

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 — 那智川流域の例 —

パシフィックコンサルタンツ株式会社 ○鬼頭伸治・巽隆有・豊福恒平・田村友紀夫・梅田侑子・野中大樹
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 小杉 恵・竹下 航・北本 楽

1. はじめに

那智川流域では、平成23年（2011年）台風第12号による災害を契機とし、流出土砂量の把握や土流発生の前兆現象を捕捉することを目的に、本川・溪流出口において濁度計による浮遊砂量観測を実施している。観測に際し、室内で濁度計のキャリブレーション試験を行って、浮遊砂量を推定するためのキャリブレーション式を策定した。また一方で、豪雨時には濁度計観測地点の近傍でバケツ採水を実施し、実際の浮遊砂量の把握を進めた。本研究では、室内試験で把握したキャリブレーション式の適用性等を検証するため、異なる2時期で実施したバケツ採水による浮遊砂量と濁度計による浮遊砂量観測の比較を行い、現地補正を検討した結果について報告する。

2. 室内キャリブレーション試験

2.1 試験方法

濁度計観測に関する手引きや既往文献^{1,2)}を参考とし、室内キャリブレーション試験を実施した。

濁度計は、観測地点によって設置している機種が異なり、また、同機種であっても出力値と浮遊砂濃度の関係が異なる可能性があるため、本研究では、現地に設置している3機器（TC-3000（オプテックス）；陰陽橋（流域面積5.84km²）・内の川（流域面積0.29km²）、OBS-3+（キャンベル社）；金山谷川2号堰堤（流域面積0.65km²））を対象とした。土砂試料は、内の川に設置された土砂ピットに捕捉された土砂試料を用いることとし、粒径依存を把握するためふるいによる調整を行った。粒径は土質①0.075mm未満、土質②0.075-0.106mm未満、土質③0.106-2.0mm未満の3段階とし、濁水の土砂濃度は5段階（10～5,000mg/L）で調整した。

また、本研究では、均質な混合および濁水の濁度の安定性等を考慮し、用いる容器（形状や色）や攪拌混合方法について既往文献等とも確認を行って試験を実施した。なお、できる限りの均質な混合を試みたが、粒径の大きなものが容器の底に沈むことが確認されたため、濁度計が測定している濁水の真の浮遊砂濃度を把握することを目的とし、濁度計測時の濁度計近傍の濁水を採取し、水質分析（浮遊物質（SS）＝浮遊砂量）を実施した。濁度値は1分間隔で計測を行い、出力値が落ち着いたことを確認したうえで、攪拌混合は継続した状態で濁度計のセンサー部の近傍の濁水を真空ポンプで採水した（図-1参照）。

2.2 試験結果とキャリブレーション式の検討

室内キャリブレーション試験結果を表-1に示す。この表には、採水した濁水の水質分析結果も併記している。また、濁水の浮遊砂量と出力値の関係を図-2に示す。紙面の関係上、代表として陰陽橋の結果を示し、同図には試験結果より求めたキャリブレーション式も併記した。

試験結果より、浮遊砂量は調整濃度よりも低く全量が浮遊しておらず、粒径の大きな土粒子は、容器の下方に沿って移動して浮遊していないことが確認された。この傾向は、粒径が大きいほど顕著であり、土質①で半分程度、土質②で2/3程度、土質③ではほとんど浮遊していないことが判明した。なお、土質②では比較的大きな粒径のものが容器

