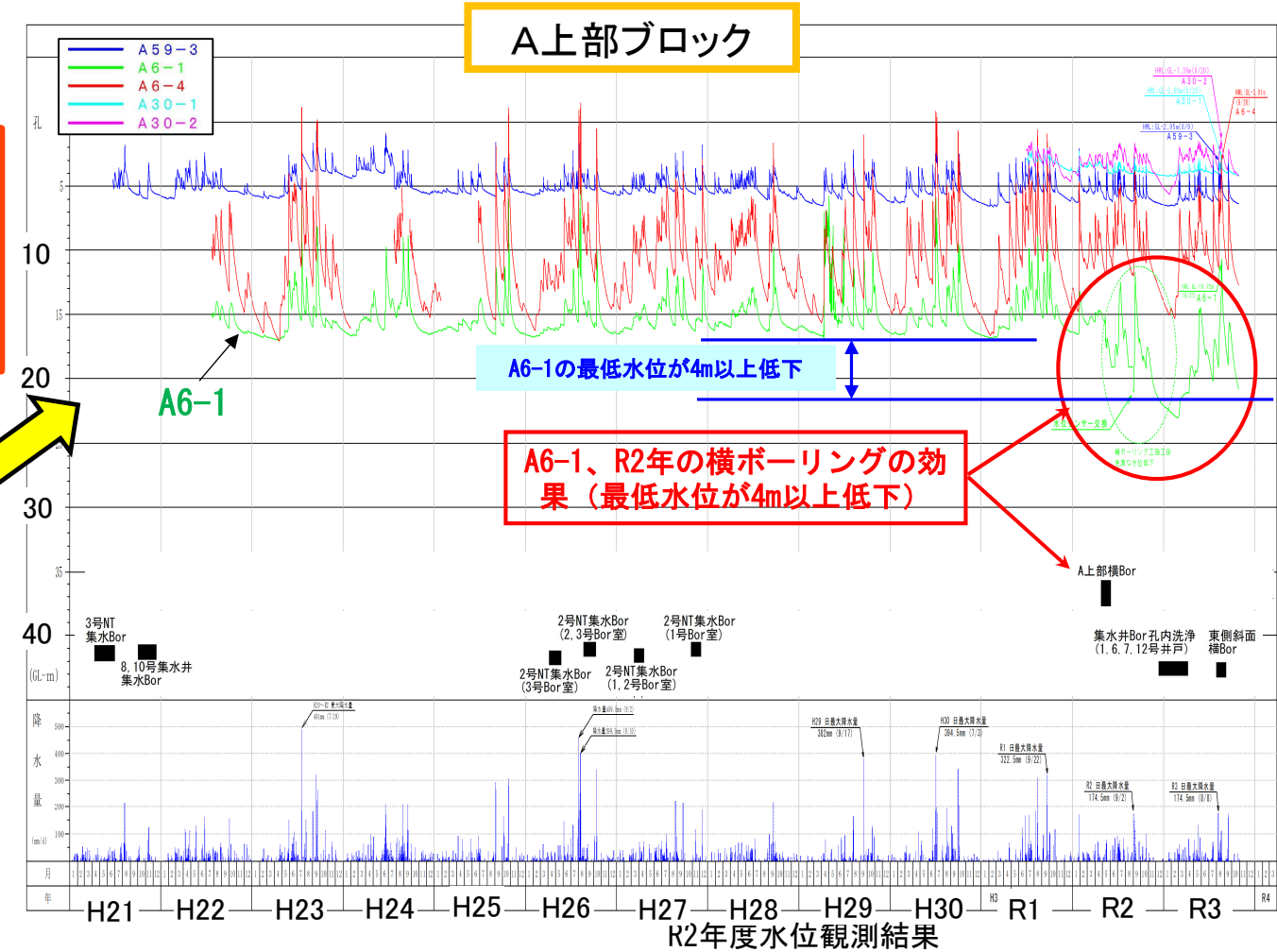
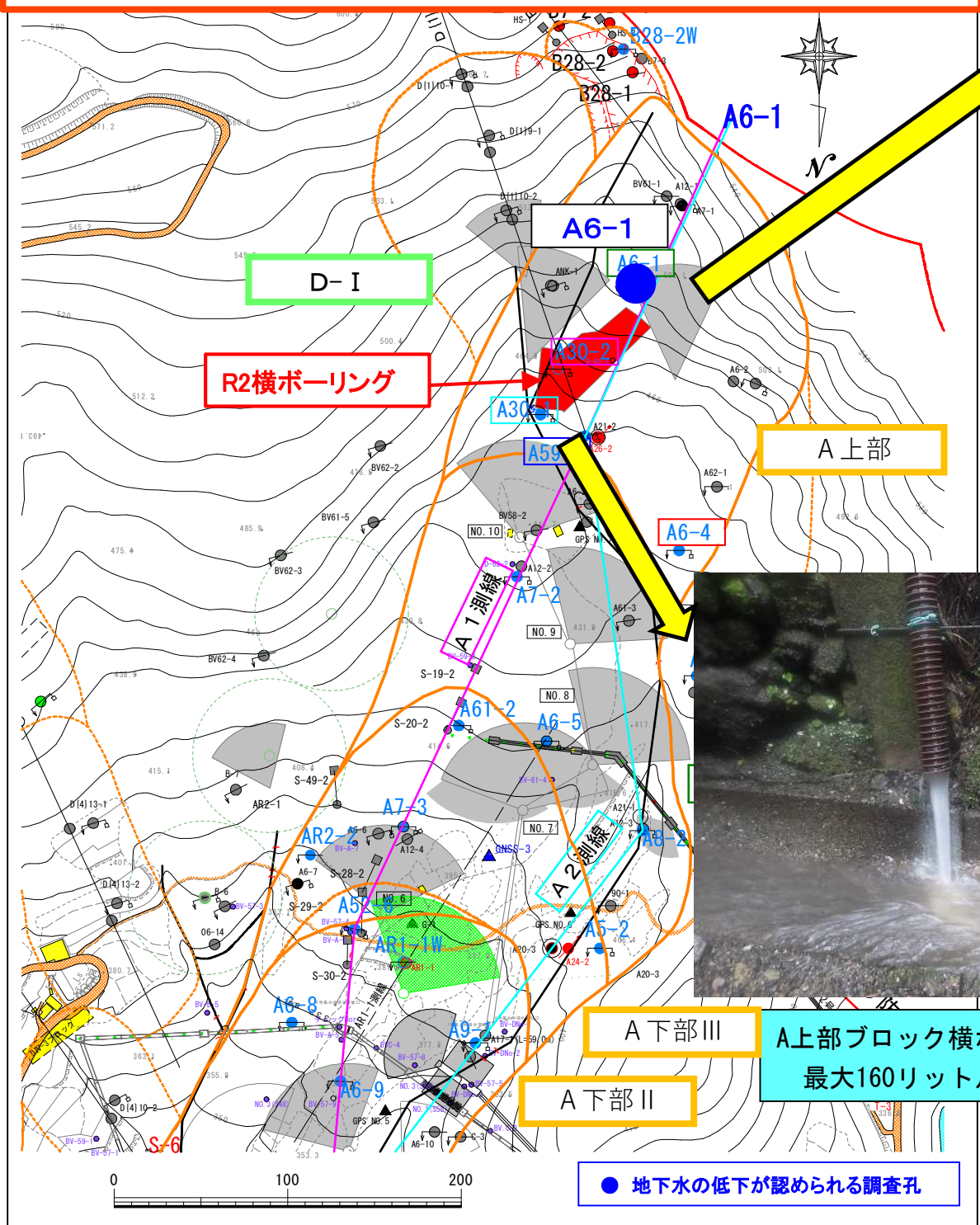
月単位で、地下水位の最大水位差と降水量を整理し、グラフを作成した。



7.各観測データの推移について(Aブロック)

水位観測データの推移③(上部ブロック)

- 【A上部ブロック】
- 横ボーリング工の施工後に、近傍のA6-1において地下水位の低下が認められる（最低水位が4m以上低下）。
（※次頁にA6-1を事例として地下水排除工の効果を示す）。



A上部ブロック横ボーリング排水状況
最大160リットル/分（8本合計）

ブロック	孔番	位置	観測孔諸元 (GL-m)		地下水位 (GL-m)【期間:R2.6.1～R3.2.1】						すべり面深度		HWL-すべり面
			深度	ストレート区間	HWL	日付	LWL	日付	水位差	(GL-m)	(m)		
A下部Ⅰ	A7-4	中央	29.00	不 明	22.85	9月7日	25.69	1月17日	他	2.84	29.83	6.98	
	A6-13	中央	21.00	不 明	13.20	9月7日	16.09	1月19日	他	2.89	29.90	16.70	
	A7-5	中央	29.00	不 明	12.45	9月7日	14.79	1月16日	他	2.34	29.30	16.85	
	A9-3	東サイド	7.00	不 明	0.51	9月7日	3.36	1月5日	他	2.85	7.72	7.21	
	A8-4	西サイド	28.00	5.0～28.0	13.93	9月7日	16.69	1月19日	他	2.76	26.40	12.47	
A下部Ⅱ	A5-3	西サイド	30.00	3.0～30.0	9.02	9月7日	11.42	1月13日	他	2.40	14.30	5.28	
	A8-3	中央	30.00	5.0～30.0	23.51	9月7日	25.57	1月14日	他	2.06	27.00	3.49	
	A5-1	西サイド	50.00	0.0～50.0	24.77	9月7日	27.13	1月20日	他	2.36	38.00	13.23	
	A6-9	中央	25.00	不 明	17.73	9月7日	19.38	12月24日	他	1.65	25.67	7.94	
	A6-8	東サイド	10.00	不 明	1.40	9月7日	3.01	1月16日	他	1.61	23.25	21.85	
	A9-1	西サイド	45.00	不 明	38.20	9月7日	39.43	1月4日	他	1.23	45.54	7.34	
	A52-6	中央	35.00	不 明	3.81	6月19日	8.74	1月17日	他	4.93	19.80	15.99	
	A6-11	東サイド	10.00	不 明	0.91	9月7日	3.23	1月20日	他	2.32	10.45	9.54	
	AR1-1W	中央	30.00	2.2～30.0	16.10	9月7日	17.77	1月22日	他	1.67	36.10	20.00	
A下部Ⅲ	A5-2	西サイド	72.00	0.0～72.0	35.08	9月8日	43.09	2月1日		8.01	58.17	23.09	
	A61-2	中央	30.00	不 明	16.68	9月7日	18.83	1月19日	他	2.15	22.00	5.32	
	A7-3	中央	21.00	不 明	3.09	9月7日	7.43	1月18日	他	4.34	21.25	18.16	
A中部	A8-2	西サイド	53.00	5.0～53.0	33.73	9月7日	44.53	1月27日		10.80	54.00	20.27	
	A7-2	中央	38.00	不 明	24.97	9月7日	25.88	8月27日	他	0.91	33.60	8.63	
	A8-6	西サイド	50.80	4.0～50.8	28.16	9月7日	28.60	1月14日	他	0.44	30.32	2.16	
	A6-5	中央	38.00	不 明	26.20	9月7日	29.15	1月19日	他	2.95	19.00	-7.20	
A上部	A59-3	中央	40.00	不 明	2.74	9月7日	6.52	1月19日	他	3.78	31.50	28.76	
	A6-1	中央	30.00	不 明	11.72	9月9日	22.65	1月31日	他	10.93	36.00	24.28	
	A6-4	西サイド	33.00	不 明	2.71	9月7日	15.04	1月23日	他	12.33	32.50	29.79	
	A30-1	東サイド	35.00	2.0～35.0	2.82	9月7日	4.21	1月19日	他	1.39	18.30	15.48	
	A30-2	東サイド	30.00	2.0～27.0	1.64	7月10日	5.62	1月23日	他	3.98	22.00	20.36	
B	B28-2W	西サイド	14.00	3.0～14.0	13.42	9月7日	13.94	4月14日	他	0.52	推定12.00	-1.42	

※すべり面深度は「平成22年度 地すべり第10-1号 長者地区地すべり観測委託業務」P33参照

赤字は過去最高水位を更新(H20～R2)
青字は過去最低水位を更新(H20～R2)

水位変動幅(HWL-LWL)	10m以上	5～10m
HWL-すべり面	20m以上	10～20m

7.各観測データの推移について(Aブロック)

