川幅の広い断面における流水・掃流砂観測

国土交通省 北陸地方整備局 松本砂防事務所　城ヶ﨑正人，石川一栄(現 北陸地方整備局 河川部)
宮澤和久(現 北陸地方整備局 千曲川河川事務所)
日本工営(株) ○笠原亮一，田方 智，後藤 健，伊藤隆郭

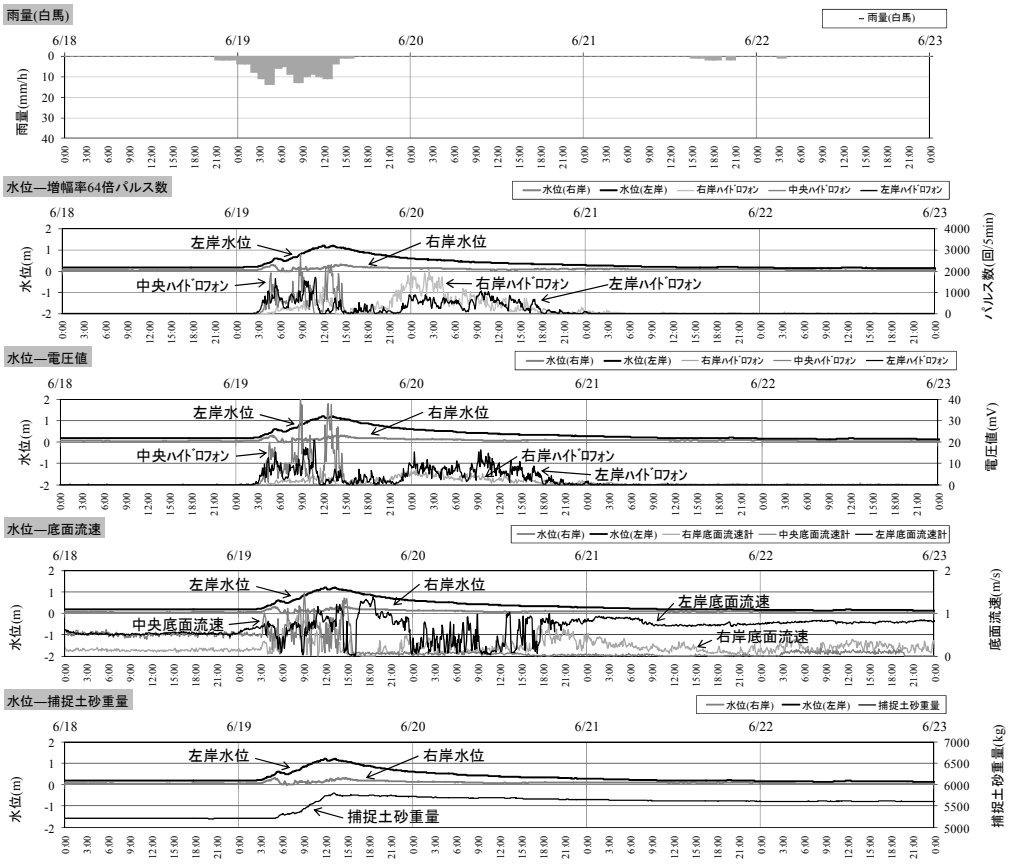
1. 緒論： 姫川流域では，ハイドロフォン，水位計，濁度計を本川と支川の合流点付近の支川側に設置し(平川，松川，浦川)，水位と流砂観測が行われ，平川の源太郎砂防堰堤では，ハイドロフォン，水位計，底面流速計，観測枡，カメラ(CCTV等)を用いた集中的な観測が行われている。源太郎砂防堰堤の水通し部の幅は68mであり，堆砂域の砂州や局所的な土砂移動により，偏流が生じ，定点観測における幅方向の土砂移動のハイドロフォン観測に及ぼす影響が示されている [1), 2)]。2013 年 6 月 18 日～21 日の出水においては，左岸側の観測水深が 1.0m を超えるような出水があり，2007 年度末に観測を開始してから，最大規模のものであった．ここでは，同出水を通じて源太郎砂防堰堤の川幅の広い断面で生じる流水・流砂観測における種々の情報を報告する．

