

天竜川水系与田切川における上流域での土砂流出と流砂特性の変化との関連について

国土交通省天竜川上流河川事務所 蒲原潤一，酒井佳治，福本晃久
株式会社地圏総合コンサルタント ○佐伯響一，山下伸太郎，内柴良和
アジア航測株式会社 江口友章，本間文徳

1. はじめに

天竜川上流河川事務所では、天竜川右支川の与田切川流域を対象に、河床変動量測量、河床材料調査、流量、流砂量観測等を総合的に実施して、流域全体の水・土砂動態の解明に取り組んでいる（図-1）。このうち与田切川上流支川のオンボロ沢では2005年よりビデオカメラを用いたPIV流速計による流量観測を実施し、下流部の坊主平砂防堰堤では2000年より流砂観測施設にて観測を継続する。また、2011年より濁度の連続観測を実施している。また、天竜川本川の宮ヶ瀬では、与田切川等の直轄砂防領域からの流砂量を把握するため、濁度計を用いて天竜川本川を流下する流砂量（浮遊砂・ウォッシュロード量）の計測を2010年より開始している。

本報告では、支川与田切川上流域から天竜川本川に至る土砂動態の把握を目的とし、与田切川下流の坊主平砂防堰堤において、上流域のオンボロ沢で土砂流出現象が発生した際の下流域の流砂特性の変化との応答特性について、2012年の観測で新たに得られた知見を踏まえ考察する。また、2012年9月19日に発生した土石流を対象とし、与田切川の上下流域及び天竜川本川宮ヶ瀬に至る一連の土砂動態について報告する。



図-1 位置図

2. 与田切川上下流域及び天竜川本川の各観測地点における検討事項

2.1 与田切川上流域の土砂流出現象に対する下流域の応答特性に関する検討

坊主平砂防堰堤の流砂観測施設では、堰堤袖部の取水孔より流水を回転式ふるい（トロンメル）に導水し、トロンメル残留土砂の重量・粒径と通過した濁水のSS濃度を連続的に測定するとともに、堰堤水通部左岸で濁度の連続観測を実施することにより、流砂量、粒度分布と濁度の時系列変化を把握している。

2011年の濁度の連続観測結果より、図-2に示すように土砂濃度（濁度より換算）／水位の比を指標として、上流域のオンボロ沢で土石流等の顕著な土砂流出の発生を判断しうる可能性が示された。そこで、上流域オンボロ沢で実施している流量観測結果から、インターバル撮影（10分間隔で10秒間撮影）された出水時のビデオ映像（流況）において土砂流出が見られる期間に着目して、下流域の坊主平砂防堰堤で観測された土砂濃度／水位比を整理し、両者の応答特性を検討した。



（土砂濃度/水位比が低い時の流況）（土砂濃度/水位比が高い時の流況）

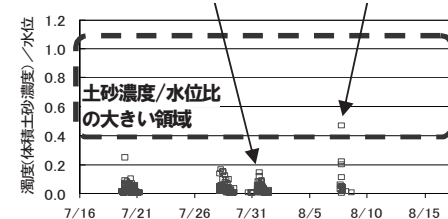


図-2 坊主平砂防堰堤での濁度と水位の関係

2.2 支川与田切川から天竜川本川宮ヶ瀬に至る土砂動態に関する検討

天竜川本川宮ヶ瀬では、左岸側護岸の河床付近に濁度計及び浮遊砂・ウォッシュロード採取器を設置し、流砂量を濁度として観測している。

ここでは、2010～2011年と2012年9月19日にオンボロ沢で発生した土石流を対象とし、天竜川右支川の与田切川から天竜川本川の宮ヶ瀬に至る土砂動態について検討した。

これまで、濁度（濁度計出力値）から体積土砂濃度へは、河床材料により作成したキャリブレーション式（図-3の河床材料）から算出されている。しかし、濁度計が護岸の河床付近に設置されているため、断面土砂濃度としてそのまま用いると、流砂量が過大に算出される可能性がある。そこで、宮ヶ瀬下流の台城橋地点で別途実施されている採水分析結果（SS濃度）を用いてキャリブレーション式（図-3の採水分析）を作成し、土砂濃度を推定した。