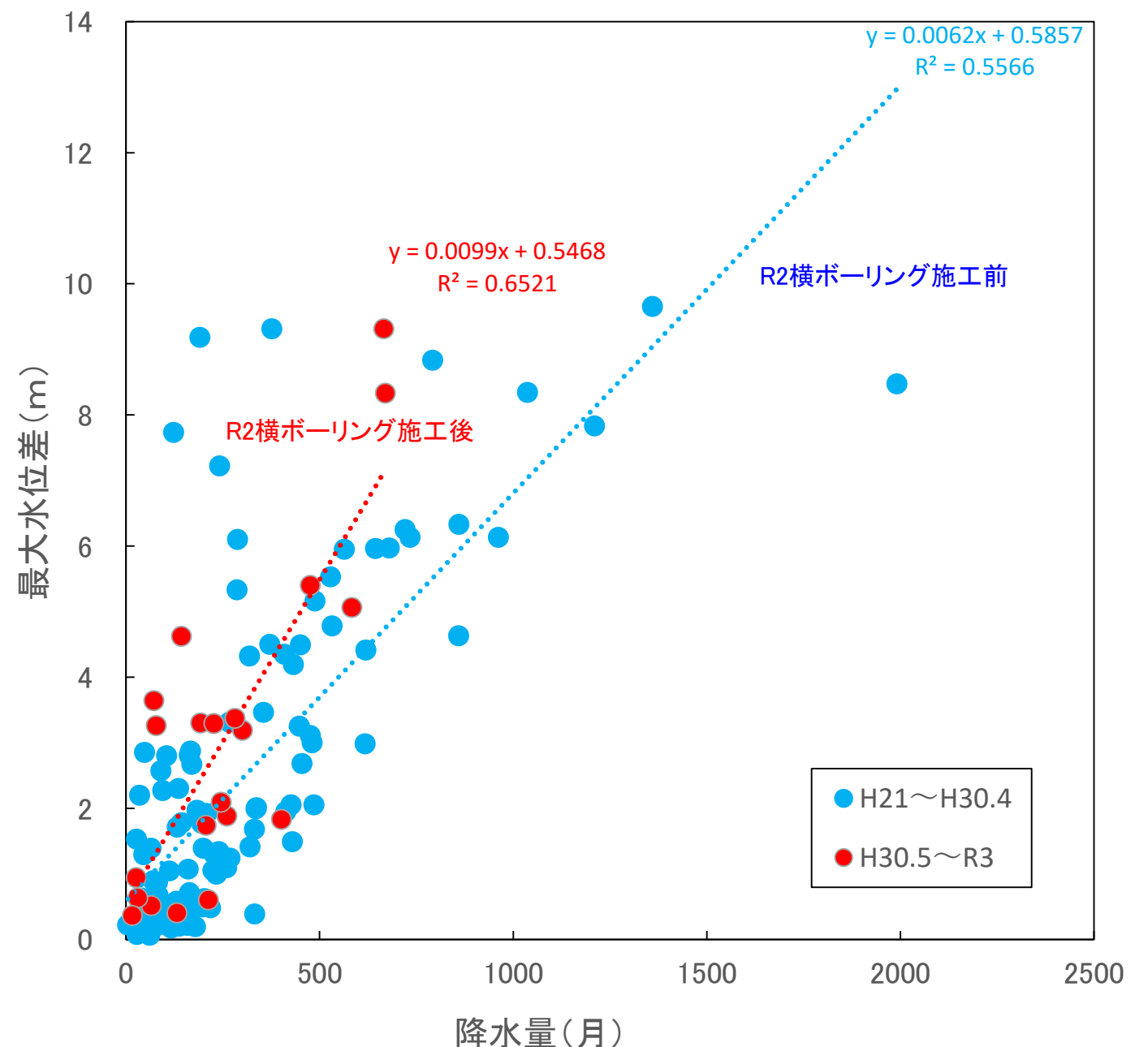
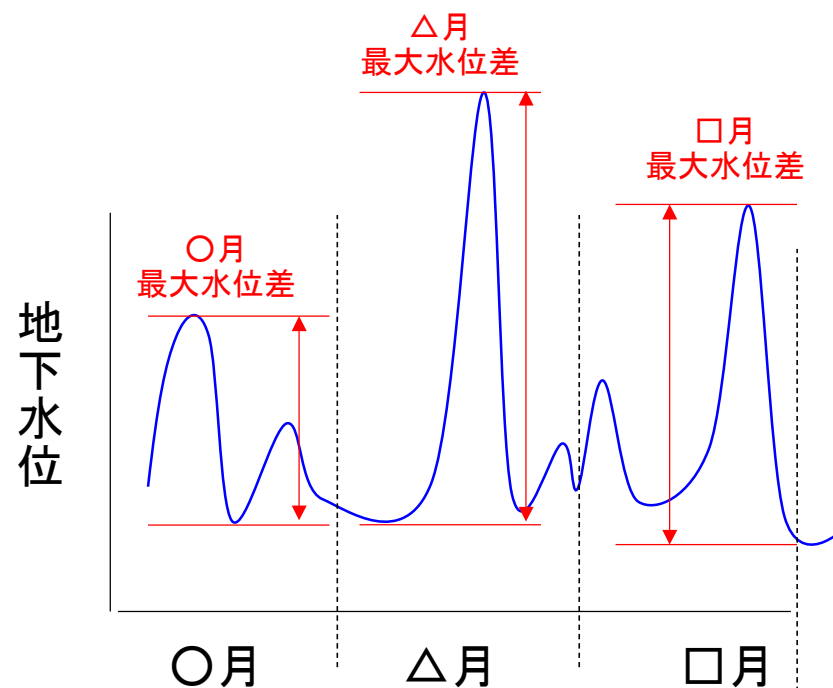
水位観測データの推移③(上部ブロック)

- 月ごとの降水量と最大水位差の関係を、R2の横ボーリング施工前後に分類して比較
- 施工前より施工後の最大水位差が大きい結果となった。
- 最大水位差が大きくなった要因のひとつとしては、横ボーリング工の施工により、平常時の水位が下がることで、降雨時における周辺との水頭差が大きくなった結果、より地下水上昇時の地下水が流入しやすくなったものと推定される。
- しかしながらP27のように、最大水位及び最低水位については伴に低下しており、このことから地下水排除工の効果であると考えられる。

降雨量と最大水位差の変化図(A6-1号孔)

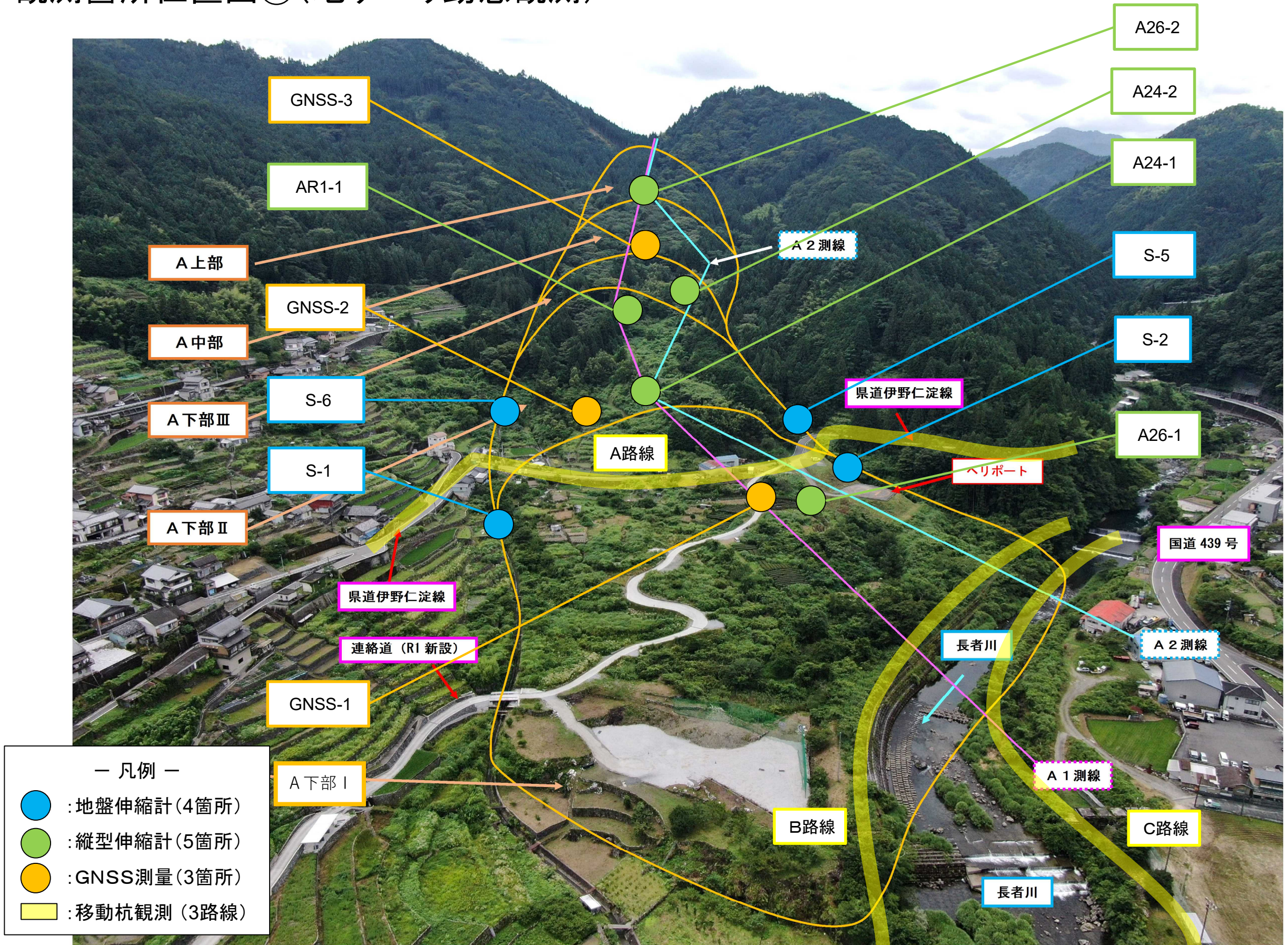
<作図方法>

月単位で、地下水位の最大水位差と降水量を整理し、グラフを作成した。



7.平成19年度以降の対策工と各観測データの推移について(Aブロック)

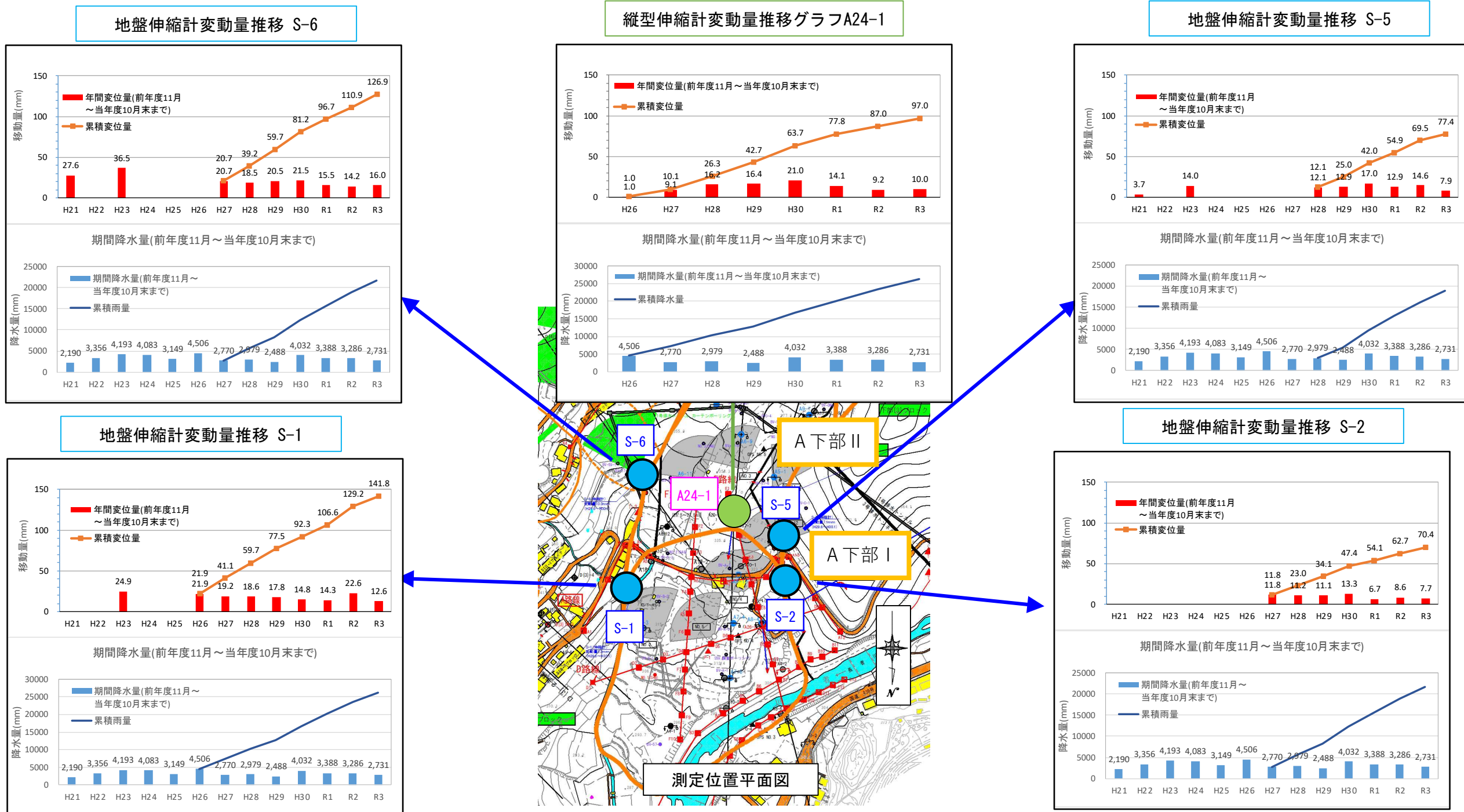
観測箇所位置図②(地すべり動態観測)



7.平成19年度以降の対策工と各観測データの推移について(Aブロック)

地盤伸縮計・縦型伸縮計の推移①

- 年間変動量は、通年観測に移行したH26～H27以降、**最大20mm内外で推移**している。
- 「H26年8月豪雨」のあったH26年(年間降水量4506mm)の変位量が**S-1地点で最大21.9mm**、「H30年7月豪雨」のあったH30年(年間降水量4032mm)の変動量が**S-6地点で最大21.5mm**を示している。
- 記録のあるH23年度と比較すると、S-6地点やS-1地点で降水量の違いはあるものの、令和元年以降、年間変動量が15～16mm程度(半分もしくは2/3程度)で推移している。
- 他の地点も含め、変動図の右肩上がりのペースが鈍化しつつあり、対策工(2号排水トンネル集水ボーリング等)の効果が現れているものと推察される。

