天竜川水系与田切川における土砂動態観測
-平成 22 年 10 月 25 日に発生した土石流についての考察-

国土交通省天竜川上流河川事務所　草野愼一，中島一郎，福本晃久
国土交通省多治見砂防国道事務所　兼松　俊成
株式会社地圏総合コンサルタント　山下伸太郎，○高橋健太
アジア航測株式会社　梅村裕也, 江口友章

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．このうち上流支川のオンボロ沢では 2005 年より流量観測を，中流部の坊主平砂防堰堤では 2000 年に流砂観測施設を設置し観測を継続して行っている．これら施設の概要や観測結果は既に報告 1)している．また，図-1 に示すように天竜川本川の宮ケ瀬では，直轄砂防領域からの流砂量を把握するため，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 年より開始した．

本稿では, 2010 年 10 月 25 日にオンボロ沢で発生した土石流について，これらの各観測所で観測を行った結果をもとに，与田切川の上流～下流域及び天竜川本川に至る一連の土石流の動態について報告する．

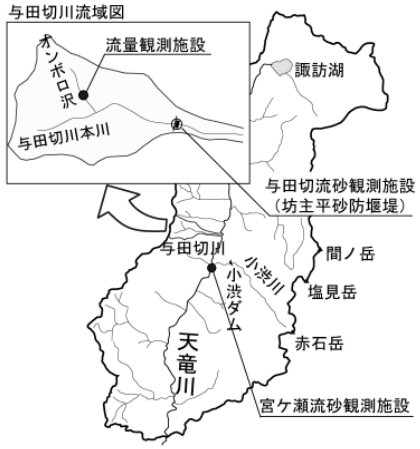

図-1 位置図

2.2010 年 10 月 25 日の土石流の概況

オンボロ沢の流量観測施設では，2010 年 10 月 25 日に発生した土石流のビデオカメラ撮影に成功し約 6 分間の連続画像を得ることができた（図-2）．この土石流の諸元等は既に報告 1)しているため，ここでは概況を報告する．

土石流本体の最大水位は約 2m，移動礫の最大径は約 2m であった．また，PIV 流速計を活用した流量換算手法を用いて求めた結果，表面流速は, 最大で 5.3～8.0m/s, また土石流のピーク流量は 100m³/s であり，総流量（水，土砂含む）が 12,300m³，流出土砂量は 4,200m³ と推定された．

図-2 オンボロ沢で発生した土石流の画像（2010 年 10 月 25 日）

3. 与田切川下流域及び天竜川本川での流況

3.1 坊主平砂防堰堤での観測結果

坊主平砂防堰堤地点では図-3 に示すように水深が 50cm 以下と低いにもかかわらず土砂濃度の高い濁水が流下していることが確認されたことから, 土石流に含まれる土砂が坊主平砂防堰堤に到達したと考えられた．

図-4 に土石流発生時のオンボロ沢及び坊主平砂防堰堤におけるハイドログラフ及び与田切川上流域に設置している黒覆山雨量観測所のハイエトグラフを整理した. 土石流が発生した 6 時の時間雨量は 12mm だが, 総雨量は 28mm と少雨であったため, 坊主平砂防堰堤での流砂観測施設による流砂観測は実施していない．しかし，流砂観測施設では水位，流量，ハイドロフォンの計測を常時行っており，データはロガーに 1 分毎に記録されている．水位及びハイドロフォンのパルス数の時系列変化をみると，同日 7 時頃から水位上昇が始まり，追随してパルス数も上昇している．パルス数のピークは 7 時 18 分であり，土石流となって流下した土砂が，オンボロ沢の流量観測地点から坊主平砂防堰堤に（水平距離 6.4km）到達するまでの時間は，概ね 1 時間であったことがわかる．その後，パルス数は減少するものの水位は 9 時頃まで 40cm 前後を維持し，

図-3 土石流発生後の坊主平堰堤の流況
(2010 年 10 月 25 日 8:00 の流況，水位 37cm)

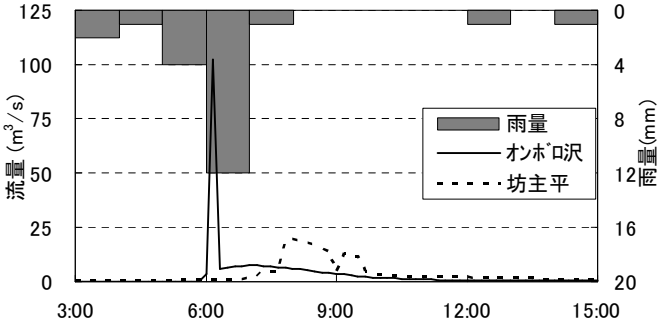

図-4 土石流発生時のハイドログラフ(2010 年 10 月 25 日)

12 時頃に上昇前と同程度まで減少した．これらのデータと流況写真から坊主平砂防堰堤における土石流の影響時間は 7：15～12：00 と推定した（図-5）．

次に，既往の観測結果をもとに土石流となって流下した土砂が坊主平砂防堰堤を通過した量を算出した．粒径 0.425mm 以上については，通過土砂量 q_B(m³)を過去の観測結果より求めた次式により計算した．

$$q_B=0.2598\ N^{1.0802}$$

ここで，N は増幅率 1016 倍のパルス数(回)である．また，粒径 0.425mm 未満の通過土砂量 q_f(m³)については，次式により計算した．

$$q_f = \alpha Q \cdot Cs$$

ここでαは粒径 0.425mm 未満の土砂量の比率（過去の観測の平均値より算出），Q は流量(m³)，Cs は過去の土石流発生後の流砂観測結果の土砂濃度（0.928%）を適用した．