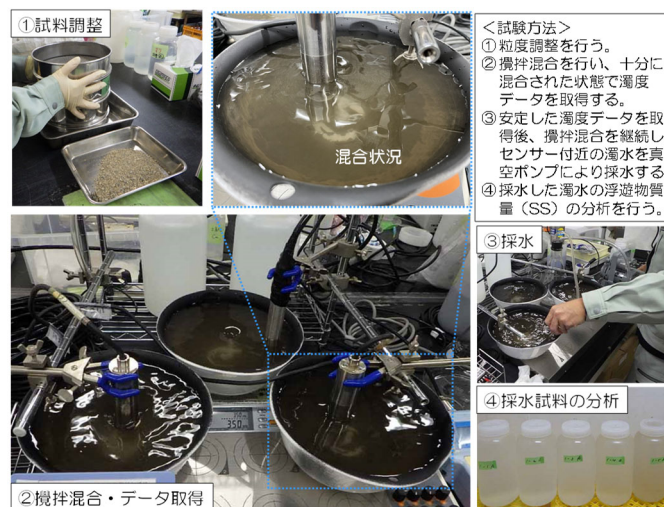


図-1 室内キャリブレーション試験状況

表-1 室内キャリブレーション試験結果

調整 濃度 mg/L	粒径	TC-3000				OBS-3+	
		陰陽橋		内の川		金山谷川2号堰堤	
		出力値 mV	SS mg/L	出力値 mV	SS mg/L	出力値 mV	SS mg/L
土質① 0.075mm 未満	10	1007.50	6	1005.67	3	3.00	4
	50	1022.33	13	1031.50	26	9.00	30
	100	1044.00	59	1053.67	61	17.00	71
	500	1212.67	220	1191.33	190	75.17	340
	1000	1514.17	510	1546.17	500	145.67	680
土質② 0.075～ 0.106mm 未満	10	1004.17	3	1005.00	2	2.50	3
	50	1007.20	3	1005.40	5	5.00	13
	100	1022.83	25	1015.33	2	7.83	19
	500	1143.50	200	1064.50	89	39.17	130
	1000	1240.83	320	1209.33	290	67.83	300
土質③ 0.106～ 2.0mm 未満	10	1007.50	7	1005.00	4	2.00	<1
	100	1011.50	7	1005.50	1	2.00	<1
	500	1004.50	8	1005.00	3	3.00	<1
	1000	1004.83	15	1006.00	16	4.00	2
	5000	1009.00	25	1018.50	32	7.67	11

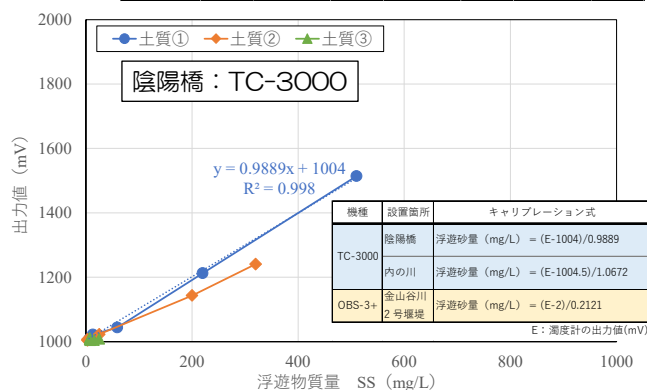


図-2 濁水の浮遊砂量と出力値の関係（陰陽橋）

側面に沿って上昇しており、その土粒子が採水時に混入するため、濁度計の出力値と濁水の浮遊砂量に若干の誤差を含むものと推定された。このため、キャリブレーション式は土質①の関係に基づき検討した。

3. バケツ採水による現地補正

3.1 観測方法と観測結果

那智川流域では、常時の濁度観測に加え、豪雨時にはバケツ採水による浮遊砂観測も実施しており、採水試料の浮遊砂量の把握を行っている。バケツ採水は豪雨時に濁度計設置箇所の近傍の橋上より、バケツによる直接採水を実施している。2022年9月の台風第15号に伴う出水で実施したバケツ採水と濁度観測結果より、求まった浮遊砂量の比較結果を図-3に示す。なお、濁度観測結果より求まった浮遊砂量は、観測地点や機種ごとに過年度の観測結果において確認された濁度計適用最低水位を考慮し、それを上回る水位が観測された期間のみを有効なデータとして整理している。なお、浮遊砂量は2.2で整理したキャリブレーション式より推定した結果である。

バケツ採水と濁度観測結果の比較より、バケツ採水の浮遊砂量は、濁度観測より求まる浮遊砂量より小さいことが確認された。

3.2 現地補正式の検討

2022年9月の台風第15号のほか、2021年9月の台風第14号においてもバケツ採水を実施しており、バケツ採水と濁度観測結果の比較一覧表を表-2に整理した。陰陽橋では2時期で合計6、内の川では2時期で合計3、金山谷川2号堰堤では1時期で合計1の有効なデータがあり、3箇所ですべて合計10の検証用データがある。

上記のデータについて、バケツ採水と濁度観測結果の浮遊砂量の関係を整理したものを図-4に示す。同図より、観測地点や機種、および整理対象とした出水が異なるものの、バケツ採水の浮遊砂量と濁度計観測より求まる浮遊砂量には相関関係があることが確認された。

両者の浮遊砂量の違いは、室内キャリブレーション試験では、攪拌方法を検討のうえ、気泡等の影響をできるだけ排除して実施した一方、豪雨時の濁度計の観測では、気泡や波力等の影響により生じている可能性が考えられる。過年度のデータも含め、3地点・10データで確認を行った結果、地点・濁度計にかかわらず同様の傾向であり、バケツ採水結果を正しいと考え、実際の浮遊砂量は濁度計観測による浮遊砂量の0.438倍に相当すると考えられる。ただし、データ数がまだ少ないことから、今後も継続的にバケツ採水等によるデータの蓄積を行うことが重要と考える。