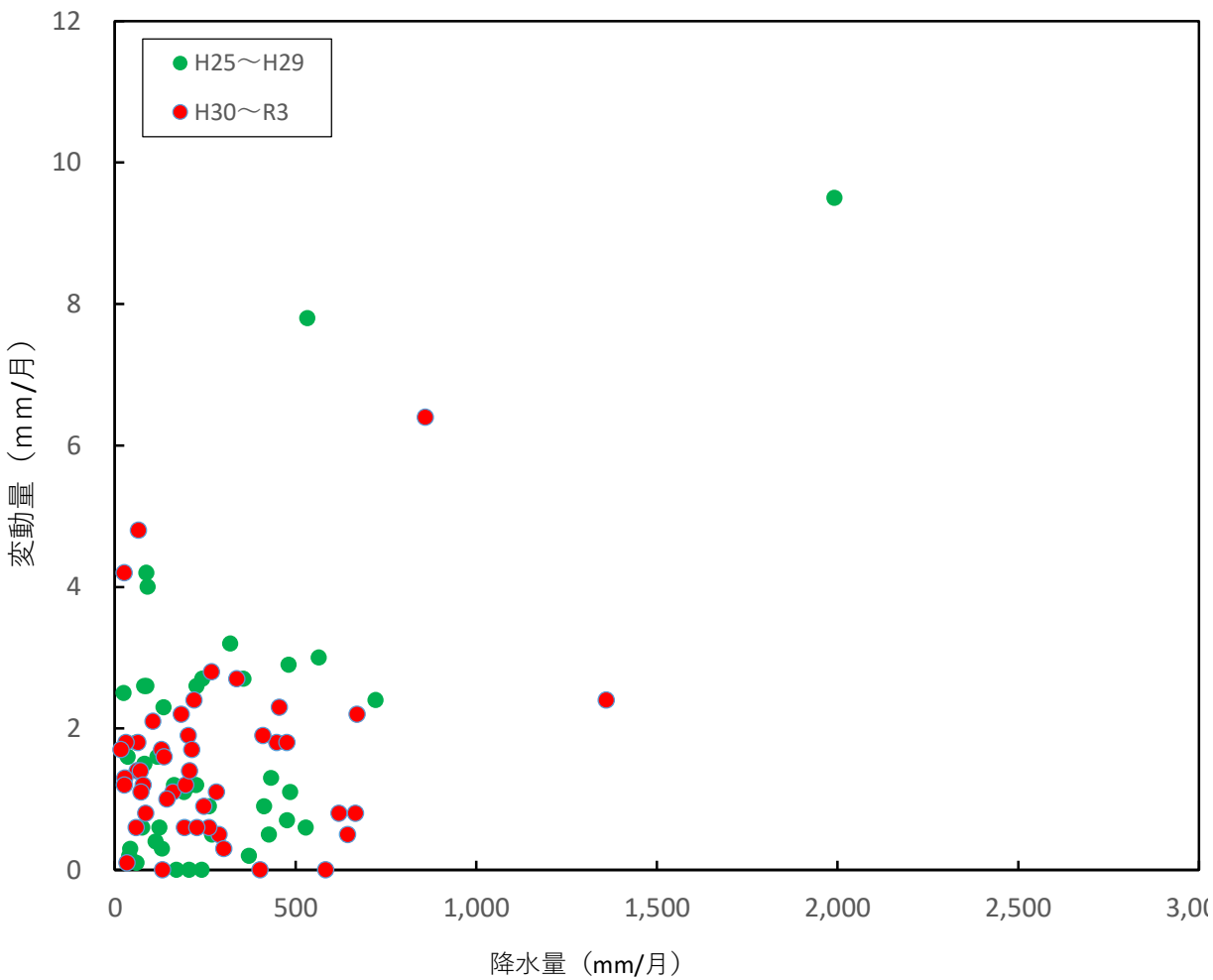


7.平成19年度以降の対策工と各観測データの推移について(Aブロック)

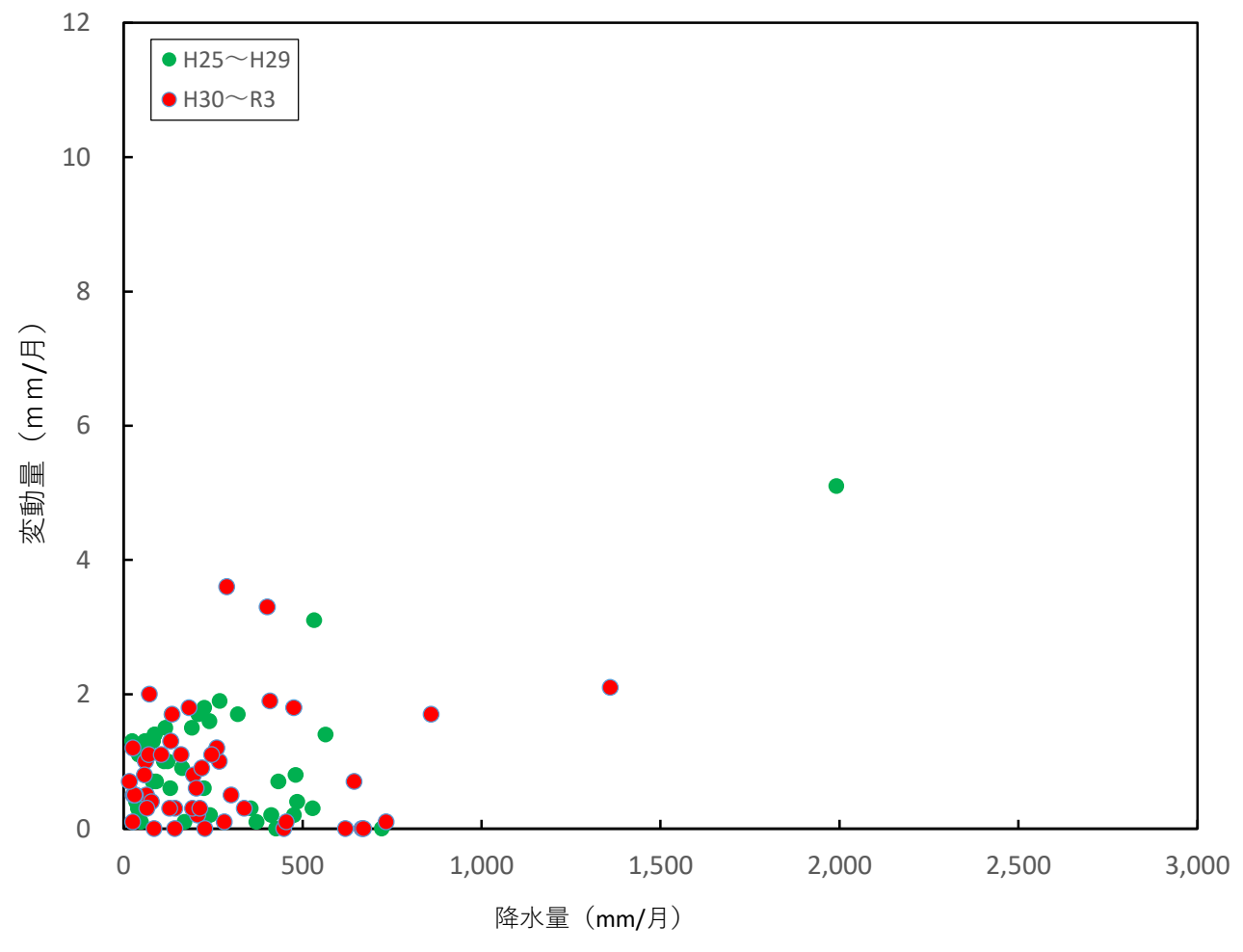
地盤伸縮計の推移:変動量と降雨量の関係

- 地盤伸縮計（東側のS－6、西側のS－2）を対象に、変動量と降雨量の関係を整理した。
- 通年観測に移行した平成26年から令和3年までの年間変動量を、H27の2号排水トンネル集水ボーリング完成前後に分類
- これを月間降雨量と変動量の関係にして比較
- 2号排水トンネル集水ボーリング完成前後の両方で、降水量が少ない月でも、変動量が一定程度あることが確認された。
- このことから、長者地すべりの動きについては一定程度、重力性変形が作用していると考えられ、こうした変状に対して、地下水排除工といった抑制工での対策の効果は見込めない可能性がある。

地盤伸縮計変動量（S－6）と降水量の関係



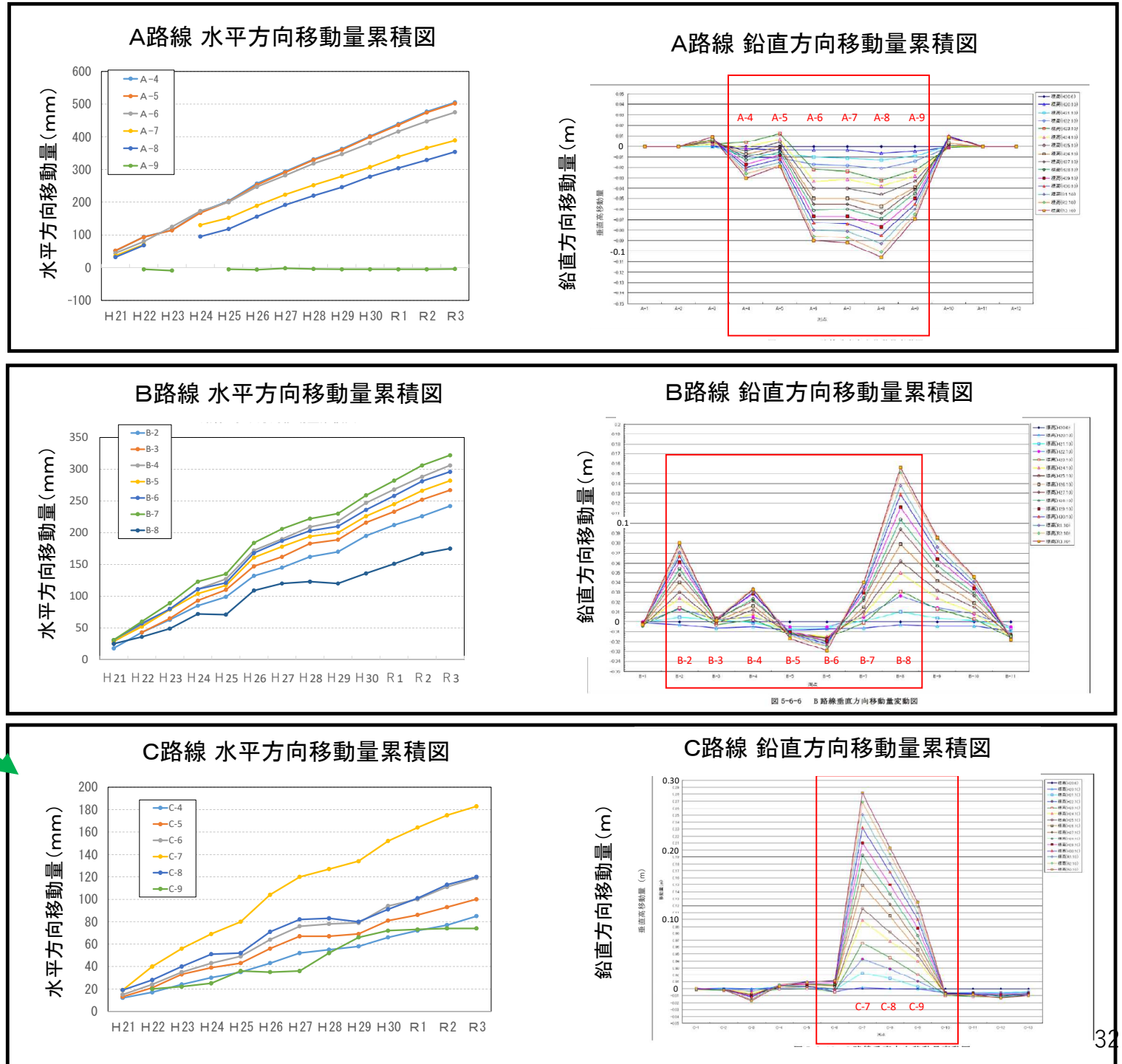
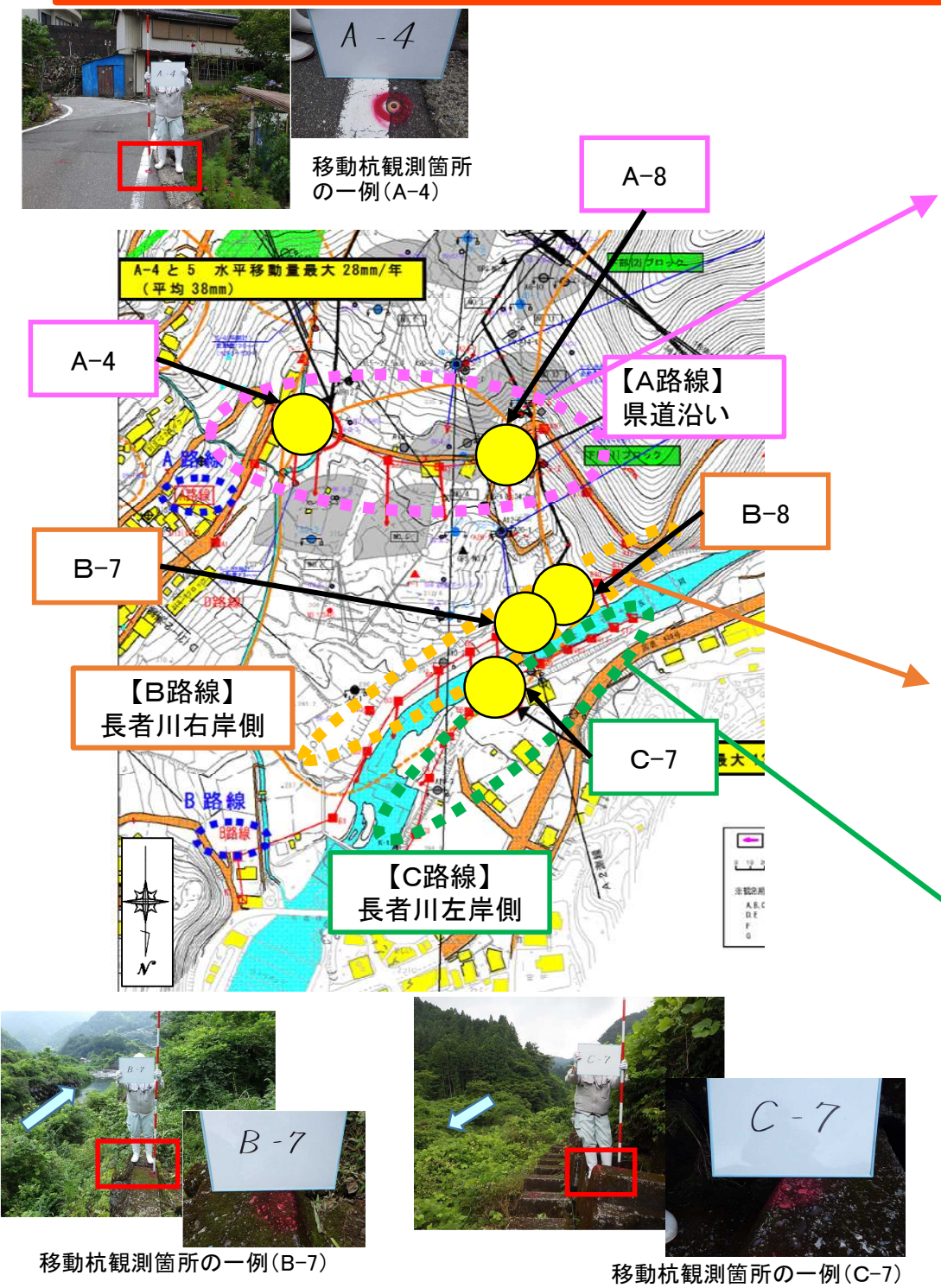
地盤伸縮計変動量（S－2）と降水量の関係



