

## 神戸の減災研究会 WG2（通行規制・解除基準検討WG） 活動報告

WG2リーダー  
神戸市立工業高等専門学校 鳥居宣之

## WGメンバー

鳥居宣之（神戸市立工業高等専門学校）：WG長  
沖村孝（（一財）建設工学研究所）  
藤原康正（（株）エイト日本技術開発）  
小松慎二，宮本拓人（応用地質（株））  
笠原拓造，村田叔充，渡辺隆吉，小泉和也（国際航業（株））  
土佐信一（国土防災（株））  
鏡原聖史（大日本ダイヤコンサルタント（株））  
藤原照幸（（一財）GRI財団）  
前田直也，松元大樹（中央開発（株））  
奥野智彦（中央復建コンサルタンツ（株））  
小田高幸，三浦一宏（復建調査設計（株））

神戸市関連部局 道路工務課

2023.08現在

2/30

## WG2の活動方針

### ○活動方針

神戸市が管轄する異常気象時通行規制をかける箇所は，事前通行規制区間として8路線10箇所（六甲有料道路には3路線3箇所）

| 神戸市道路図      |                  |        |                  |
|-------------|------------------|--------|------------------|
| 異常気象時通行規制区間 |                  |        |                  |
| 路線番号        | 路線名              | 規制区間   | 備考               |
| 1           | 六甲有料道路（六甲トンネル区間） | 六甲有料道路 | 六甲有料道路（六甲トンネル区間） |
| 2           | 六甲有料道路（六甲トンネル区間） | 六甲有料道路 | 六甲有料道路（六甲トンネル区間） |
| 3           | 六甲有料道路（六甲トンネル区間） | 六甲有料道路 | 六甲有料道路（六甲トンネル区間） |

### <通行規制基準>

①120・160・200mm以上／24h

②直近24h雨量100mm以上かつ30mm以上／h

### <通行規制解除基準>

降雨後2h経過したのち，パトロールで安全を確認後

3/30

## WG2の活動方針

### ○活動方針

これまでの研究会活動で，規制時間の適性化のための基準として，土砂災害危険基準線（CL）を導入することの有用性（現行基準より，「空振り」時の規制時間を大幅に減少）を示した

課題として，

### ①道路用CLを導入する必要性

CLは，規制区間における過去の道路災害（or 無被害記録）に基づき設定

### ②準備体制の発令基準（注意体制・警戒体制）の検討 規制前の注意体制や警戒体制のための基準は？

### ③解除基準の検討

通行再開のための解除基準は？

4/30

## WG2の活動方針

### ④雨量観測地点の適正の確認

対象路線で用いられている雨量観測地点の適性は？

### ⑤落石や土砂流出への対応

表層崩壊型とは異なるメカニズムの災害への対応は？

### ○活動状況

- ・WG会議（2月）
- ・グループリーダ会議（6月）
- ・グループ会議（3月，6月）

5/30

## WGの活動内容（研究G）

### Gr1：道路用のCLの検討（鏡原委員）▶

表層崩壊危険度評価手法を用いて、シミュレーション的に道路災害を発生・非発生（対策工の効果を考慮）させることで、道路用のCLを設定する方法を検討

### Gr2：体制発令基準（注意体制・警戒体制）の検討（藤原（康）委員）▶

道路管理者としての注意体制ならびに警戒体制の発令基準（規制CLラインを低減させるor降水予測値を使用する方法）を検討

### Gr3：解除基準の検討（藤原（康）委員）

現在，通行再開にはある一定の判断基準があるものの，運用面で判断しにくい部分があることから，よりの確で判断しやすい通行規制解除の基準（降水予測値を使用する方法）を検討

6/30

## WGの活動内容（研究G）

### Gr4：雨量観測地点の適正の確認（藤原（照）委員）▶

対象路線の近傍の解析雨量を用いて検討

### Gr5：落石や土砂流出への対応（小田委員）▶

落石発生個所の特定方法ならびに小流域からの土砂流出量算定手法の検討

7/30

Thank you for your kind attention!



