

那智川流域における水文・流砂観測と観測体制の合理化検討

国土交通省近畿地方整備局大規模土砂災害対策技術センター ○小林正直, 竹下航, 岸本優輝, 高原晃宙
 日本工営株式会社 長山孝彦, 早川智也, 伊藤隆郭, 孝子綸図, 笠原菜月
 京都大学 名誉教授 藤田正治
 京都大学 農学研究科 宮田秀介

1. はじめに

和歌山県那智勝浦町的那智川流域では、H23年の紀伊半島大水害時に同時多発的な表層崩壊と土石流が発生し、現在では土砂・洪水氾濫と呼ばれているような大量に流出した土砂と豪雨による洪水流等の現象により甚大な被害が生じた。以後同流域では、直轄事業による砂防工事が実施されるとともに、各種の斜面水文観測及び流砂観測が10年以上にわたり進められてきた。本発表は、過年度からの観測の状況を取りまとめると共に、今後の観測体制案について検討を加えるものである。

2. 那智川流域における観測項目と機器配置

図1に、2025年3月現在の観測機器の配置図を示す。平野川及び金山谷川等の崩壊地付近には孔内水位計・土壌水分計・テンシオメータ等が配置されており、表層崩壊の発生機構の解明¹⁾といった観点に着目した観測が行われ、斜面の水分動態²⁾及び流出過程³⁾等の水文現象についても一定の検討がなされている。また、その他各支川の主に出口付近を中心に、濁度計・水位計・ハイドロフォン等が配置されており、土石流や土砂移動の検知・覚知を目的に観測を継続している。また、自動採水器とバケツ採水による濁度及び水質の直接観測、濁度計とのキャリブレーションの試み⁴⁾等も実施している。

3. 観測体制の整理と合理化検討

3.1. 観測目的の整理

同流域では発災後に災害メカニズムの解明に重点

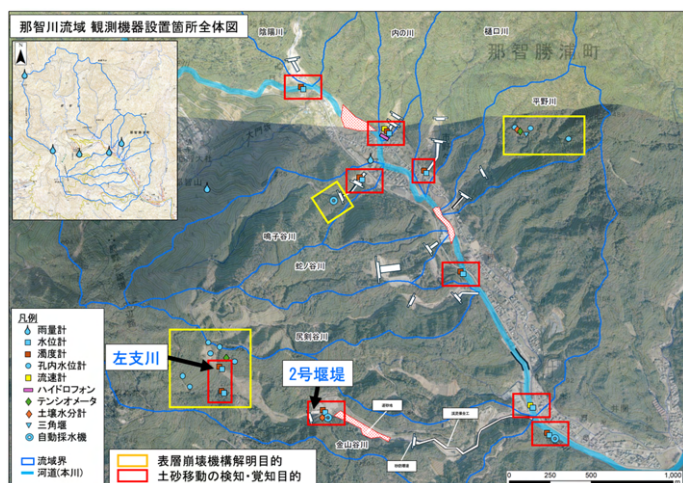


図1 観測機器設置全体図

を置いて観測が実施されてきたが、近年度ではそれらの知見を踏まえ、砂防事業計画上の土砂・洪水氾濫解析の検証データとすること、観測データによって土砂移動の前兆現象をとらえ地域住民の警戒避難のトリガーとすること、中長期的な流域の変化の状況に応じた事前予防処置のための状況把握を行うこと、等の目的に応じた観測計画・体制の立案が求められている。したがって、各種観測項目について、崩壊発生時や比較的大きな出水時において発生タイミング及び観測データが捉えられてきたかの検証が必要である。

3.2. 出水イベントにおける観測データの精査

表1に、比較的大きな土砂移動現象が発生している過去13年間程度の土砂移動イベントと、イベント時警戒情報や降雨状況を記す。なお、2020年以降は顕著な土砂移動イベントは確認されていない。この中で、土砂移動のイベント発生時刻が明確に把握できており、該当時時刻前後において各種観測機器の欠測が少ない6つの事例について、整理を行った。図3に、金山谷川における濁度成分(SS)観測結果と、電気伝導度(EC)観測結果について、6イベント毎の値と全体の傾向を示す。横軸は土砂移動発生時刻からの時間軸、縦軸はSS及びECを水位で除し1イベントごとに正規化した指標を示す。得られた知見は下記のとおりである。