7.平成19年度以降の対策工と各観測データの推移について(Aブロック)

移動杭観測①：変動量の推移

- 平成21年度に、3路線（県道、長者川沿い）が新設され、年2回の頻度で観測されている。
- A路線：【最大水平変位：A-4】年間変動量：21～52mm/年、平均：36.6mm/年、【最大鉛直変位：A-8】年間変動量：-4～-11mm/年、平均：-7.9mm/年
- B路線：【最大水平変位：B-7】年間変動量：8～51mm/年、平均：24.0mm/年、【最大鉛直変位：B-8】年間変動量：+5～+19mm/年、平均：+11.6mm/年
- C路線：【最大水平変位：C-7】年間変動量：7～24mm/年、平均：11.2mm/年、【最大鉛直変位：C-7】年間変動量：+13～+33mm/年、平均：+21.0mm/年

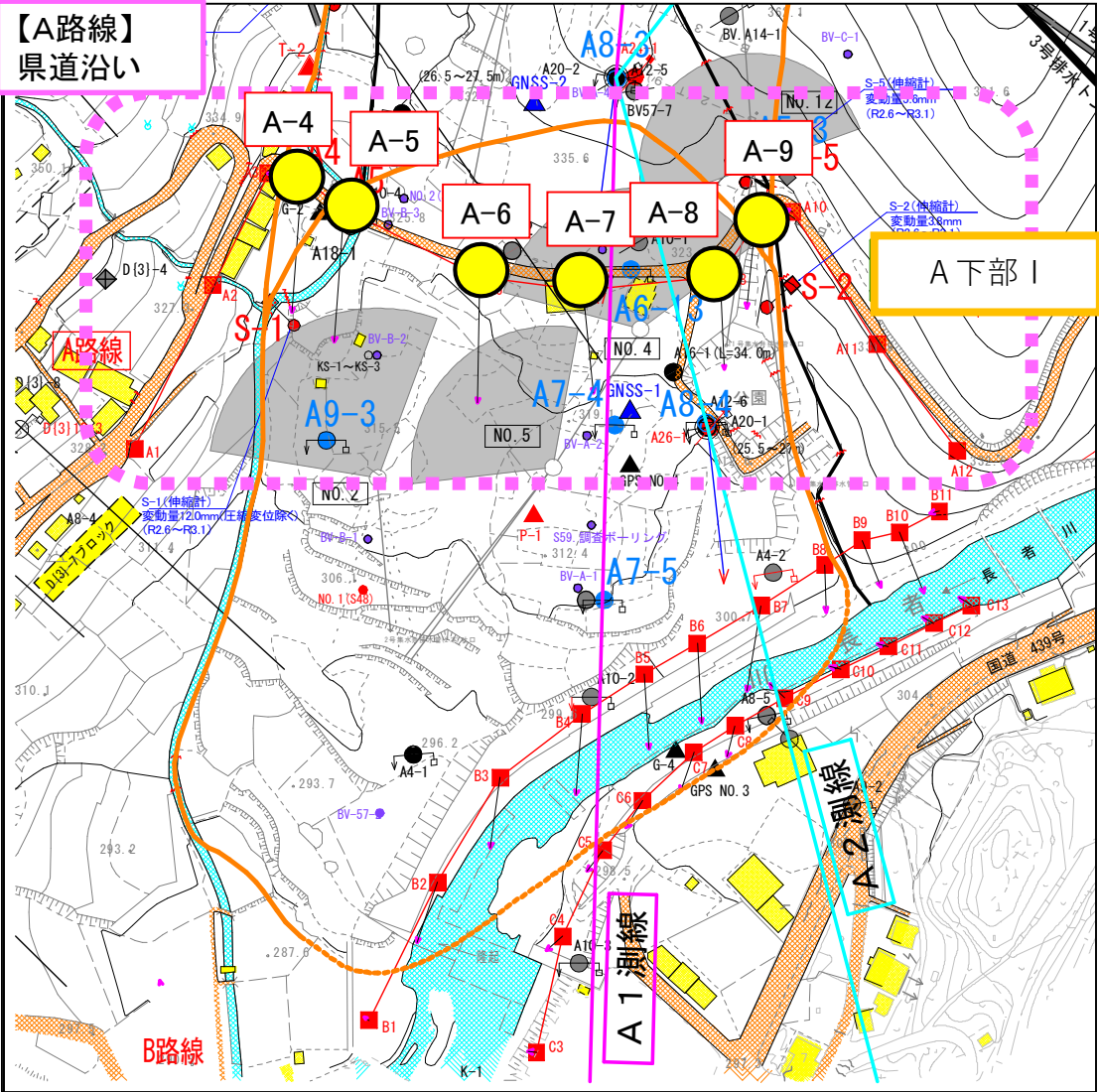


7.平成19年度以降の対策工と各観測データの推移について(Aブロック)

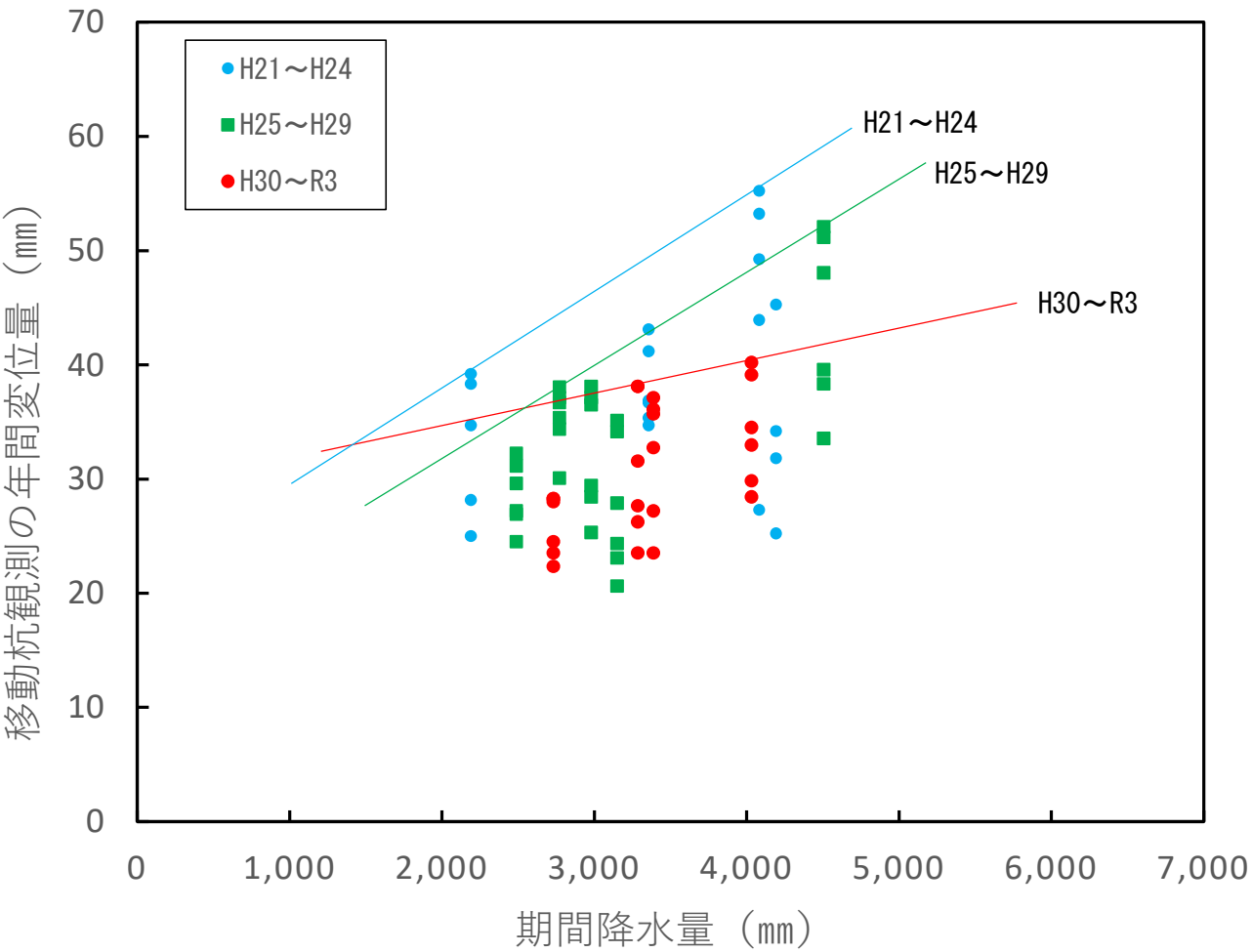
・移動杭観測②：変動量と降雨量の関係(A路線)

- ・ 変動が認められるA－4～A－9の観測箇所を対象に、変動量と降水量の関係を整理した。
- ・ 平成21年から令和3年までの年間変動量を、H21の3号排水トンネル完成後、H27の2号排水トンネル集水ボーリング完成後、H30以降に分類
- ・ これを年間降水量と変動量の関係にして比較
- ・ 降雨量に対する変動量の最大値を結んだ包絡線の高さは、近年（H30以降）が最も低くなっている。
- ・ これは3号排水トンネルや2号排水トンネルの集水ボーリング等による地下水排除工の効果と考えられる。