## Gr1（道路CL検討）の活動報告

### ○検討方針

- 表層崩壊を対象とした各通行規制に応じた道路用CLを地盤工学的手法（降雨浸透＋地下水位算定モデル&斜面安定解析モデル）に基づいた手法により作成
- さまざまな降雨（各通行規制区間の降雨特性を考慮）を入力した崩壊・非崩壊シミュレーションにより道路用CLを作成
- 対策工の効果も評価

9/30

## Gr1（道路CL検討）の活動報告

### ○道路CL作成イメージ

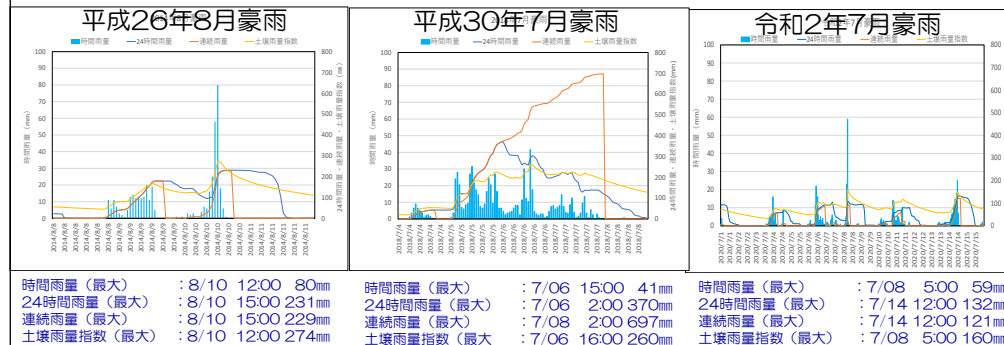
検討対象地は神戸市北区唐櫃台の道路沿い斜面



10/30

## Gr1（道路CL検討）の活動報告

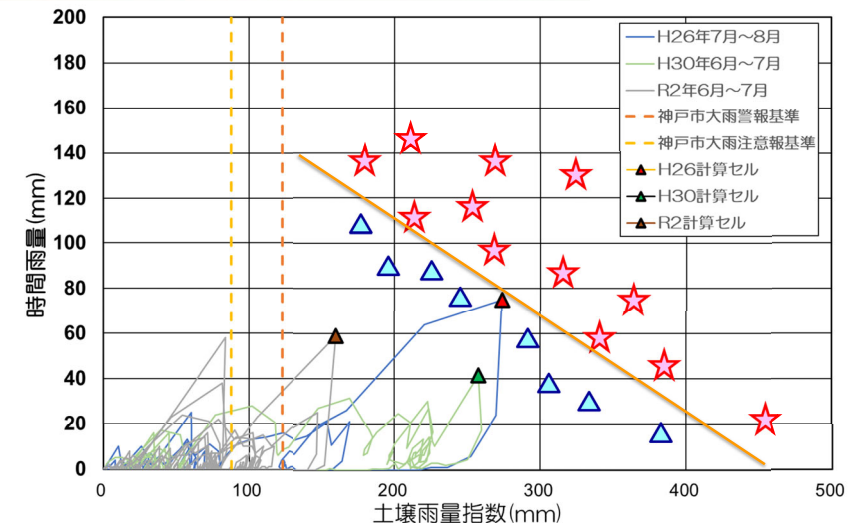
- 表層崩壊危険度評価手法（沖村・市川モデル）で崩壊発生の有無を検討
- 神戸市内で観測された災害級の降雨イベント（解析雨量）における検討