- 金山谷川左支川における濁度成分観測から、土砂移動発生時の約1~4時間前に観測値が上昇すること、土砂移動発生時の約0~2時間後に観測値が上昇すること、土砂移動の前後で明瞭にピークが立つことが分かった。
- 金山谷川左支川における電気伝導度観測から、土砂移動発生前後に観測値の下降が認められること、濁度成分量の傾向よりも、その変動率はなだらかであることが分かった。
- 各観測項目における金山谷川左支川と金山谷川2号堰堤地点との比較において、濁度成分観測及び電気伝導度について左支川での変動が約2時間の遅れをもって堰堤地点で観測されること、左支川では土砂移動発生前後の観測値変動が比較的に明瞭に確認されるが、堰堤地点では不明瞭となることが分かった。

以上のことから、下記のことが考察される。

- 土砂移動の前兆現象及び土砂移動本体の流出

表2 土砂移動現象と各種警報発表情報

土砂災害発生 年月日	年	市野々雨量観測所										土砂移動現象
		大雨警報		土砂災害警戒情報		土砂移動現象		一連の降雨		土砂移動現象		
		土砂災害警戒情報	大雨警報	土砂災害警戒情報	土砂移動現象	土砂移動現象	土砂移動現象	土砂移動現象				
		土砂移動発生	発令時の雨量 (mm/hr)	発令までの雨量 (mm)	発令時の雨量 (mm/hr)	発令までの雨量 (mm)	発生時の雨量 (mm/hr)	発生までの雨量 (mm)	最大時間雨量 (mm)	総雨量 (mm)		
1	2012	06/22 (1:00)	7	14	15	117	15	193	34	213	土砂移動発生した記録があるが詳細不明	
2		06/26 12:58	9	169	-	-	9	169	35	257	崩壊地内勾配変化点に土砂堆積後、崩壊・湧水により細粒分が流出	
3		07/04 09:44	3	150	3	150	3	150	49	186	崩壊地内勾配変化点に土砂堆積、湧水への流出なし	
4	2013	09/15 20:00頃	12	100	42	238	42	238	52	341	崩壊地内勾配変化点に土砂堆積後、湧水・湧水により細粒分が流出	
5		10/15 23:00頃	-	-	-	-	7	107	11	116	崩壊地内勾配変化点に土砂堆積後、湧水への流出なし	
6		10/20 07:49	-	-	-	-	6	68	11	100	崩壊土砂が一気に流出	
7		10/25 21:00頃	-	-	-	-	2	153	13	172	崩壊土砂が一気に流出	
8		04/29 14:48	-	-	-	-	14	107	24	245	ガリー侵食に伴う小崩壊	
9	2014	08/05 (8:00)	16	169	-	-	8	359	26	360	ガリー侵食	
10		08/10 08:25	41	123	19	142	15	265	41	286	拡大崩壊	
11		10/13 (8:00)	10	145	-	-	29	135	29	176	ガリー侵食	
12	2015	04/20 15:00	-	-	-	-	10	117	20	137	拡大崩壊	
13		07/17 00:00	1	60	12	223	7	168	27	331	拡大崩壊	
14	2016	02/14 未明	-	-	-	-	6	60	7	73	拡大崩壊	
15		06/21 10:21	20	117	51	355	41	396	51	410	拡大崩壊	
16	2017	08/07 12:20	10	277	-	-	10	277	31	342	拡大崩壊	
17		10/21 14:59	-	-	-	-	54	155	54	646	ガリー侵食	
18		10/23 0:00頃	20	209	31	453	54	686	54	646	ガリー侵食	
19	2018	9/4 12:47	0	4	-	-	-	-	-	-	拡大崩壊	
20	2019											
21	2020											
22	2021											
23	2022											
24	2023											
25	2024											

一方で、課題も残った。

- 濁度上昇の原因を、ホートン型地表流発生や土層飽和による湧水の発生など、その流出過程も踏まえ実証する必要がある。
- 電気伝導度の挙動と、崩壊発生・土砂移動その他の実現象との対比を精査する必要がある。
- 各種伝播について、インターバルカメラ等別の手段により実現象との対比を精査する必要がある。