A路線計測箇所



A 路線（A-4～A-9）※合成値

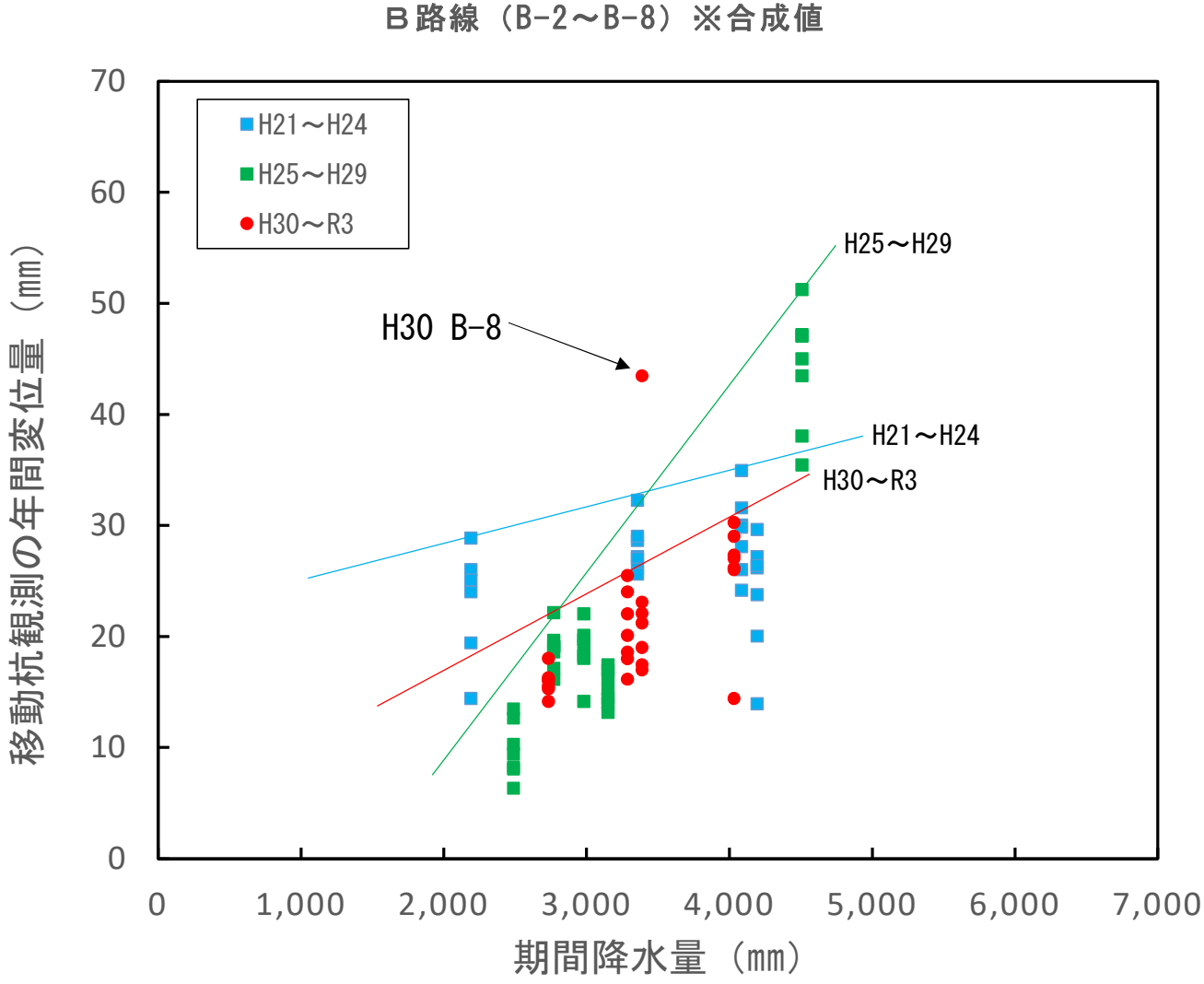
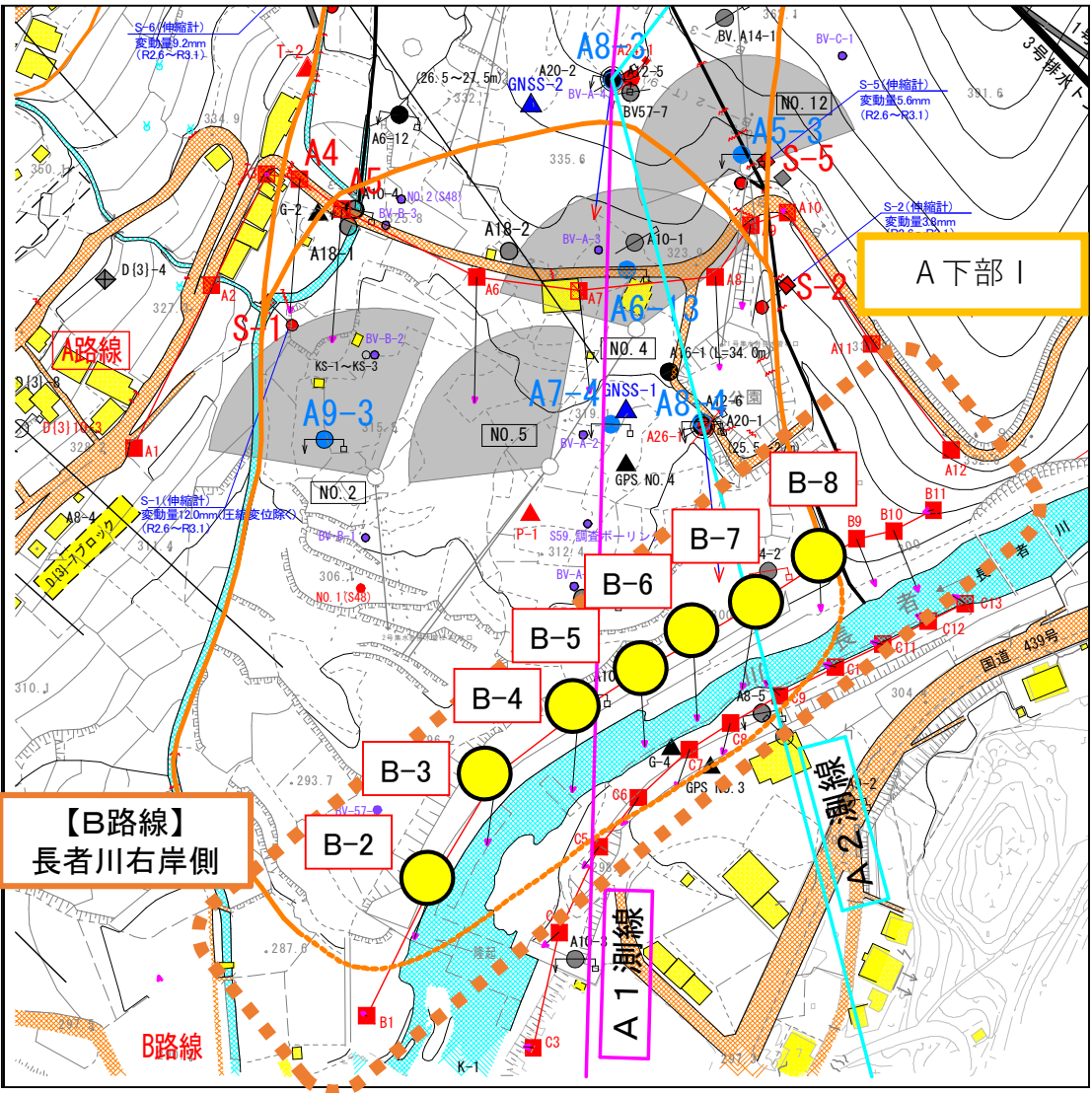


7.平成19年度以降の対策工と各観測データの推移について(Aブロック)

・移動杭観測③：変動量と降雨量の関係(B路線)

- ・ 変位が認められるB－2～B－8の観測箇所を対象に、変動量と降水量の関係を整理した。
- ・ 平成21年から令和3年までの年間変位量を、H21の3号排水トンネル完成後、H27の2号排水トンネル集水ボーリング完成後、H30以降に分類
- ・ これを年間降水量と変動量の関係にして比較
- ・ 降雨量に対する変動量の最大値を結んだ包絡線の高さは、近年（H30以降）が最も低くなっている。
- ・ これは3号排水トンネルや2号排水トンネルの集水ボーリング等による地下水排除工の効果と考えられる。

B路線計測箇所



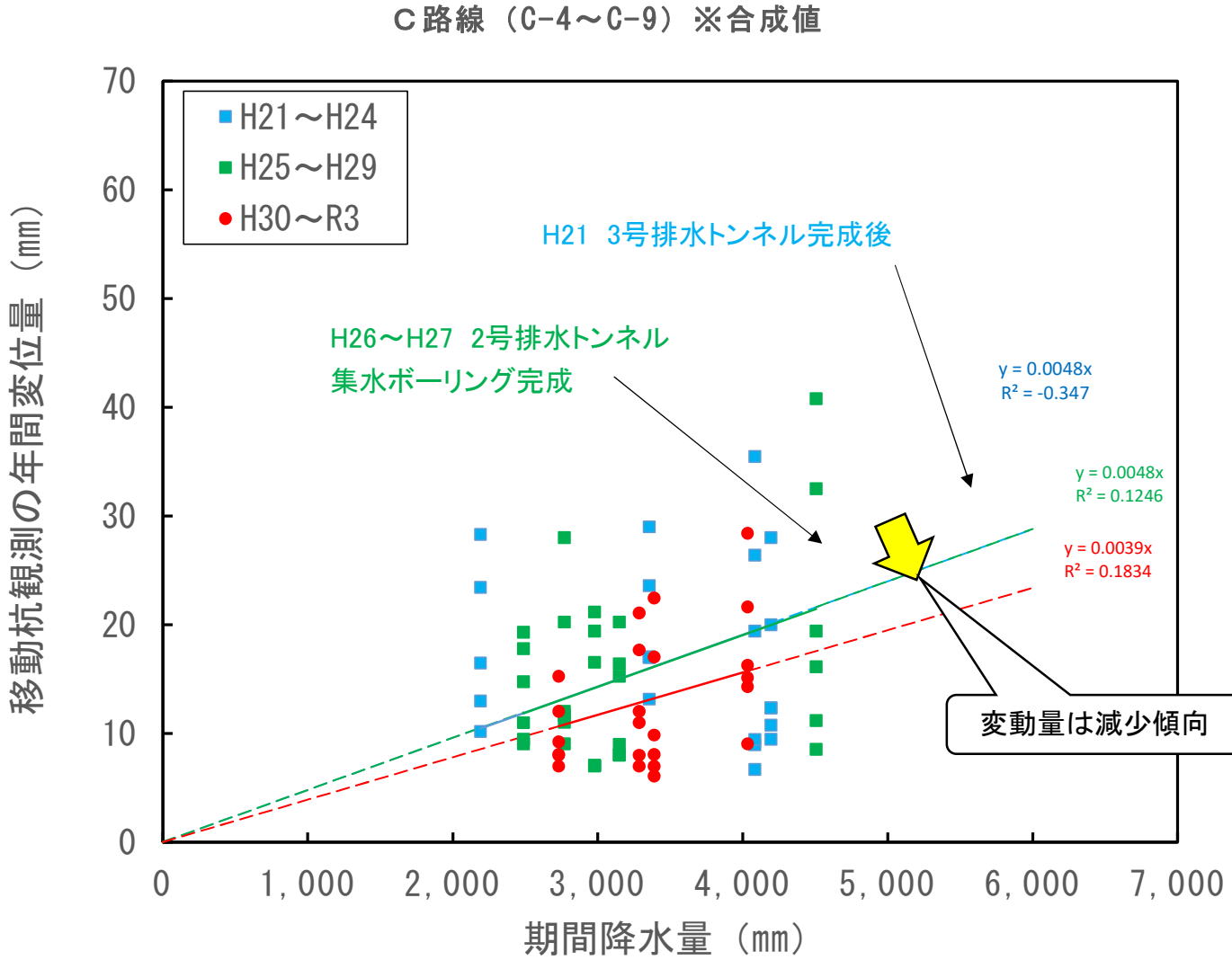
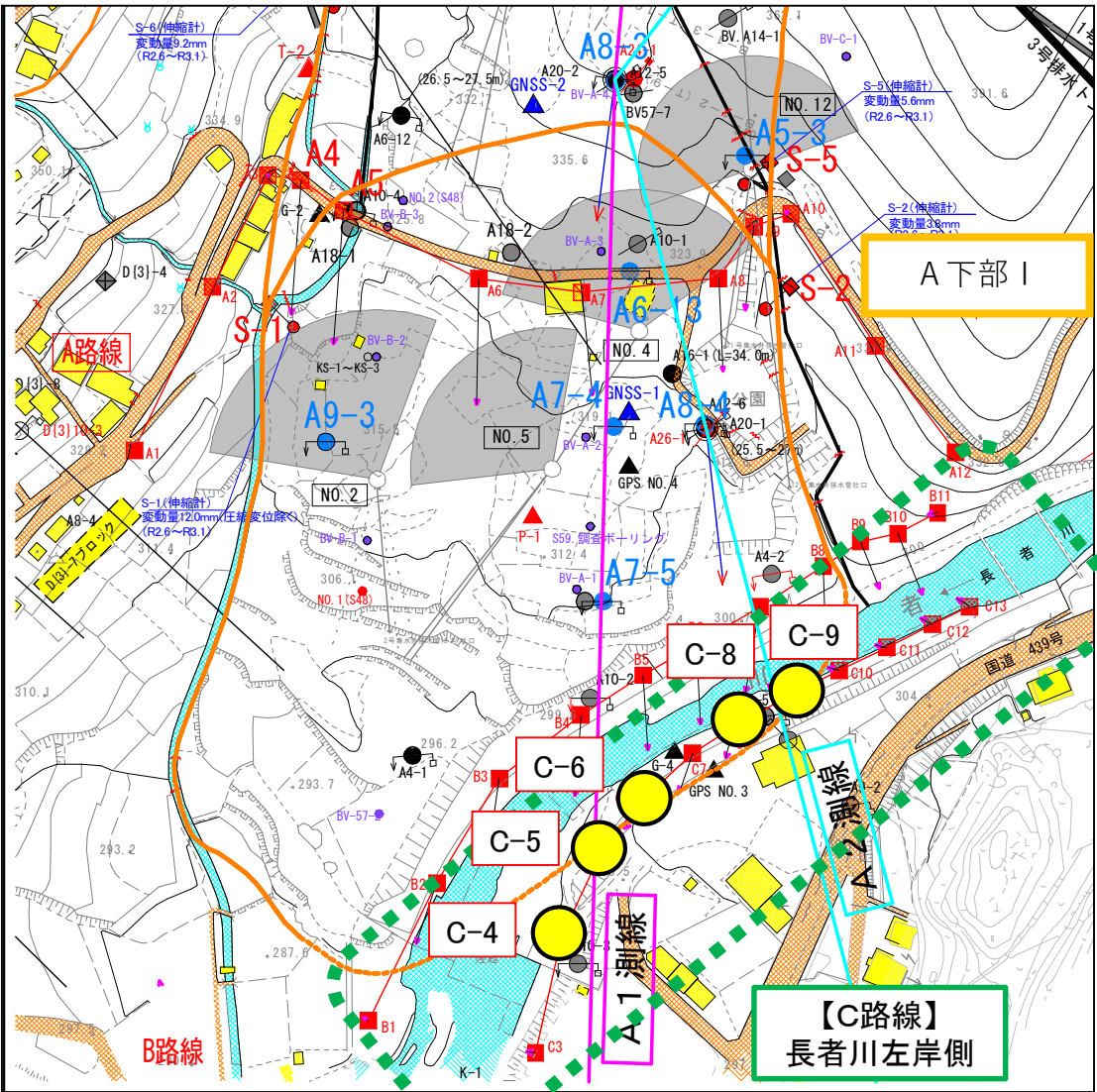
※H30～R3はH30のB-8の結果を除く包絡線