11/30

※連続雨量は国道リセット基準（2mm以下の降雨が3時間継続でリセット）

## Gr1（道路CL検討）の活動報告



12/30

様々なシミュレーション降雨の入力ならびに対策工の効果を検討



## Gr2&3（体制発令・解除基準検討）の活動報告

### ○検討方針

- ・体制発令基準（注意体制・警戒体制）の検討ならびに解除基準の検討に際し、道路管理者である3つの建設事務所（東部・中部・北）の職員の方にアンケート調査を実施
- ・アンケート用紙を事前に配付し、アンケート回収・整理後に、各事務所と対面ヒアリングを実施

13/30

## Gr2&3（体制発令・解除基準検討）の活動報告

### ○アンケート内容

主なアンケートの内容は、以下を予定

- ・降雨や通行規制の過去実績の保有の有無
- ・災害発生記録の保有の有無
- ・雨量の観測体制
- ・事前通行規制実施時の判断基準
- ・事前通行規制時の体制、規制までに必要な時間
- ・事前通行規制情報の共有、発信について
- ・その他規制に関する課題

14/30

## Gr2&3（体制発令・解除基準検討）の活動報告

### ○予定

- 8月下旬：アンケート用紙を各事務所へ配付（工務課経由）
- 9月中旬：アンケート用紙を回収（工務課経由）
- 9月下旬～10月上旬：アンケート結果の整理
- 10月中旬～10月下旬：各事務所へ対面ヒアリング
- 11月～：体制発令・解除基準検討

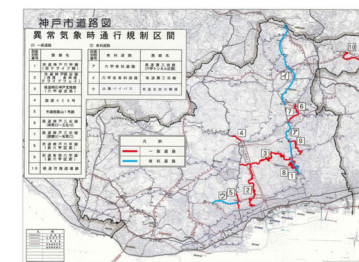
15/30

## Gr4（雨量観測地点検証）の活動報告

### ○検討方針

- ・市内の事前通行規制区間の中には、区間延長が長い（延長5～10km）規制区間が存在
- ・近年、超局地的な大雨がたびたび観測されている

現在の規制区間近傍の雨量観測点がその規制区間を代表する雨量が観測されているかの検証が必要



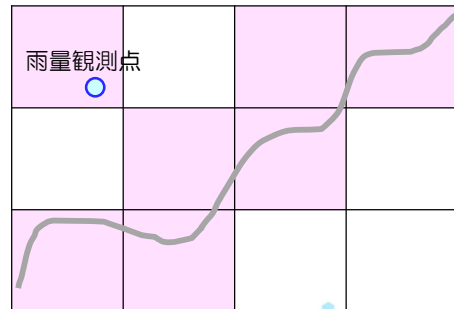
16/30

| 区画番号 | 区画名称             | 区画位置             | 区画延長(km) | 雨量観測点の有無 | 雨量観測点の位置         | 雨量観測点の雨量 | 雨量観測点の単位 | 雨量観測点の備考       |
|------|------------------|------------------|----------|----------|------------------|----------|----------|----------------|
| 1    | 市道第1号線(市道第1号線)   | 市道第1号線(市道第1号線)   | 1.0      | 有        | 市道第1号線(市道第1号線)   | 10.0     | mm       | 雨量観測点(市道第1号線)  |
| 2    | 市道第2号線(市道第2号線)   | 市道第2号線(市道第2号線)   | 1.0      | 有        | 市道第2号線(市道第2号線)   | 10.0     | mm       | 雨量観測点(市道第2号線)  |
| 3    | 市道第3号線(市道第3号線)   | 市道第3号線(市道第3号線)   | 1.0      | 有        | 市道第3号線(市道第3号線)   | 10.0     | mm       | 雨量観測点(市道第3号線)  |
| 4    | 市道第4号線(市道第4号線)   | 市道第4号線(市道第4号線)   | 1.0      | 有        | 市道第4号線(市道第4号線)   | 10.0     | mm       | 雨量観測点(市道第4号線)  |
| 5    | 市道第5号線(市道第5号線)   | 市道第5号線(市道第5号線)   | 1.0      | 有        | 市道第5号線(市道第5号線)   | 10.0     | mm       | 雨量観測点(市道第5号線)  |
| 6    | 市道第6号線(市道第6号線)   | 市道第6号線(市道第6号線)   | 1.0      | 有        | 市道第6号線(市道第6号線)   | 10.0     | mm       | 雨量観測点(市道第6号線)  |
| 7    | 市道第7号線(市道第7号線)   | 市道第7号線(市道第7号線)   | 1.0      | 有        | 市道第7号線(市道第7号線)   | 10.0     | mm       | 雨量観測点(市道第7号線)  |
| 8    | 市道第8号線(市道第8号線)   | 市道第8号線(市道第8号線)   | 1.0      | 有        | 市道第8号線(市道第8号線)   | 10.0     | mm       | 雨量観測点(市道第8号線)  |
| 9    | 市道第9号線(市道第9号線)   | 市道第9号線(市道第9号線)   | 1.0      | 有        | 市道第9号線(市道第9号線)   | 10.0     | mm       | 雨量観測点(市道第9号線)  |
| 10   | 市道第10号線(市道第10号線) | 市道第10号線(市道第10号線) | 1.0      | 有        | 市道第10号線(市道第10号線) | 10.0     | mm       | 雨量観測点(市道第10号線) |