流出土砂量を上式により算出した結果，粒径 0.425mm 以上は 7m³，粒径 0.425mm 未満は 1,200m³ と推定した．

3.2 天竜川本川宮ケ瀬での観測結果

宮ケ瀬流砂観測地点では既設護岸に濁度計及び浮遊砂・ウォッシュロード採取器を設置し計測を行っている．また，併せて流量観測施設も設置されている．濁度データは 15 分に 1 回電圧値が自動的にロガーに記録されており，事前に算出したキャリブレーション式により流砂量 q_f(m³)を換算することが可能である．

$$q_f = Q \cdot Cd$$

$$Cd = 0.1639\ V^2 + 0.1963V$$

ここで Q は流量(m³)，Cd は体積土砂濃度(%)， V は濁度計出力値(V)である．

図-6 に同日の流量と流砂量の時系列変化を整理した．流量は 10 時頃にピークとなるが土砂量の変化はみられない．その後流量は減少傾向となるが，11 時頃に流砂量のみが急増し，11 時 15 分にピーク（1.30m3/s）となり，その後 14 時頃には平常時と同程度まで減少している．このことから，オンボロ沢で発生した土石流に含まれる土砂が天竜川本川まで到達したものと考えられる．

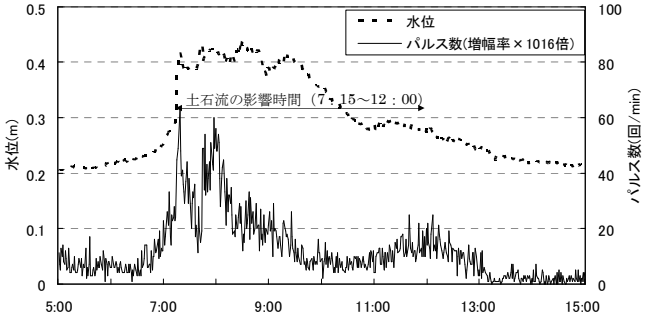

図-5 坊主平砂防堰堤における水位とパルス数の時系列変化(2010 年 10 月 25 日)

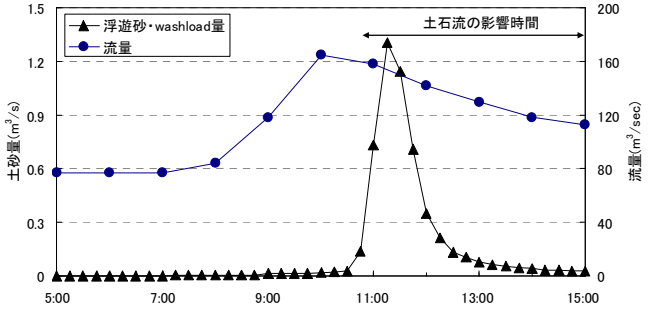

図-6 宮ケ瀬における流砂量と流量の時系列変化(2010 年 10 月 25 日)

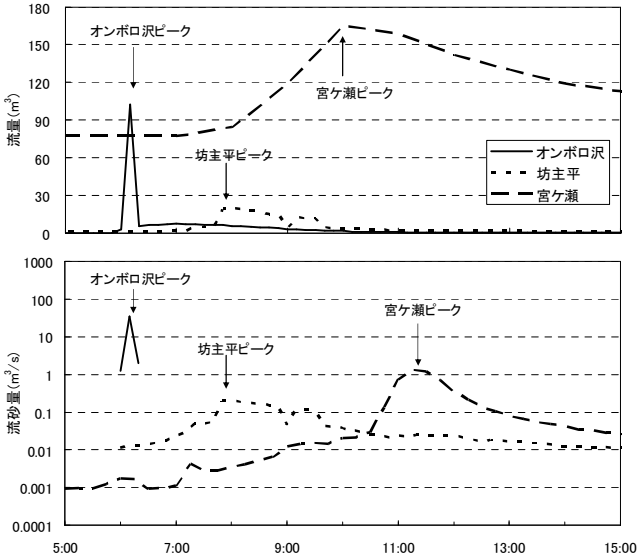

図-7 各観測所の流量と流砂量の時系列変化(2010 年 10 月 25 日)

4.まとめ

2010 年 10 月 25 日に発生した土石流について，図-7 に各観測所の流量と流砂量の時系列変化を示すとともに，土石流の諸元等を表- 1 に整理した．オンボロ沢を通過した土砂量と坊主平砂防堰堤を通過した土砂量を差し引くと，概ね 3000m³ がこの間の与田切川本川河道上に堆積したと考えられ，その多くは 0.425mm 以上の砂～礫成分と考えられる．また，天竜川本川下流部（宮ケ瀬）において 2010 年より流砂観測を開始したことにより，支川で発生した土石流が天竜川本川においても影響することがわかった．

表-1 土石流諸元（2010 年 10 月 25 日）

	オンボロ沢	坊主平堰堤
流域面積(km²)	3.7	34.0
到達日時	6時12分	7時15分
最大水深(m)	2（目視）	0.44
最大平均流速(m/s)	5.9	1.65
最大流量(m³/s)	100	20.6
継続時間(分)	6	315
時間雨量(mm)	12（黒覆山）	
総流量(m³)	12,300	134,000
通過土砂量(m³)	4,200	1,200

今回の土石流は小規模のものであったが，今後も観測を継続し，与田切川の土砂移動と天竜川本川への影響について把握していく予定である．

参考文献

1)草野他：天竜川水系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