2. 流域諸量・観測項目： 平川は，流域面積が22.85km^2，堰堤上流の堆砂域の平均河床勾配が1/31(=1.85°)の渓流である．源太郎砂防堰堤の水通し部には，左岸，中央部，右岸にハイドロフォン(全長 2m，検知部:70cm×2 箇所)及び底面流速計が設置され，左岸には，圧力式水位計(堰堤袖裏)と超音波水位計と観測枡が設置され，水通し右岸側には圧力式水位計が設置されている．流況は，CCTV により堰堤堆砂域の上流区間や堰堤水通し部を下流側から見た区間の撮影及びインターバルカメラにより左岸袖部から見た水通し部の撮影がなされている．2013 年 6 月 18 日～19 日に降雨があり，時間最大雨量 14mm/h(6 月 19 日)，24 時間雨量 126mm(6 月 18 日～19 日)が気象庁白馬観測所で記録された．左岸の圧力式水位計では 1.22m の水深を記録した．この水深規模の出水は，観測開始以降，最大規模の出水である．**図－1**は，2013 年 6 月 18 日～22 日の観測データであり，気象庁白馬観測所の雨量，圧力式水位計による水位観測値(右岸・左岸)，左岸・中央・右岸ハイドロフォンの増幅率 64 倍のパルス数(5 分間積算値)と電圧値(サンプリング 1Hz，5 分平均値)，左岸・中央・右岸の底面流速計による流速計測値，観測枡による捕捉土砂重量変化を示している。

3. 流水，流砂観測における川幅の影響： 全幅で洪水流下が生じたため，観測機器による観測データについて，種々の特徴的なデータが得られた．

(1) 水位計：堰堤左岸袖裏の鉄管内に設置している左岸の圧力式水位計は観測データが安定して取得されている．一方，右岸のハイドロフォン付近に埋設している圧力式水位計は，土砂に埋没し，堆積土砂の土圧の影響が現れている．

(2)ハイドロフォン：円管の周成分の共振成分について，音響データの振幅の閾値以上のカウント数(パルス数:5 分間積算値)と音響データの電圧測定値(mV：1Hz サンプリング，5 分間平均値，以下，電圧値表記)の両方が計測されている．源太郎堰堤の水通部は広く(68m)，全幅にまたがる出水が発生したとしても，偏流の影響を受け，固定断面での観測における主流の移動を観測値に反映させる必要がある．**図－2** は，左岸，中央，右岸に設置されたハイドロフォンのパルス数について，増幅率ごと(4, 64, 1016 倍)のパルス数検知の時間変化を見たものである．増幅率



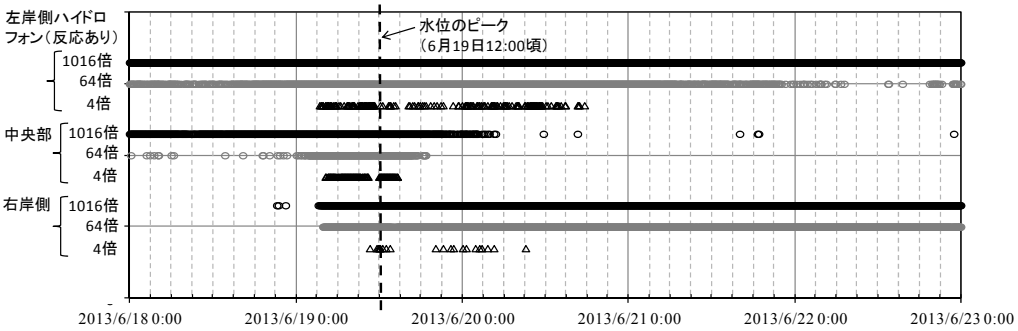
図－1 源太郎砂防堰堤における 2013 年 6 月 18 日～22 日の観測データ

の小さいものは，粒径の大きい成分を検知し，増幅率の大きいものは，粒径の小さい成分から大きい成分まで検知する．これによれば，6 月 19 日 0:00 頃までは左岸と中央に流水・流砂が流下し，水位のピークを迎える 6 月 19 日 2:00～20 日 2:00 までほぼ全幅に流下していたが，その後 6 月 20 日 2:00 以降は中央に砂州が発生し，左岸と右岸に分流して流下したことが分かる．このように，川幅の広い観測断面では，幅方向の流水・流砂の移動を反映した観測が必要である．