## Gr4（雨量観測地点検証）の活動報告

### ○検討方針

- 対象路線の近傍の雨量観測点での雨量と対象路線上の解析雨量（1kmメッシュごとのデータ）を対比
- 1kmメッシュ解析雨量を分析し、現状の雨量観測地点が適正かどうかを確認



17/30

## Gr4（雨量観測地点検証）の活動報告

### 使用データ（過去10年間程度の降水量データ）

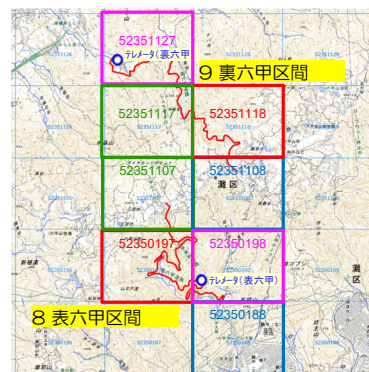
- 規制区間における雨量観測点の降水量データ（10分毎又は30分毎）：神戸市提供
- 気象庁の解析雨量データ（30分ごと60分間雨量）

18/30

## Gr4（雨量観測地点検証）の活動報告

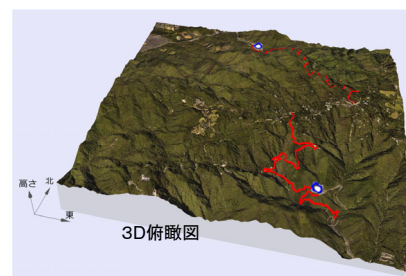
### ○検討事例

「市道神戸六甲線（表六甲区間）」ならびに「市道神戸六甲線(表六甲区間)」の規制区間上の解析雨量を比較



(1) 一般道路

| 図面番号 | 路線名            | 所管建設事務所 | 規制区間                                      |        |
|------|----------------|---------|-------------------------------------------|--------|
|      |                |         | 所在地                                       | 延長     |
| 8    | 市道神戸六甲線（表六甲区間） | 東部      | 灘区六甲山町（新六甲大橋下）<br>～<br>灘区六甲山町東山ノ内西谷（丁字ヶ辻） | 4.8 km |
| 9    | 市道有野六甲線（裏六甲区間） | 北       | 灘区六甲山町北六甲<br>～ 北区有野町唐櫃                    | 4.1 km |



