

# 上流域の土砂生産・流出環境の変化が流砂特性に及ぼす影響について

天竜川上流河川事務所 伊藤仁志, 林 満, 石田勝志, 中嶋健作  
住鉦コンサルタント株式会社 ○山下伸太郎, 佐光洋一, 高橋健太  
京都大学 水山高久

## 1. はじめに

天竜川支川与田切川の坊主平堰堤に設置された流砂観測施設(図-1)では、2000年9月から流砂観測を開始し、主に出水時の流砂量と流砂の粒度分布の時系列変化の観測を行っている。本施設による流砂観測は2007年までで8カ年を迎え、出水時の流砂観測データの蓄積がなされてきた。

これまでの報告<sup>1)</sup>では、2004年8月の規模の大きな出水後に、同程度の水深でも流砂量が増加するという流砂特性の変化が起きていることを報告してきた。その後の2ヶ年の観測データから、流砂特性は2004年8月の出水前の状態に戻りつつあったが、2007年8月に上流域支溪のオンボロ沢で発生した小規模な土石流後に、再び流砂量が増加するという観測結果を得た。また、2006年2月完成の堤高40mの飯島第6号砂防えん堤(以下、飯島6号えん堤)が、下流域の流砂特性にも影響を与え始めている兆候が観測された。

本稿では、流砂観測結果からみたこれら土石流発生や大規模な砂防えん堤の完成といった流砂観測地点の上流域での土砂生産・流出環境の変化が流砂特性に及ぼす影響について報告する。

## 2. 与田切川流砂観測施設の概要

流砂観測施設の詳細な機能・構造に関しては、既に報告<sup>2)</sup>されているので、ここでは概要のみ記す。本観測施設は、坊主平砂防堰堤地点(河床勾配1/25)の袖部に河床から0cm(下段)、50cm(中段)、100cm(上段)3段の取水孔を設けて流水を各段の回転式のふるい(トロンメル)に導水する構造である。そして、トロンメルに残留した流水中の土砂の重量・粒径とトロンメルを通過した濁水のSS濃度を連続的に測定することにより、同時に計測している導水流量と併せて流砂量とその粒度分布の時系列的変化を把握している。

## 3. 2007年の流砂観測結果の概要

表-1には観測を開始した2000年9月以降の水深が50cm以上の出水時の洪水観測の実施日を示す。2007年の観測では、8回の出水時に観測を行った。

図-2には、観測例として2007年の観測で最大水深を記録した7月14~15日とその後の9月7日降雨の時間雨量(黒覆山)、水深、土砂ハイドログラフを示す。土砂ハイドログラフはトロンメルで捕捉した土砂(粒径1mm以上)と通過した土砂を分けてそれぞれ体積土砂濃度(%)で示してある。

下段のトロンメル通過土砂の土砂濃度に着目してそれぞれの観測結果を比較すると、7月14日観測では水深が約1.5mで土砂濃度が1%程度であるのに対し、9月7日の観測では水深が約0.5m程度にも関わらず土砂濃度が1%と高い数値を示しており、その後の観測でも同様の傾向がみられた。これまでの観測から、水深が0.5m程度であれば土砂濃度が0.1%程度であることから、土砂濃度が1オーダー程度増加していることになる。この急激な流砂特性の変化の原因は、次に詳述するオンボロ沢で発生した土石流であると推定される。

## 4. 土石流発生による流砂特性の変化

上流域のオンボロ沢で別途実施されている流量観測用のビデオカメラが、8月22日に土石流の通過を撮影している。この土石流は比較的小規模なものと推定され、流砂観測地点の坊主平堰堤地点では、同時期に対応する水深変化は観測されていない。しかし、流砂観測は実施していなものの、8月23日には与田切川本川で流水に濁りが確認されている。

図-3には、これまでの観測結果から水深と掃流砂量の関係を観測期間別に分けてプロットした。2007年8月の土石流発生後の観測データを見ると、2005年~2007年7月の同水深の掃流砂量と比較して1オーダー程度多く、2004年8月20日の出水時後に掃流砂量が増加した観測データとほとんど同じ範囲にプロットされているのがわかる。このことから、原因が不明であった2004年8月20日以降の掃流砂量の増大は、同様に上流域で土石