3.3. 観測体制の課題

観測目的の整理と過去データの精査を踏まえ今後の課題と解決方針案について述べる。まず本川における掃流砂観測機器および観測事例が少ないことがある。このため、平時における観測体制の整備が必要と考えられ、今後ハイドロフォン等本川への設置を検討していく予定である。次に、土砂生産から伝播に至る特性把握のための線的な観測体制が不足していることがある。今後は金山谷川における追加機器の設置を検討していく予定であるが、加えて土砂生産場としての最上流部における崩壊地等での状況変化が示唆される場合においては、生産源での追加の調査・観測が必要と考えられる。

4. おわりに

流砂観測データの活用法として、那智川流域における土砂移動の一連的特性の解明が進むこと自体に加え、数値計算モデルを活用し豪雨時に降雨データをインプットとして崩壊や土砂流出の発生を予測することでハザードに対する事前の避難リードタイムの確保が可能になること、発生した土砂移動を検知、覚知することでイベント中であっても命を守る行動につなげるための情報発信を行うこと、流域内における土砂動態の中長期的な傾向変化をとらえることで流砂系における総合土砂管理の観点からの状況把握と事前処置実施の検討根拠とすること、などが考えられる。今後の砂防事業を実施する上での基礎資料の収集と那智川本川においても工事中の遊砂地等の各種砂防施設の効果検証も、流砂水文観測の重要な使命の一つである。今後も引き続き検討を進めて参りたい。

参考文献：1) 榎原ら：那智川流域における地質構造や水文特性に着目した表層崩壊危険斜面の抽出に関する研究，2019年度砂防学会研究発表会概要集，2019。2) 島田ら：那智川流域における斜面の水分動態に対する考察，平成30年度砂防学会研究発表会概要集，2018。3) 瀬戸ら：那智川流域における斜面の水分動態に関する考察(その2)，2019年度砂防学会研究発表会概要集，2019。4) 鬼頭ら：濁度計観測における浮遊砂量の現地キャリブレーションー那智川流域の例ー，令和5年度砂防学会研究発表会概要集，2023

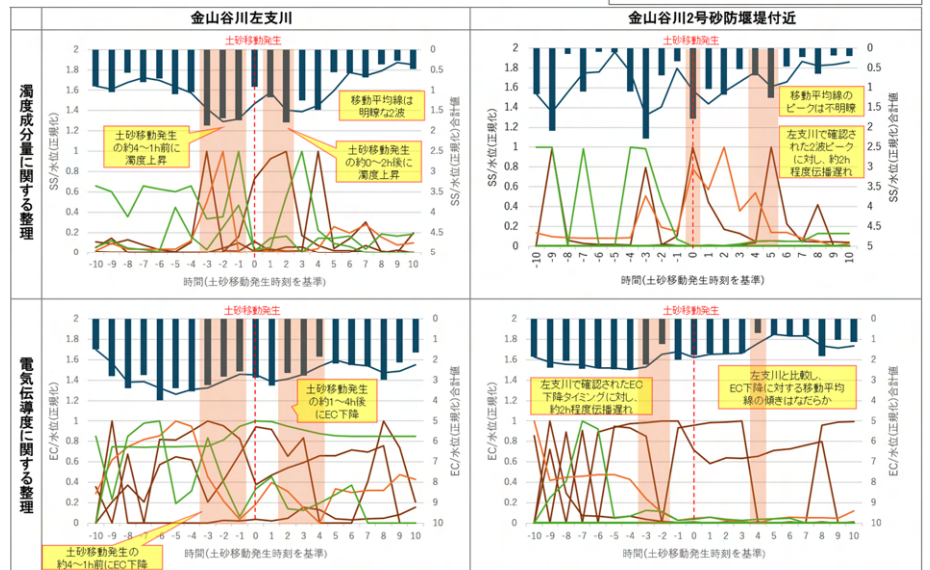


図3 抽出6イベントの濁度成分量及び電気伝導度の変動タイミングの整理