19/30

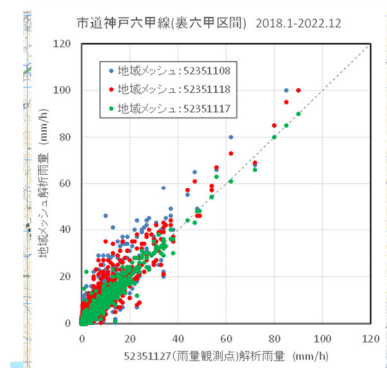
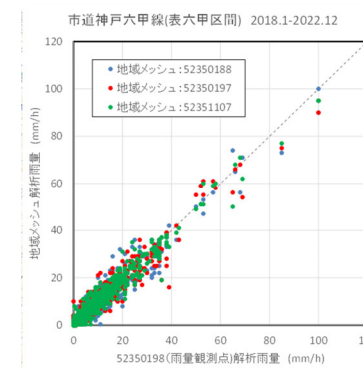
## Gr4（雨量観測地点検証）の活動報告

毎時00分、毎時30分の（解析雨量）60分間雨量を比較

雨量観測点の解析雨量（横軸） VS 各規制区間内の解析雨量（縦軸）

表六甲区間：雨量観測点の解析雨量 > 各規制区間内の解析雨量

裏六甲区間：雨量観測点の解析雨量 < 各規制区間内の解析雨量

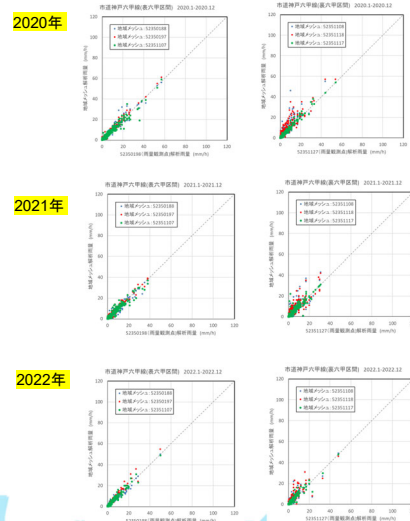
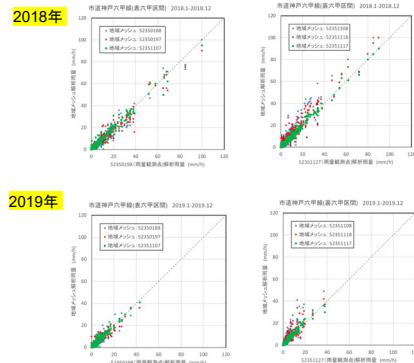


20/30



## Gr4（雨量観測地点検証）の活動報告

毎時00分、毎時30分の（解析雨量）60分間雨量を比較  
参考（年ごとに整理）



21/30

## Gr5（落石・土砂流出検討）の活動報告

【神戸三田線】点群データから抽出された転石等の現地検証

前回活動で、UAVレーザー測量で取得した点群データ（三次元座標）を用いて、**転石・露岩（φ50cm程度以上）の抽出を行ったが、現地検証ができていない**

【エリアⅠ】

UAVで取得した転石等の位置座標に対し、現地検証に用いたハンディGPSの精度が劣るため、抽出された位置を特定不可  
→7月上旬に、斜面内に基準点を設置済み  
この基準点を目印にして、今後、抽出した転石等の位置を特定し、抽出結果の検証

【エリアⅡ】

現地確認を行ったものの、不安定な浮石・転石が多く、斜面を歩行不可  
→写真画像から3Dデータを作成するSFM（Structure from Motion）技術を用いて、浮石・転石の安定度を確認する。  
**落葉した冬季に実施予定**