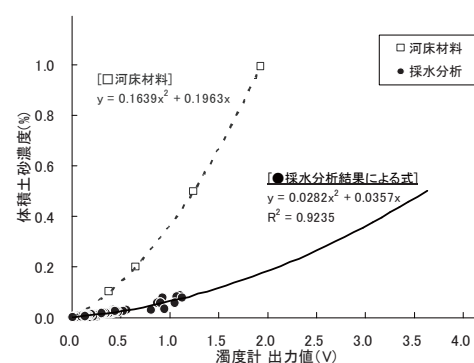


図-3 宮ヶ瀬のキャリブレーション式（河床材料・採水分析）

3. 検討結果及び考察

3.1 オンボロ沢の流況と坊主平砂防堰堤の土砂濃度／水位比との関係

2012年に坊主平砂防堰堤で観測された濁度（体積土砂濃度）及び水位による土砂濃度／水位比及び、その時のオンボロ沢のビデオ映像（流況）より、8/13～14出水及び、8/15出水を図-4に示す。8/13～14出水は、2011年と同様、土砂濃度／水位比が概ね0.4程度より高い出水において、オンボロ沢で顕著な土砂流出が確認されている。一方、8/15出水のようにオンボロ沢で顕著な土砂流出が確認されても、必ずしも坊主平砂防堰堤地点で検知されない観測結果も得られている。

そこで、土砂流出の継続時間を他の出水と比較検討したところ、坊主平砂防堰堤地点で土砂濃度／水位比が検知されるため

には、オンボロ沢での土砂流出が1時間程度は継続する必要があることがわかった。

2012年は比較的少雨で出水規模・頻度が小さく、出水ピークが夜間となる場合には映像で流況を確認できないため、これは1回の出水だけで確認できたのみである。しかし、土砂濃度/水位比により下流域で検知するためには、上流域のオンボロ沢で、ある一定規模以上の土砂流出が必要であることを示唆している。

3.2 2012年9月19日にオンボロ沢で発生した土石流

2012年においてもオンボロ沢で土石流の発生が確認された。オンボロ沢における土石流発生時のピーク流砂量を求めるとともに、坊主平砂防堰堤での水位、ハイドロフォン、濁度計の経時変化や、天竜川本川宮ヶ瀬での水位、濁度変化から、各地点における土石流流下時の流砂ハイドログラフを作成した。2010～2012年における土石流流下時の各観測地点の流砂ハイドログラフと観測結果を図-5、表-1に示す。

2012年の土石流においても、与田切川上流域のオンボロ沢で発生した後、下流域の坊主平砂防堰堤、天竜川本川宮ヶ瀬の順に流砂量が明瞭に増加するとともに、ピーク時の宮ヶ瀬の流砂量は同規模出水時に比べ著しく大きいという2010～2011年と同様の傾向が確認された。これは、2010～2011年に引き続き2012年においても、与田切川上流域で発生した土石流による流砂が、与田切川下流域及び天竜川本川にまで伝播した可能性を迫認するものである。

各観測地点のピーク土砂量に着目すると、2010～2012年においてオンボロ沢～坊主平砂防堰堤間は2～3オーダーの減少、坊主平砂防堰堤～天竜川本川宮ヶ瀬間は、同程度～1オーダー程度増加している。オンボロ沢～坊主平砂防堰堤間では、両地点間に存在する鋼製セル群堰堤や飯島第6砂防堰堤等で土砂が捕捉されたものと推測される。一方、天竜川本川宮ヶ瀬間の土砂量は、土石流発生時の降雨に概ね比例して坊主平より増加する傾向が見られる。特に連続雨量の大きい2011年は天竜川の広範囲で降雨があり、他支川からの土砂流出も影響して増加したものと推測される。

今後、オンボロ沢の天竜川本川への影響について更に詳細な検討を行うためには、他支川からの流出土砂の影響を把握する必要があるため、各支川への観測機器の設置や採水分析の実施地点増加などを検討する必要がある。

4. おわりに

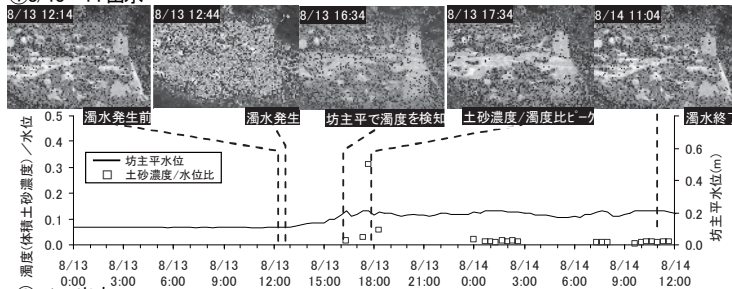
天竜川右支川与田切川の上流域から天竜川本川に至る土砂動態の把握を目的とし、2011年に引き続き、坊主平砂防堰堤の濁度観測による土砂濃度/水位比とオンボロ沢の土砂流出の応答特性を検討した。その結果、坊主平砂防堰堤地点の土砂濃度/水位比で上流域のオンボロ沢の土砂流出を検知可能であるが、そのためには上流域で1時間程度は、土砂流出の継続が必要となる可能性がある。また、2012年9月19日の土石流を対象とし、与田切川上流から天竜川本川に至る土砂動態を検討したところ、2012年においても、与田切川上流域のオンボロ沢の影響が天竜川本川宮ヶ瀬へ伝播する2010年以降と同様の傾向が確認された。