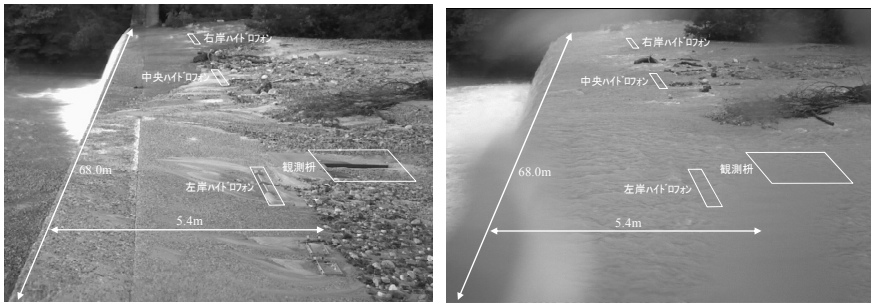
図－3 は，源太郎堰堤左岸袖部に設置したインターバルカメラによる撮影画像である．左の写真は，右岸に大きく偏流している様子を示し，右の写真は 2013 年 9 月 16 日に発生した出水のピークである 10:00 頃の撮影画像であるが，中央部のセンサーが砂州等の影響により，左右岸のみの観測データしか得られていないことが分かる．

(3)ハイドロフォン出力の調整： 同一断面に横断的に 3 本設置しているハイドロフォンのうち，右岸側のハイドロフォンの応答特性が異なることが報告されており [1), 2)]，パルス数が大きくカウントされている．2012 年度は，パイプに衝突する砂礫の運動量と音響波形データの周成分の振幅ピーク値の線形関係に着目して，現地の固定方法を工夫・調整した（**図－4**）．今回はハイドロフォンの出力データを変換する音響変換器の調整を実施し，左右岸，中央部のハイドロフォンセンサーの出力を同程度となる工夫を行った．**図－5** は，変換器の調整前後の電圧値の時系列を示している．現地での固定方法調整及び音響変換器の調整により振幅ピークと波形の減衰・時間変化率は，大凡改善されており，同一断面における観測の準備が行われた．

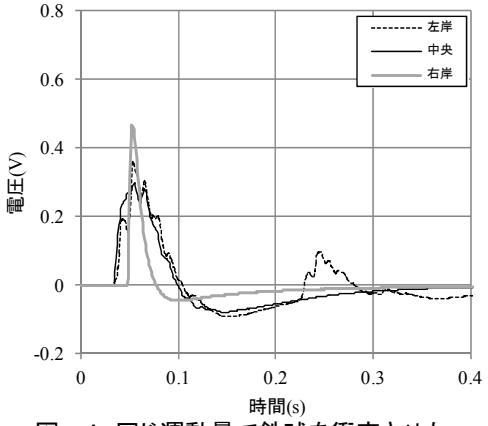
4. 結論： 平川・源太郎砂防堰堤を対象として，2013 年度の規模の大きい出水（2013 年 6 月 18 日～21 日）を対象として，川幅の広い断面における流水・流砂観測における留意点及び今後の課題となる基本的なデータを示した．同堰堤における集中観測を通じ，平川流域における総合土砂管理のための基礎データを収集し，粒径別の掃流砂量・土砂量や粒度分布に関する解析データを提示することによって姫川上流域における土砂移動形態に対応した粒径別の流砂量時系列データを整理していく予定である．



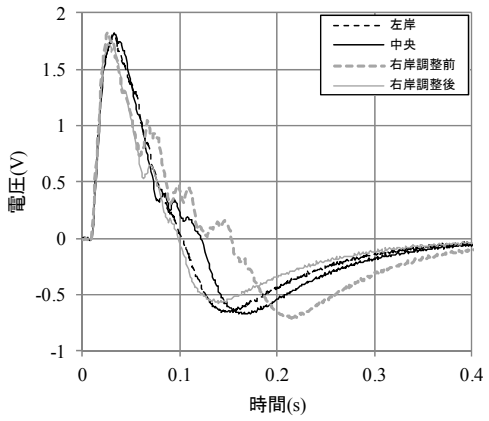
図－2 源太郎砂防堰堤における増幅率ごとのハイドロフォンパルス
（2013 年 6 月 18 日～21 日出水）



図－3 源太郎砂防堰堤における偏流
（上：右岸偏流，下：全幅流下）



図－4 同じ運動量で鉄球を衝突させた
ハイドロフォンの出力波形
（現地試験：音響変換器調整前）



図－5 同じハイドロフォンを用いて
異なる音響変換器を用いた出力波形
（室内試験）

参考文献： 1) 判田ら：姫川流域における土砂移動モニタリング，砂防学会誌，Vol. 66, No. 2, 74-78, 2013, 2) 野村ら：平川・源太郎堰堤における流水・流砂観測（2011 年 6 月出水を対象として），平成 24 年度砂防学会研究発表概要集，688-689, 2012