22/30

## Gr5（落石・土砂流出検討）の活動報告

【神戸三田線】反射強度による転石等の抽出可否

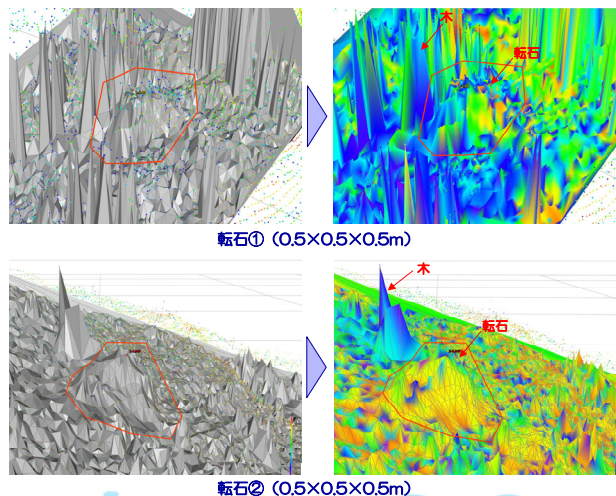
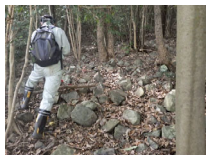
前回活動で取得した点群データのうち、**反射強度**を用いて転石等の抽出可否を検証

★計測データ

樹木の反射強度が相対的に低い値を示している  
ただし、地盤面と転石（想定）の反射強度に明瞭な差なし

↓  
反射強度は、色や材質、表面の湿潤状態によって変化が生じる  
表土層（土砂層）が薄く、岩層が地表面を覆っているため、地盤面と転石の差が出ていないと考えられる

他フィールドでの検証が必要



23/30

## Gr5（落石・土砂流出検討）の活動報告

タイムラプスカメラやWebカメラ等による簡易な流出観測成果から、**山地小流域の降雨流出モデルを作成することが可能であり**、また、その降雨流出モデルを用いて土砂流出に対する危険度の予測が可能であることが確認

現段階では1つのモデル流域（流域A）での成果であり、規模の大きな降雨を経験していない短期間の観測による成果であるため、一般化に向けて今後も観測・検証を継続する他、他流域での実績を増やしてゆくことが必要



24/30

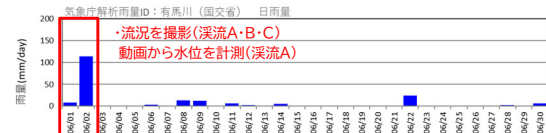
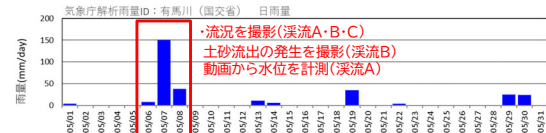
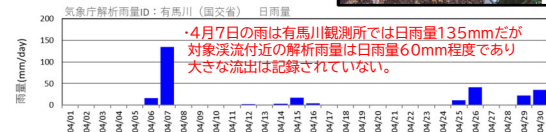