今後も、与田切川での土砂動態予測の更なる精度向上を図るとともに、天竜川本川への影響についても検討を継続する予定である。

参考文献

- 1) 草野 他: 天竜川水系と与田切川流域における土砂動態観測, 砂防学会誌, Vol.63, No.6, p.71-74, 2011
- 2) 蒲原 他: 天竜川水系と与田切川における土砂移動特性に関する考察, 平成24年度砂防学会研究発表会概要集, 2012

①8/13～14 出水



②8/15 出水

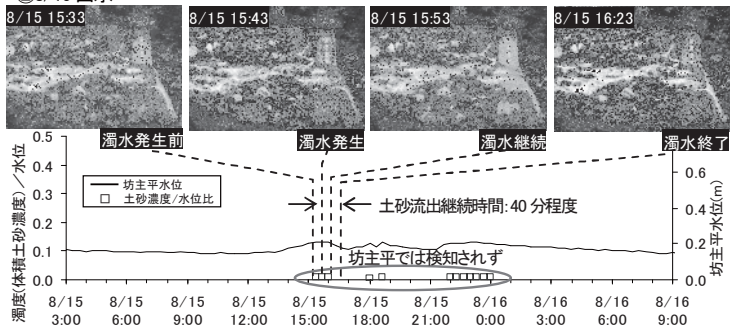
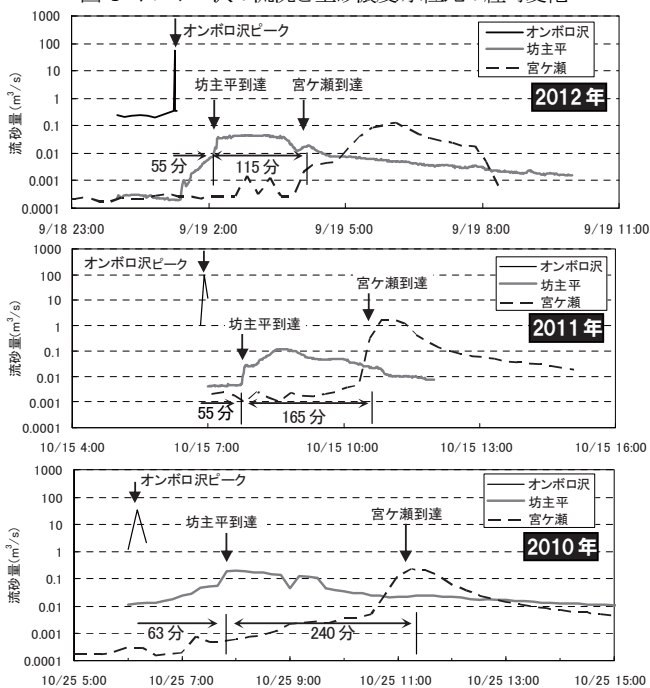


図-4 オンボロ沢の流況と土砂濃度/水位比の経時変化



※2010～2011年の宮ヶ瀬流量も採水分析によるカリブレーション式から再算出した

図-5 土石流流下時の流砂ハイドログラフ

表-1 土石流諸元

		2010年 土石流	2011年 土石流	2012年 土石流
雨量 (黒覆山)	最大時間雨量	12mm/hr	18mm/hr	23mm/hr
	連続雨量	55mm	140mm	103mm
オンボロ沢	ピーク流量	100m³/s	280m³/s	*160m³/s
	ピーク土砂量	34.8m³/s	95.2m³/s	*54.4m³/s
	通過時刻	6:12	6:55	1:15
坊主平 砂防堰堤	ピーク流量	20.6m³/s	37.9m³/s	26.1m³/s
	ピーク土砂量	0.20m³/s	0.13m³/s	0.05m³/s
	到達時刻	7:15	7:50	2:10
天竜川 宮ヶ瀬	ピーク流量	154m³/s	336m³/s	206m³/s
	ピーク土砂量	0.23m³/s	1.72m³/s	0.13m³/s
	到達時刻	11:15	10:35	4:05
オンボロ沢～坊主平間流下時間		63分	55分	55分
坊主平～宮ヶ瀬間流下時間		240分	165分	115分

※2012年の土石流は夜間に発生し、流下時のビデオ映像を得られなかったため、オンボロ沢のピーク流量等は流下痕跡調査等により推定・補完した値である