7.平成19年度以降の対策工と各観測データの推移について(Aブロック)

・移動杭観測④：変動量と降雨量の関係(C路線)

- ・ 変位が認められるC－4～C－9の観測箇所を対象に、変動量と降水量の関係を整理した。
- ・ 平成21年から令和3年までの年間変位量を、H21の3号排水トンネル完成後、H27の2号排水トンネル集水ボーリング完成後、H30以降に分類
- ・ これを年間降水量と変動量の関係にして比較
- ・ 降雨量に対する変動量の応答は、近年（H30以降）が最も小さい。
- ・ これは3号排水トンネルや2号排水トンネルの集水ボーリング等による地下水排除工の効果と考えられる。

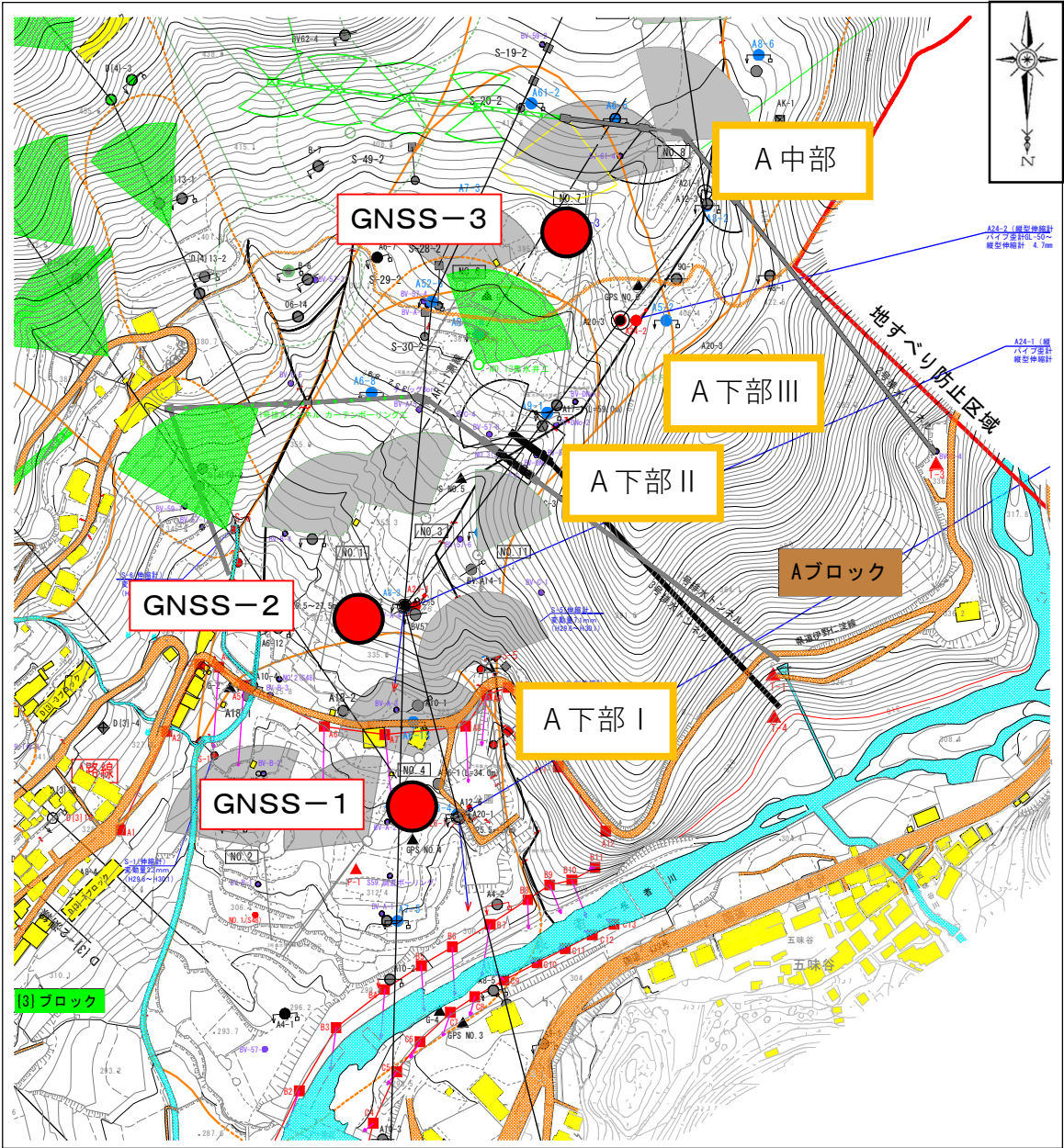
C路線計測箇所



7.平成19年度以降の対策工と各観測データの推移について(Aブロック)

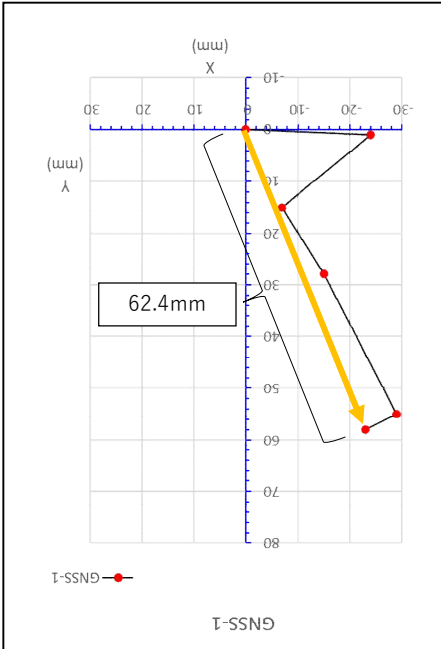
GNSS測量 変動量と変位ベクトル図

- 令和元年度に新設し年2回の頻度で観測している。
- 設置箇所はAブロックの3箇所（下部Ⅰブロック、下部Ⅱブロック、下部Ⅲブロック）である。
- 年間変動量は平均28～34mm程度であり、移動方向も概ね一定方向を示している。



GNSS-1

(A下部Ⅰブロック)



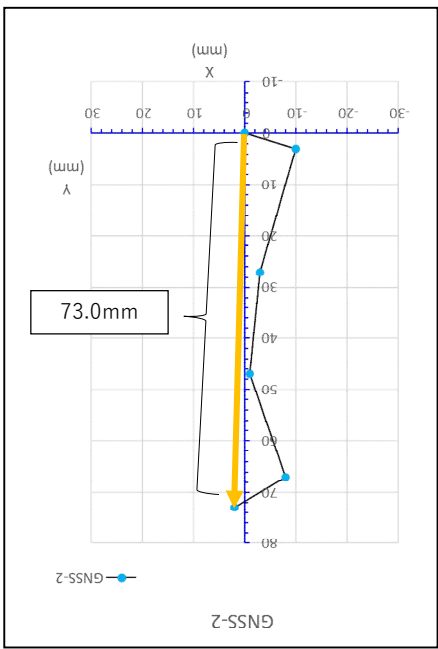
累積合成62.4mm
(年換算28.6mm)



測量状況 (GNSS-1)

GNSS-2

(A下部Ⅱブロック)



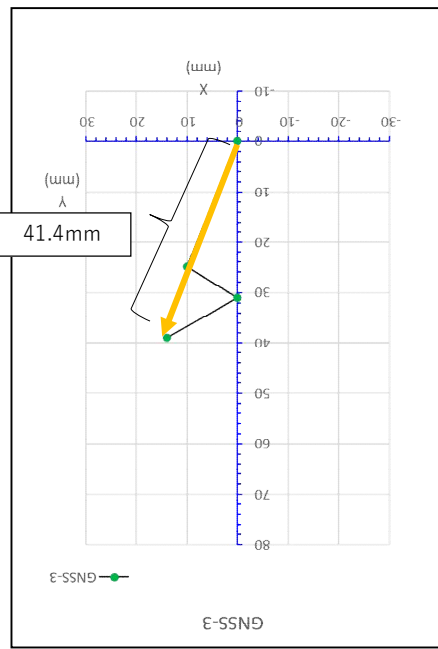
累積合成73.0mm
(年換算33.5mm)



測量状況 (GNSS-2)

GNSS-3

(A下部Ⅲブロック)



累積合成41.4mm
(年換算32.3mm)



測量状況 (GNSS-3)

7.平成19年度以降の対策工と各観測データの推移について(Aブロック)

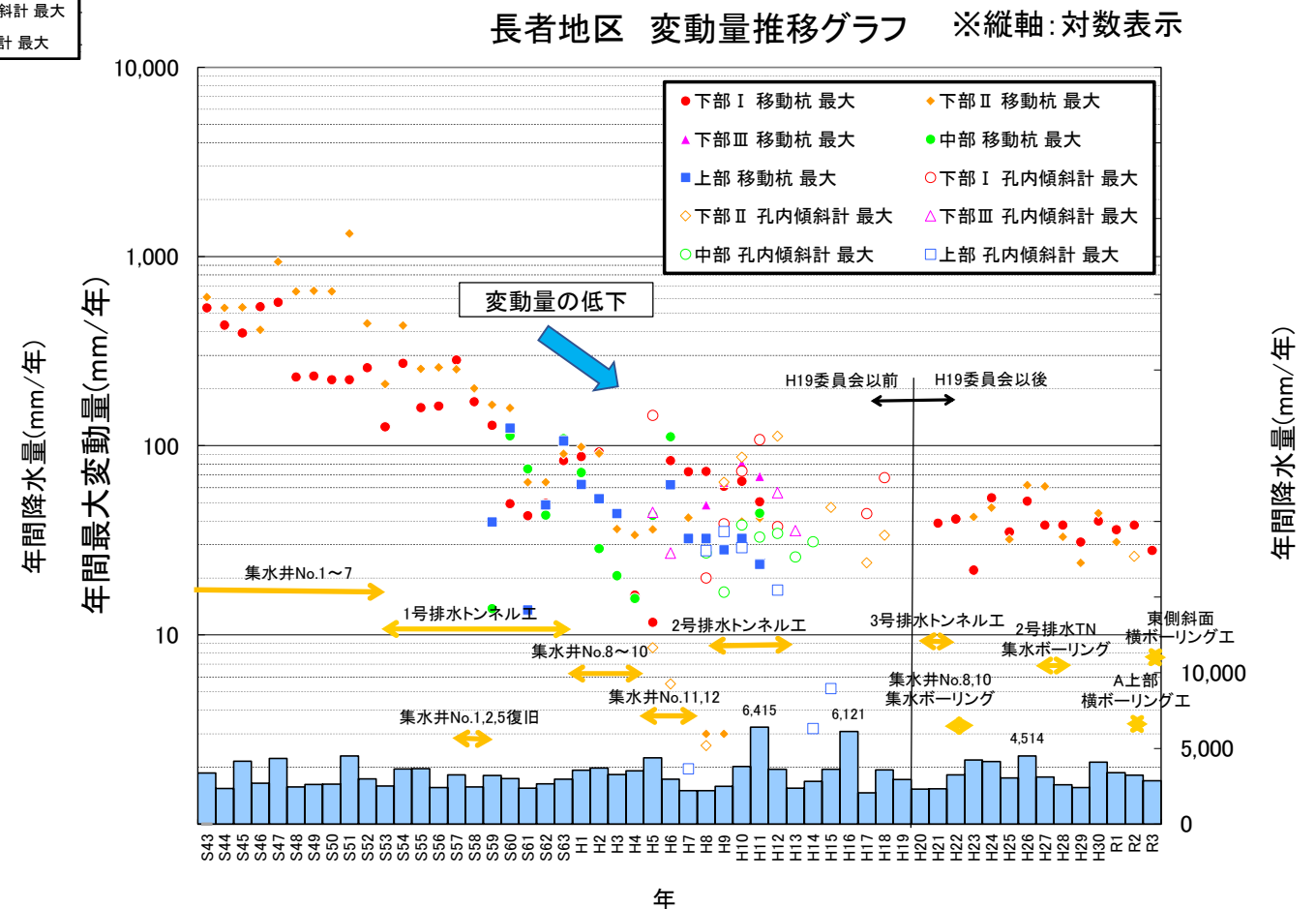
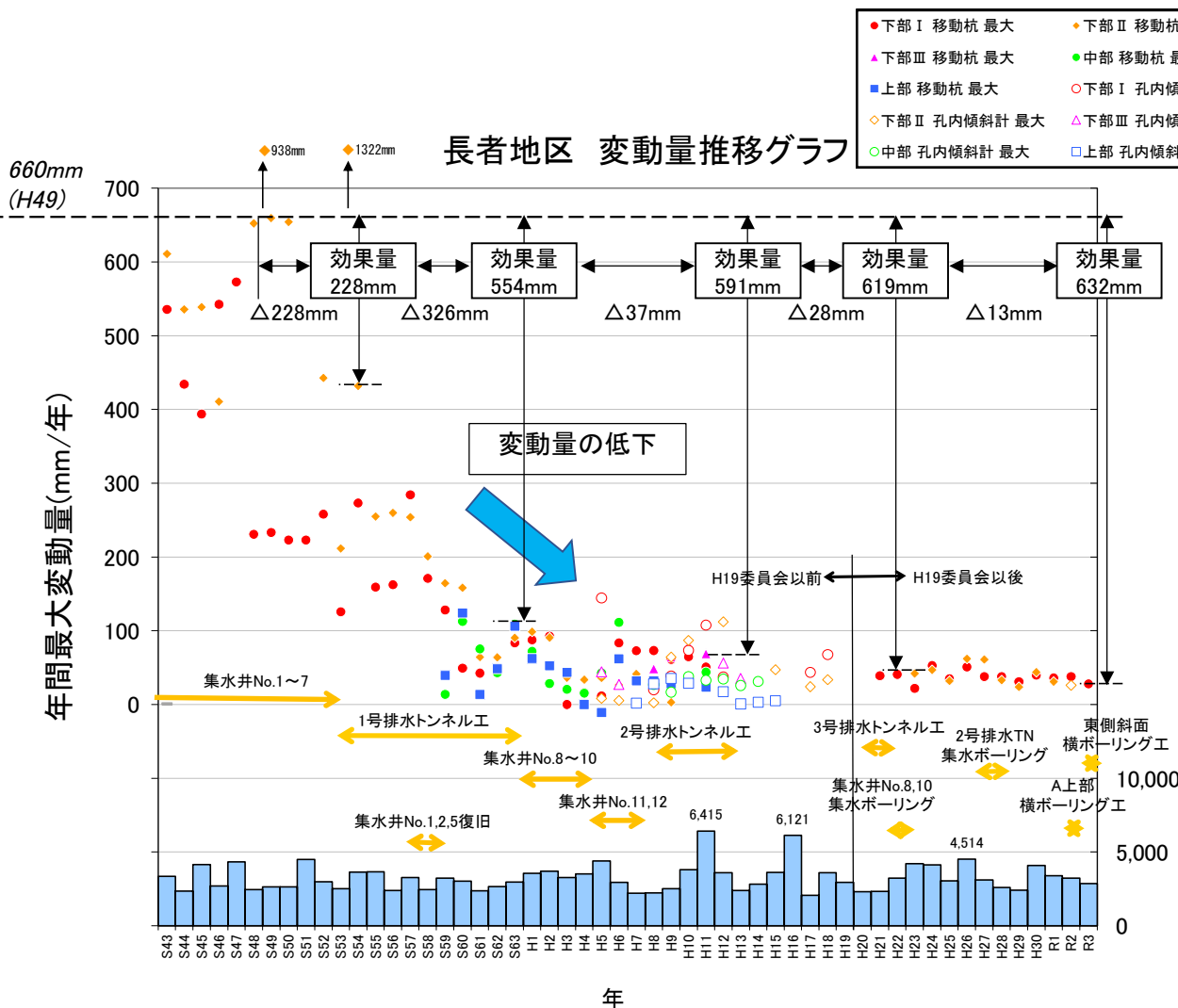
観測項目	概要
排水トンネル 排水量観測	<u>下部ブロック西側を流下する地下水がより斜面の上流側で排除されたことが確認された。</u> これはより上部のブロックで地すべりの抑制に寄与していると考えることができる
地下水位観測	<u>地下水排除工によりA下部Ⅱ～中部ブロックの観測孔で同程度の降水量のケースと比較した場合に、水位差の低減が確認されたほか、最低水位と最大水位ともに低減している。</u>
地盤伸縮計・ 縦型伸縮計観測	<u>通年観測に移行したH26～H27以降、20mm/年程度で推移しているが、近年は15mm/年以下で安定的に推移しており、変動が抑制されている。</u>
移動杭観測	<u>H21新設以降の年間変動量は減少傾向にあり、また同程度の降水量のケースと比較した場合に、変動量が減少しており、対策工の進捗にあわせて変動が抑制されている。</u>
GNSS測量観測	<u>R1新設以降移動方向は概ね一定方向を示しており、年間変動量は平均28～34mm程度で推移している。</u>