## Gr5（落石・土砂流出検討）の活動報告

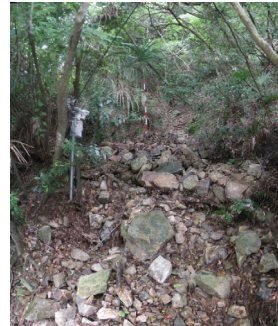
R5年4月～6月の観測成果

4月～

Webカメラのみ稼働



・2023.5月7日 23時27分  
渓流Bで土砂流出発生を撮影



25/30

25

## Gr5（落石・土砂流出検討）の活動報告



土砂流出発生前（渓流B）  
2023.5.6 16:00:00



土砂流出発生（渓流B）  
2023.5.7 23時27分

土砂流出発生後（渓流B）  
2023.5.8 9時00分

26/30

26

## Gr5（落石・土砂流出検討）の活動報告

土砂流出発生（渓流B） 2023.5.7 23時27分

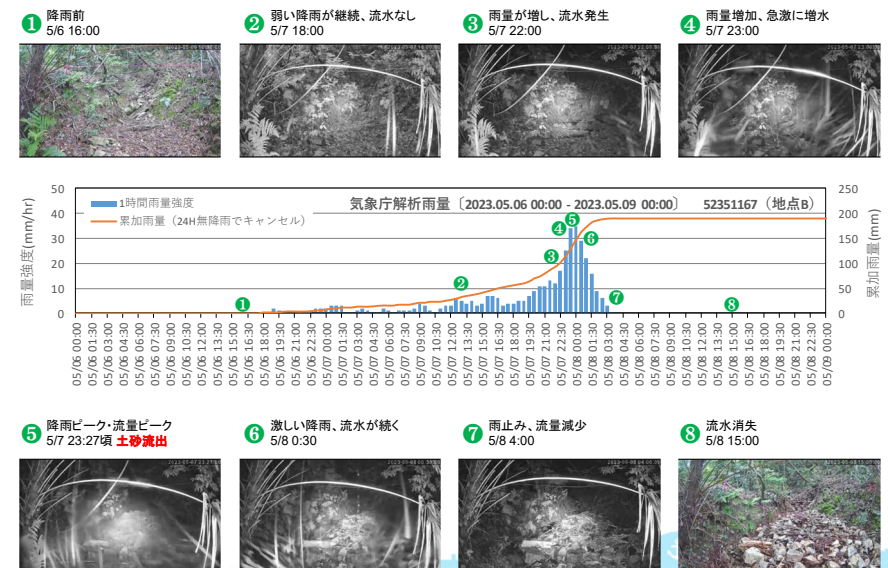


27/30

27

## Gr5（落石・土砂流出検討）の活動報告

観測事例：渓流B（5月7日降雨） WebVTR

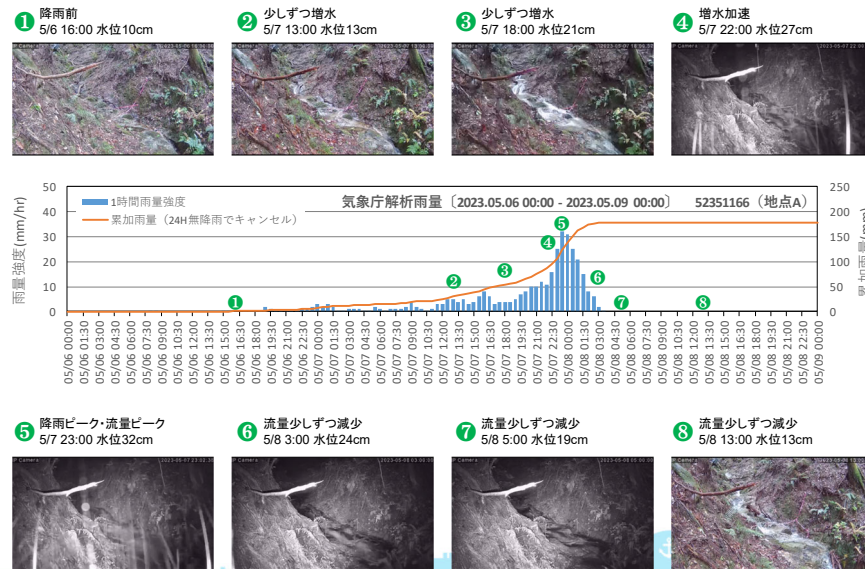


28/30

28

## Gr5（落石・土砂流出検討）の活動報告

観測事例：溪流A（5月7日降雨）WebVTR



29/30

## Gr5（落石・土砂流出検討）の活動報告

○B溪流で降雨流出モデルを作成し、今回の土砂流出が再現できるのか確認

- ・現地確認（現象の把握）  
簡易的に現地を確認したところ、新たに崩壊が発生したというのではなく、中・下流の溪床に堆積していた土砂（砂礫）の再移動
- ・昨年度に溪流Aで検討した降雨流出モデルの検証  
溪流Aと同じ手法でB溪流のモデルを作成し、今回の雨の再現計算を行い検証

○A溪流のモデル検証

- ・動画より水位を計測（昨年作成した $H-Q$  関係で流量を推定）⇒  
 $H-Q$ 関係の妥当性を確認
- ・昨年度作成した降雨流出モデルで再現計算を行いモデルの検証

30/30