4. おわりに

本研究では、連続的な浮遊砂量の把握を目的とした濁度計の室内キャリブレーション試験に基づくキャリブレーション式の検討およびバケツ採水結果に基づく現地補正係数について検討を行った。浮遊砂量観測については今後の継続的なデータの蓄積を行うとともに、掃流砂量についてもハイドロフォン観測等によるデータ取得を行い、流出土砂量の把握を目指していきたい。

参考文献

- 1) 国土交通省国土技術政策総合研究所：山地河道における流砂水文観測の手引き（案），2012。
- 2) 田村ら：山地河川における浮遊砂観測の課題と対応，砂防学会誌，Vol.69，No.4，pp.3-9，2016。

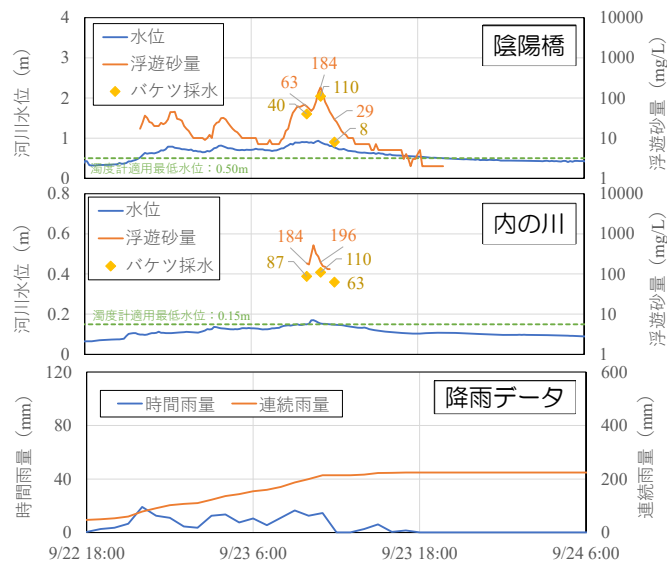


図-3 バケツ採水と濁度観測結果の比較（2022年9月）

表-2 バケツ採水と濁度観測結果の比較一覧表

地点	年度	採水日時	バケツ採水		濁度計観測	
			浮遊砂量 mg/L	計測値 mV	浮遊砂量 mg/L	
陰陽橋	R3	2021/9/18 6:00	170	1409	410	
		2021/9/18 6:30	74	1139	137	
		2021/9/18 9:00	9	1019	15	
	R4	2022/9/23 10:00	40	1066	63	
		2022/9/23 11:00	110	1186	184	
		2022/9/23 12:00	8	1033	29	
内の川	R3	2021/9/18 6:00	54	1123	111	
		2021/9/18 6:30	34		濁度計適用水位以下	
		2021/9/18 9:00	28		濁度計適用水位以下	
	R4	2022/9/23 10:00	87	1201	184	
		2022/9/23 11:00	110	1214	196	
		2022/9/23 12:00	63		濁度計適用水位以下	
金山谷川 2号堰堤	R3	2021/9/18 6:00	120	88	405	
		2021/9/18 6:30	73		濁度計適用水位以下	
		2021/9/18 9:00	8		濁度計適用水位以下	
	R4	2022/9/23 10:00	49		濁度計適用水位以下	
		2022/9/23 11:00	81		データ不良	
		2022/9/23 12:00	30		濁度計適用水位以下	

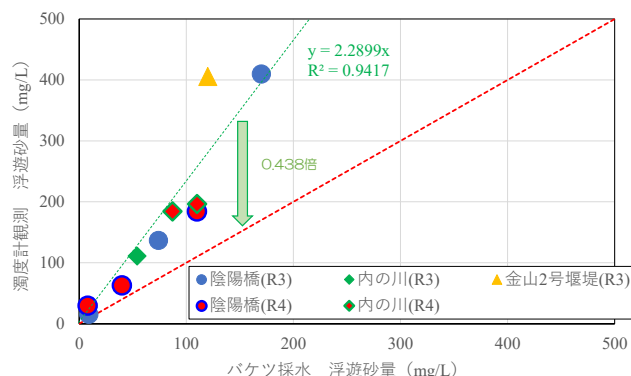


図-4 現地補正係数の検討結果