8.これまでの対策工の効果について(Aブロック)

変動量の推移(移動杭及び孔内傾斜計)①

(昭和43年～令和3年)

- 昭和43年度から令和3年度における年間最大変動量の推移について整理した。
- 昭和39年頃に1.5m/年であった地すべり変動量は、集水井工、排水トンネル工などの地下水排除工の施工により、平成11年には5cm/年程度まで変動量が減少した。
- 令和2年には4cm/年程度、令和3年は3cm/年程度まで減少している。
- このように、近年施工された対策工により、全般的に変動量が減少し、近年は40mm程度で安定的に推移している。



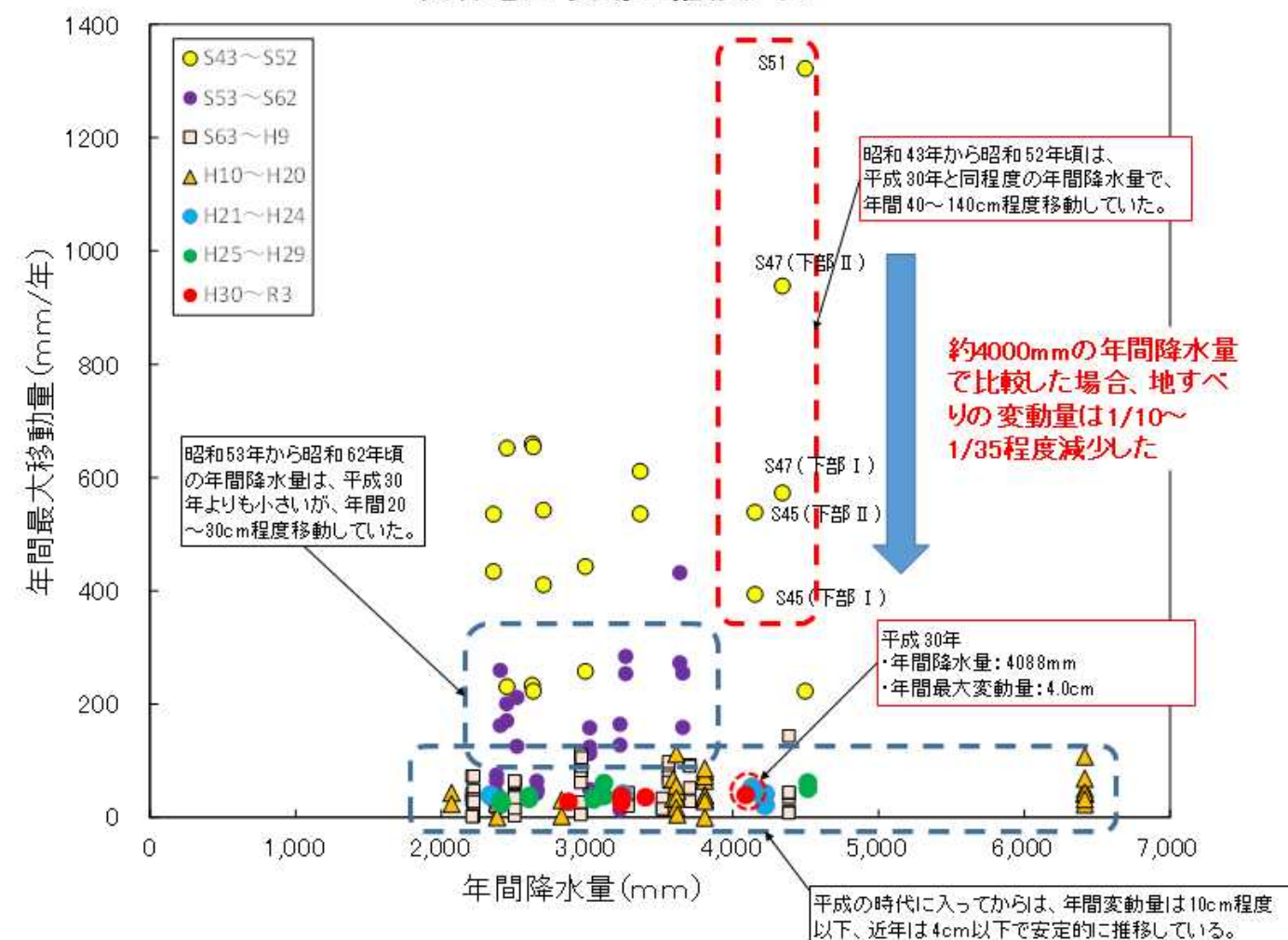
8.これまでの対策工の効果について(Aブロック)

変動量の推移(移動杭及び孔内傾斜計)②

(昭和43年～令和3年)

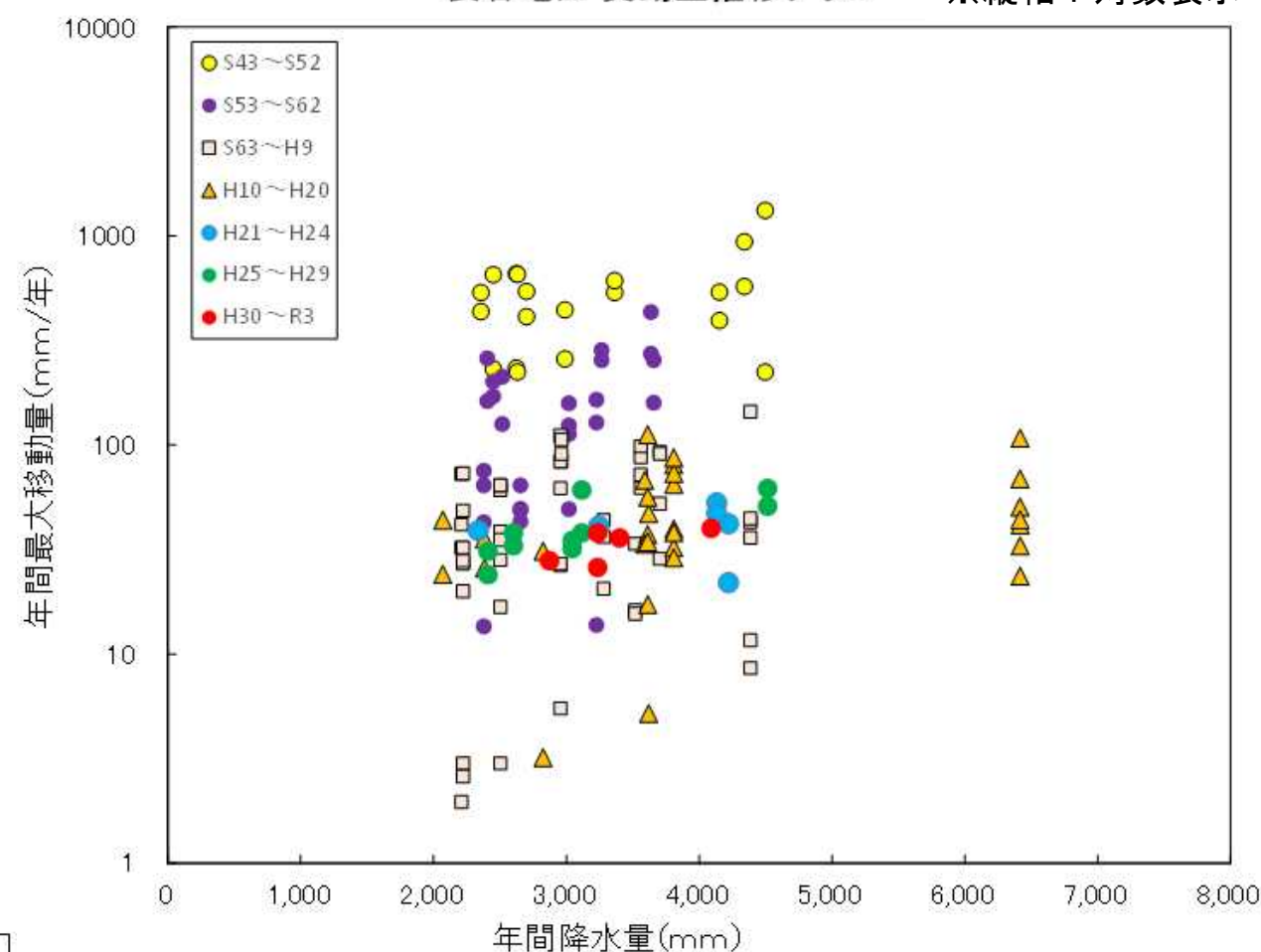
- 昭和43年から令和3年までの年間最大変動量を、S43～S52、S53～S62、S63～H9、H10～H20（以上、約10年間ごと）、H21～H24（3号排水トンネル完成後）、H25～H29（2号排水トンネル集水ボーリング完成後）、H30以降に分類
- これを年間降水量と最大変動量の関係にして比較
- 降雨量に対する移動量は、S43からH9にかけて大幅に減少している。
- H10～H20の期間では、6000mmを超える極端な年間降水量があったものの、S43～S52時と比較すると、変動量が小さくなっている。
- H30以降は約4000mmの年間降水量があっても変動量は50mm程度であり、期間全体としては40mm以下で安定的に推移している。