図-1 位置図

表-1 出水時の観測一覧

年	日時	最高水深 (m)	ピーク流量 (m³/s)
2001	6月19~20日	0.69	75
	10月1~2日	0.76	91
2002	7月10~11日	0.83	109
	7月15~16日	0.47	23
	10月1~2日	0.56	46
2003	7月23~25日	1.18	219
	8月8~10日	1.78	474
	9月20~22日	0.51	33
	9月25~26日	0.98	152
2004	6月21~22日	1.23	237
	8月17~20日	0.87	120
	8月30~31日	1.67	421
	9月7~8日	0.66	68
	9月29~30日	0.58	38
	10月8~10日	1.04	171
2005	10月19~21日	1.67	421
	7月4~5日	0.98	152
	7月11~12日	0.78	96
	9月5~7日	0.92	134
	5月13~14日	0.62	41
2006	5月19~20日	0.90	90
	6月15~16日	1.05	126
	7月16~20日	1.47	253
	7月20~22日	0.70	51
	7月24~25日	0.68	48
	6月22~23日	0.62	48
2007	6月29~30日	0.83	76
	7月4~5日	0.91	93
	7月12~13日	0.53	28
	7月14~15日	1.59	296
	9月6~7日	0.55	37
	9月11~12日	0.62	49
	10月26~28日	0.97	107

流が発生していた可能性が高い。さらに、観測期間中に実施しているオンボロ沢の定点観察写真の比較から、2003年と2004年の間には最大径1.5m程度の礫の移動痕跡と最大2m程度の河床上昇が認められ、これが土石流によって生じたと推定することができる。同様に、土石流発生後の2007年8月24日の定点観察でも直径1m程度の礫の移動が確認されている。

以上の流砂観測結果と現地観察結果とを総合的に考えると少なくとも上流域支川のオンボロ沢で土石流が発生すると、掃流砂量が1オーダー程度増大するような流砂特性の変化が生じるとほぼ結論づけられる。

### 5. 飯島6号えん堤の影響

次に、飯島6号えん堤が流砂特性に与える影響を、流砂観測結果から見てみる。

流砂特性の経年的な変化を把握するため、2002年から2007年の各観測時において、掃流力が概ね同程度(水深40cm~60cm)の時の流砂量を粒径2mmで分けて時系列的に整理した(図-4)。図には各観測時の最大水深も示している。2mm以下掃流砂量を見ると、上述した土石流発生により増大しその後漸減するが、 $0.1 \times 10^{-4} \text{m}^3/\text{s}/\text{m}$  程度以下には減少していない。しかし、2mm以上の掃流砂量を見るとえん堤が完成した2006年以降の観測では常に漸減傾向にあり、2007年8月の土石流後にやや増加するがその量も少ない。この要因としては、現状では水抜き穴はしていないが出水時に堆砂域で流水の堰上げが生じていることが影響していると推察される。

### 6. おわりに

これまでの流砂観測結果から、与田切川流域での流砂特性の変化要因として、上流域支川のオンボロ沢での土石流の発生が関係していることが明になってきた。また、飯島6号えん堤により下流への比較的粗粒成分の流砂量が減少している可能性が指摘された。

今後は、土砂動態の解明のため、土石流発生メカニズム、土石流規模による流砂特性の変化程度や影響期間の定量化が必要と考える。また、飯島第6号砂防えん堤では、水抜き穴の閉塞が起これば、下流域の流砂特性に大きな変化が生じると考えられるため、堆砂状況とあわせた観測データの分析が必要である。

### 参考文献

- 1) 三上幸三他: 天竜川水系与田切川における現地流砂量観測の成果と課題, 平成19年度砂防学会研究発表会概要集, P.86-87, 2007.
- 2) 浦真ほか: 与田切川における流砂の計測—流砂系モニタリングのために—, 砂防学会誌, Vol.54, No.3, P.81-88, 2001.