長者地区 変動量推移グラフ



長者地区 変動量推移グラフ

※縦軸：対数表示



参考：対策工の施工状況について（Aブロック）

対策工の年表（Aブロック）

年度	工事概要	目的等
S28～50	横ボーリング L=5172m 水路工 L=1745m 1号～7号集水井 N=7基 (S40～41年、38災害) 集水ボーリング N=79本 集水井 L=20.0m (S49) 集水ボーリング N=13本 L=548.5m (S50)	地すべり対策事業 (1号～7号集水井は砂防災害復旧工事)
S51	横ボーリング N=1本 L=80m 水路工 L=242m	
S52	横ボーリング N=3本 L=151m 水路工 L=297.7m	
S53	1号排水トンネル L=204m	下部Ⅱブロックの地下水排除 (S53～63の約10年間は、1号排水トンネル工事が占める。S54よりトンネル内に変状が発生し始め、S55より退避用立坑が施工される。)
S54	1号排水トンネル L=81.6m カーテンボーリング N=5本 L=134.5m	
S55	退避用立坑 φ3.5m L=38.5m	
S56	1号排水トンネル L=60.0m 水路工 L=330.9m	
S57	1号排水トンネル L=76.6m 縦カーテンボーリング N=5本 L=158.9m トンネル内水路工 L=419.6m	
S58	トンネル内集水ボーリング N=14本 L=837m 縦カーテンボーリング N=36本 L=1202.2m	
S59	1号排水トンネル L=101m	
S60	縦カーテンボーリング N=2本 L=53.3m 1号トンネル内集水ボーリング N=10本 L=600m 退避用立坑集水ボーリング N=11本 L=633m	
S61	トンネル内集水ボーリング N=10本 L=600m	
S62	立坑集水ボーリング(上段) N=2本 L=110m	
S63	立坑集水ボーリング(上段) N=9本 L=505m	
H1	8号集水井 L=30.0m 9号集水井 L=28.0m 10号集水井 L=6.0m	中部ブロックの地下水排除
H2	10号集水井 L=19.0m 9号集水ボーリング N=34本 L=1330m 横ボーリング N=5本 L=150m	
H3	10号集水ボーリング N=23本 L=1165m 9号集水ボーリング N=6本 L=270m	
H4	8号集水ボーリング N=14本 L=700m	
H5	11号集水井 L=31.5m	下部Ⅱブロックの地下水排除
H6	11号集水井 L=8.5m 11号集水ボーリング N=12本 L=600m 12号集水井 L=25.0m 12号集水ボーリング N=8本 L=400m	
	8号集水ボーリング N=10本 L=500m	

対策工着色の凡例			
排水トンネル	集水井	横ボーリング	水路工

年度	工事概要	目的等
H7	11号集水ボーリング N=18本 L=900m 12号集水ボーリング N=17本 L=810m	下部Ⅱブロックの地下水排除
H8	(Aブロック内での対策工なし)	
H9～11	2号排水トンネル L=320m 2号トンネル内集水ボーリング N=60本 L=2245.5m	下部Ⅲ～中部ブロックの地下水排除
H12	横ボーリング N=5本 L=325m	上部ブロックの地下水排除
H13～14	(Aブロック内での対策工なし)	
H15～16	11号、12号集水井 排水管連結 L=119m(φ318.5mm)	下部Ⅱブロックの集水井補修
H17	2号縦カーテン(排水)ボーリング(新JFB工法) N=1本 L=75.0m	下部Ⅲ～中部ブロックの地下水排除 (「高品位ボーリング」による試験施工)
H18	6号集水ボーリング N=6本 L=300m	下部Ⅱ～Ⅲブロックの地下水排除
H19～20	3号排水トンネル L=200.8m(災害復旧)	下部Ⅱブロック西側の地下水排除 (1号排水トンネルの破損部対策)
H21	3号排水トンネル内集水ボーリング N=30本 L=1339.3m(災害復旧) 8号・10号集水ボーリング ΣN=10本 ΣL=500m	
H22	水路工 L=137.0m	下部Ⅰブロック西側の表面水流入防止
H23	水路工 L=174.0m	下部Ⅱブロック東側の表面水流入防止
H24	水路工 L=139.8m	下部Ⅲブロック東側の表面水流入防止
H25～26	2号トンネル内集水ボーリング N=33本 L=1576.0m	下部Ⅲ～中部ブロック西側の地下水排除
H27	2号トンネル内集水ボーリング N=27本 L=1151.5m	
H28～R1	(Aブロック内での対策工なし)	
R2	横ボーリング N=8本 L=415m	上部ブロックの地下水排除
R3	横ボーリング N=12本 L=420m	東側斜面から流入する地下水の排除

※現在は補助事業を活用して事業を行っているが、一時中断後に事業を再開する際には、交付金事業を活用する予定である。
※交付金事業は国からの配分額に対して、事業の実施箇所やそれぞれの個所付けについて、予算配分への県の裁量が大きい。

長者地すべり対策方針検討委員会の討議ポイント

- ①平成19年度委員会以降の対策工の評価及び今後の対策(Aブロック)
- ②対策工事の一時中断・再開の判断のために必要な指標(Aブロック)
- ③今後の監視・観測体制(全ブロック)

①平成19年度委員会以降の対策工の評価及び今後の対策(Aブロック)

表1 平成19年度の委員会で計画された対策工事

H19計画					進捗状況 (R3時点)
優先度	工種	仕様・数量	単位	数量	
優先度Ⅰ	2号排水トンネル 谷側集水ボーリング工	φ90mm L=20～50m×60本	式	1	・ 施工完了 (施工期間H26～H27)
	2号排水トンネル カーテンボーリング工	φ100mm L=80m×15本	式	1	・ H28年度測量と概略検討 (未実施)
優先度Ⅱ	集水井工 (西側上部)	上部:L=30m (ライナープレート)	基	1	・ H30年度調査の結果、集水井工から横ボーリング工に変更。 (N=8本、ΣL=415m、位置を中央部) ・ 施工完了 (施工期間R1～R2)
	集水井工 (西側下部)	下部:L=55m (RCセグメント)	基	1	・ R1～R2年度調査・検討 ・ 施工位置を中央寄りに変更 ・ R4年度施工予定
優先度Ⅲ	集水井工	L=40m/基	基	3	・ R2年度調査 (1m深地温探査、調査ボーリング、地下水陰層、地下水追跡調査等を実施) ・ 調査の結果、集水井工から横ボーリング工に変更。(L=35.0m×12本) ・ 施工完了 (施工期間R3)

表2 今後予定されている対策工事の概要

年度	工事概要
R4	集水井工(下部Ⅱブロック)
R5	R4に施工した集水井の集水ボーリング (下部Ⅱブロック)

表3 2号排水トンネルカーテンボーリング施工保留理由

1. 排水工に期待される効果
排水工だけでは地すべりを完全に停止させられることが難しいと考えられる中で、これ以上、排水工に事業費に投じても期待される効果が発揮されるかが不明瞭である。
2. 施設の機能の維持
現在活動している地すべりに対し、すべり面を貫く形でカーテンボーリグを施工するので、集水管が短期間で破断される恐れがある。
3. 地すべりに起因する災害の防止
過年度の対策により、地すべりの変動量としては年2～3cm程度で安定的に推移しており現状の地すべり活動が県として防がなければいけない県道の機能損失や河道閉塞をすぐに脅かすような動きでない。

県としての対策工の評価

- 平成19年度の委員会で計画された表1の対策工により、豪雨時の最大水位の上昇の抑制及び渇水期の最低水位の低下が確認されている。
- 降雨時の変動量についても降雨に対する顕著な反応は見られず「H30年7月豪雨」でも約3.3mmの変位にとどまっており、年間の変動量としても、かつて昭和39年頃に1.5mの変動があったものが、平成11年には5cm程度、令和3年には3cmまで減少してきており、対策工の効果が発揮されていると考えている。
- 一方で、平成19年以降の対策の効果は平成11年と比較して、2cm程度であり、排水工を主体とした対策では、大幅な効果を期待することが難しくなっていると考えている。

県としての今後の対策(案)

- 現在Aブロックで計画されている対策工事は表2の工事が完了すれば、残工事としては2号排水トンネルのカーテンボーリングを残すのみとなる。
- 2号排水トンネルのカーテンボーリングについては表3の理由により施工を見送ることも視野に入れている。
- 具体的には表2の工事完了後に3年間程度公共事業で観測を行い、観測結果によってはAブロックの対策工事の一時中断を検討することとしたい。
- さらに、今後異様な変状が発生したとしても、地元住民の方々の警戒避難に繋がられるような、地すべりの監視・観測体制を構築することとしたい。

②対策工事の一時中断・再開の判断のために必要な指標(Aブロック)

県としての指標の設定手法(案)について

前回の委員会では長者地すべりの対策事業の一時中断及び事業再開の判断の指標として、長者地すべりの被害の特徴から下記2手法で変動管理値を設定することが検討された。

指標の設定手法は前回検討された手法を基に、具体の案を示し、本検討会で決定したいと考えている。

○平成19年度長者地すべり対策方針検討委員会で検討された内容について

長者地すべりの動きと被害の特徴

長者地すべりは新旧空中写真(1947年,2007年)の重ね合わせでは、60年間で約26m(約43cm/年)の移動が認められるが、その間の被害は護岸の被災程度と比較的軽微であり、その理由としては以下の3点が挙げられる。

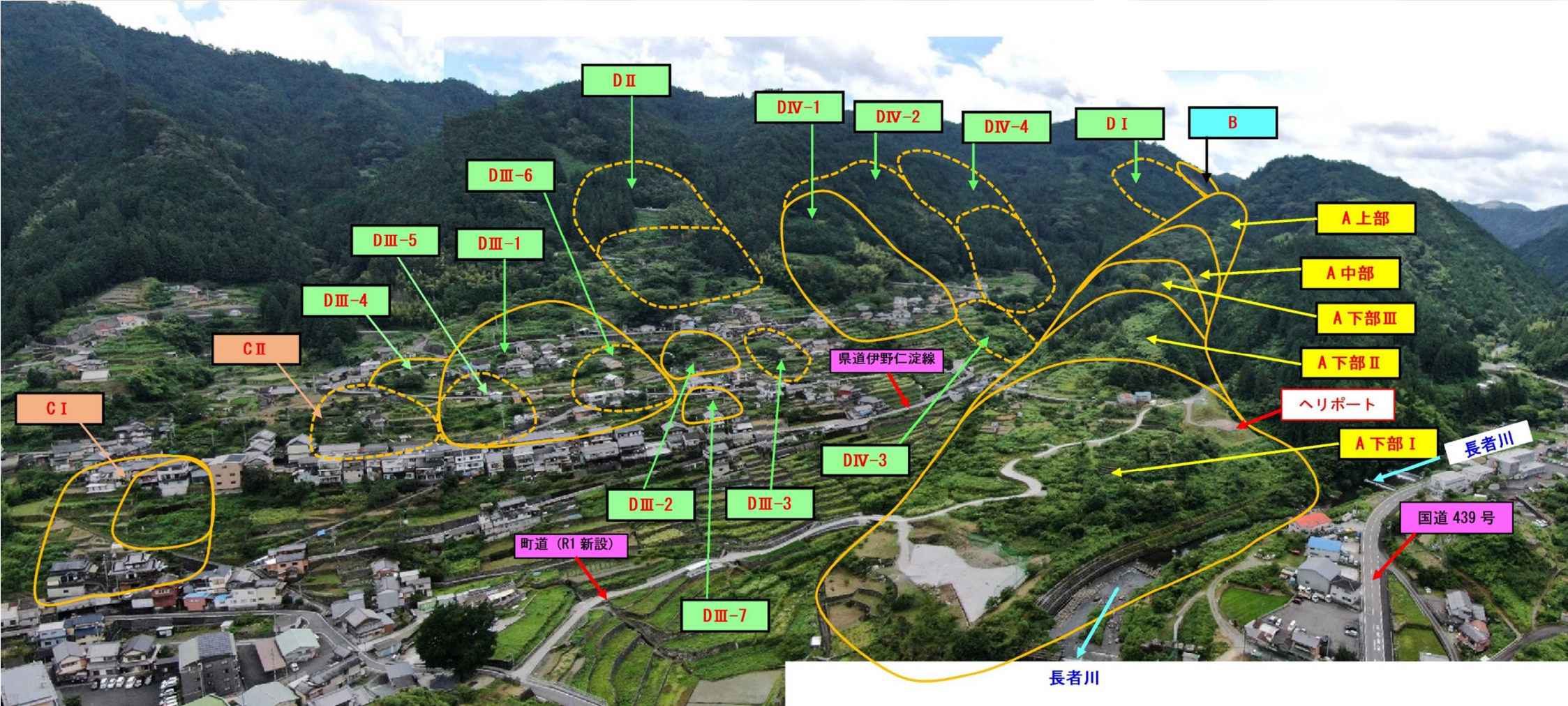
- ① 斜面内に民家が存在しないこと
- ② 県道は大きく寸断される前に維持補修がなされていること
- ③ 末端が長者川の河岸部ではなく河越となっているため、地すべり土塊により長者川が閉塞しなかったこと

変動管理値 設定手法

種別	変動速度管理	変動絶対量管理
説明	変動速度(ある期間の変位量)を設定し、これを管理する手法	構造物等の耐える絶対量を設定し、これを管理する手法
模式図		

※1) 大きな災害が発生していない最大変位量(H12年度観測、112.3mm/年)
※2) 河川断面を水平・垂直方向に変化させ、設計洪水時の流下能力を下回る変動量を算定。

③今後の監視・観測体制(全ブロック)



現在の監視・観測体制	
Aブロック	・自記水位計観測 28箇所 ・排水量観測 4箇所 ・縦型伸縮計観測 4箇所 ・地表伸縮計観測 4箇所(1箇所は資料整理のみ) ・移動杭観測 3測線(A,B,C路線) ・挿入型孔内傾斜計観測 1孔 ・GNSS測量(3級基準点) 3ヶ所
Bブロック	・自記水位計観測 1箇所 ・挿入型孔内傾斜計観測 4箇所
C、Dブロック	・挿入型孔内傾斜計観測 10箇所

県としての今後の監視・観測体制の観点

- 地域の社会基盤の機能維持のために必要な、予防的な対策工事を再開するための情報入手。
- 地すべり又は、それに伴う長者川の閉塞による災害に対する警戒避難のための情報入手。