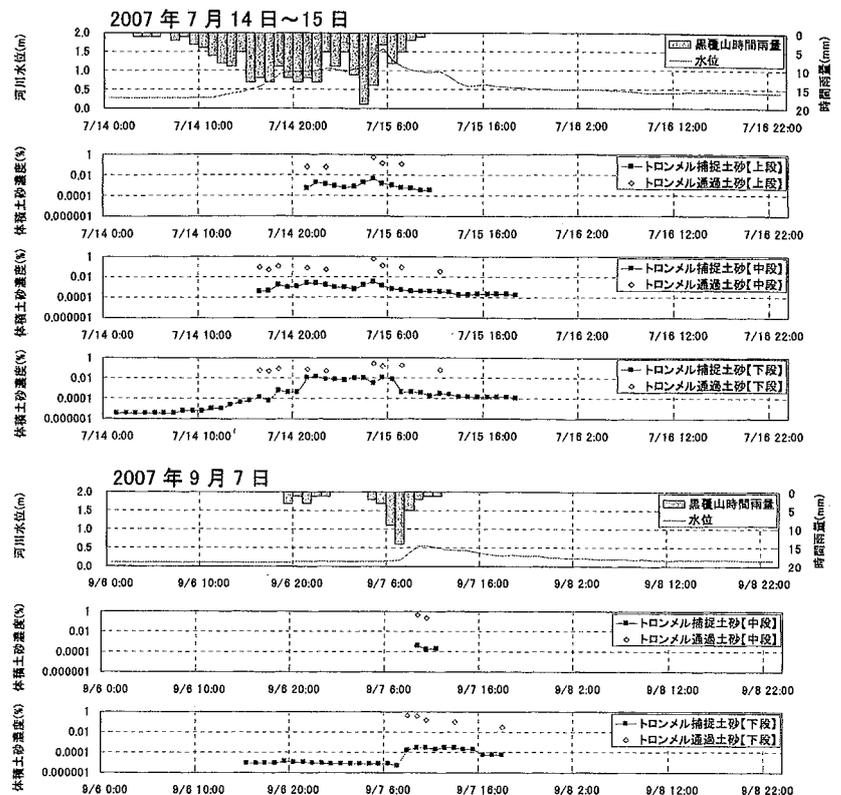


図-2 流砂観測結果にもとづく流砂ハイドログラフ

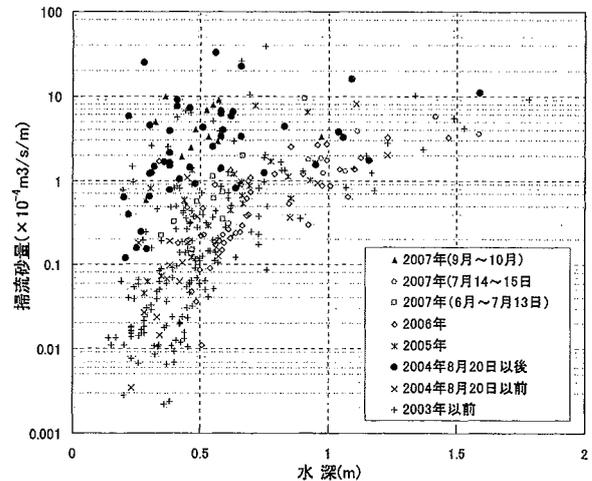


図-3 水位と流砂量(下段観測値)の関係

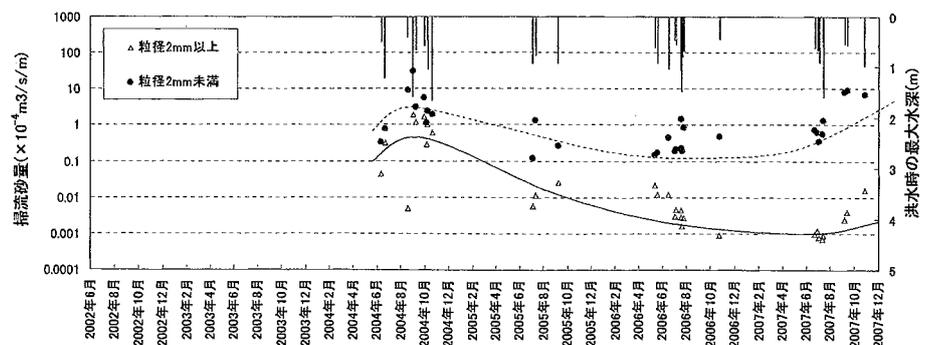


図-4 水深40~60cmにおける掃流砂量の平均値の経年変化