

常願寺川における縦断的な掃流砂観測と津之浦下流砂防堰堤での集中観測

国土交通省 北陸地方整備局 立山砂防事務所 三上幸三, 越野正史, 奥井淳

日本工営(株) ○ 田方智, 長山孝彦, 松岡暁, 後藤健, 伊藤隆郭

京都大学大学院 水山高久, 筑波大学大学院 宮本邦明, 京都大学防災研究所 藤田正治

1. 結論: 山地河川における水位計・流速計, ハイドロフォン, 濁度計による連続的な計測法の試み¹⁾が行われ, 流水と流砂の不連続性や浮遊砂を除いた掃流砂・ウォッシュロードと水理量の関係が明らかになってきた。著者らは, 国内外の現地計測法の変遷をレビュー²⁾し, 浮遊砂流を対象としたハイドロフォンによる計測法³⁾・⁴⁾を通じ, 京都大学や京大防災研 穂高砂防観測所の方法を発展させる試みを行っている(図-1)。ここでは, 計測断面でのデータをリアルタイムに砂防事務所に集めて集中管理すると共に, 取得データと山地河川における流水と流砂の不連続性, 豪雨等に起因した災害発生の予警報システムへの応用, および, 流域内の妙寿砂防堰堤に設置されたシャッター砂防堰堤の将来的な運用を見据え, 流水・流砂計測機器一式を河川に縦断的に設置したデータの取得状況や現状の課題などを示し, 流域における包括的な観測システムの構築の取り組みを示す。

2. 常願寺川における縦断的な流水・流砂観測: 現地観測データ(水理・流砂系)やシャッター操作に関わるデータ(妙寿砂防堰堤)を砂防事務所で, リアルタイムに監視し, 一括収集・保存するために, 光ケーブルによるデータ通信ネットワークを構築している(図-2)。常願寺川(湯川・真川流域含む)における縦断的な掃流砂の伝播特性と, 出水前後のシャッター砂防堰堤の効果, 透過型砂防堰堤の効果, および支川(称名川)の影響を確認するために, 縦断的な水理・流砂情報の連続モニタリングを行なっている。なお, 2011年7月11日に発生したフラッシュフラッドの縦断的な検知に成功している⁵⁾。

3. 津之浦下流砂防堰堤における長期観測: 津之浦下流砂防堰堤(流域面積: 139.49km², 元河床勾配: 1/28, 堰堤堆砂域河床勾配(H19 時): 約 1/56)



図-1 常願寺川の砂防河川流域と流砂観測の砂防堰堤・観測断面の位置図
(多枝原・真川周辺の流域は左上図, 下流域の「上滝」は示していない)

は, スリット 2 門(スリット幅: 16m, スリット高さ: 7m)のコンクリートスリット砂防堰堤である。2001 年 6 月より右岸スリット底面でのパイプハイドロフォン・水位計を用いた流砂観測が始められた^{6),7)}。

2008 年 1 月に右岸スリット直上流に観測柵が設置され, 2009 年 11 月に右岸スリット側壁(右岸側)にハイドロフォン・流速計を鉛直方向に並べた縦型ハイドロフォンシステムが設置された。右岸スリット底面のハイドロフォンのセンサー管・システムは, 複数回改良が加えられている(表-1)。

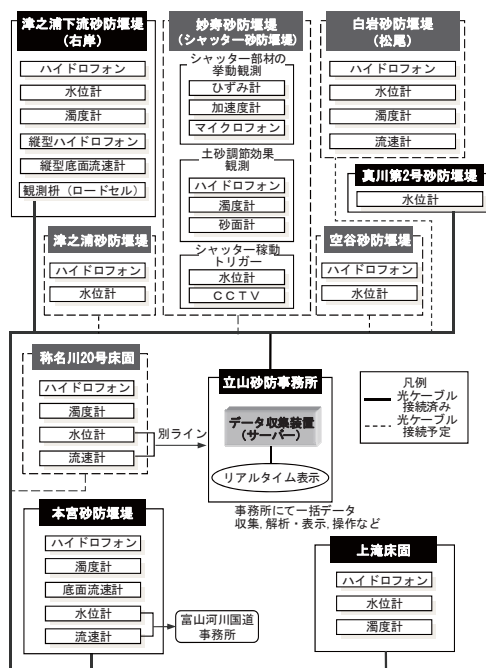


図-2 計測機器・データ転送(光ケーブルなど)システムと事務所における一括収集システム

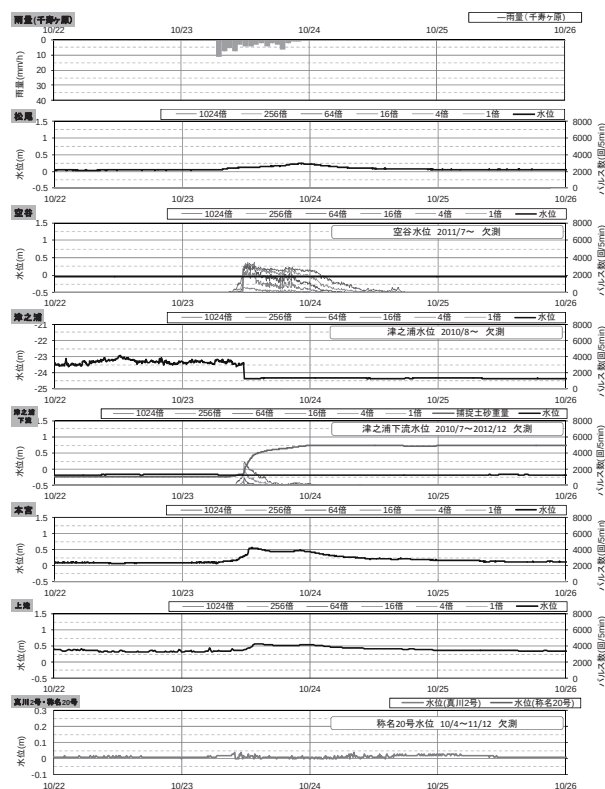


図-3 縦断的な流砂・流水観測グラフ
(2012 年 10 月 22 日~25 日)

(1) **データ整理手法**: 長期観測データ(約 70 出水)に対して、雨量(千寿ヶ原)・水位・ハイドロフォンパルスとの関係を整理した。観測当初のハイドロフォンのセンサー管は、現在の 2m より長い。比較のため、2m 当たりの長さに対する値に変換した。

(2) **既往出水データの特徴**: 山地溪流では降雨・流量に対して、流砂移動が1:1とならず、流砂発生タイミングが降雨等の出水タイミングに対して、ズレを生じることが指摘されている^{8),9)}。観測水位(水深)と出水時期に着目して、出水を分類し、降雨・流出と流砂の応答に関する検討が行われた。今後、水理的な解釈が必要となるが、水深の規模に応じた分類(水深が 2.0m 以上の出水、水深が 1.0m 程度の出水)、出水時期(融雪出水と降雨による出水)を分類指標として、分類を行った(図-4)。

a) 水深 2m 以上の出水(降雨): 水位上昇の後に、ハイドロフォンパルスの増加が始まり、水位ピーク時刻よりもハイドロフォンパルスのピークの時刻が遅くなる。増幅率の大小に関係なく、水位～パルスの平面で反時計回りのループを描く。出水前期に流砂が少なく、ピーク後の出水後期に流砂が多いことを示す。

b) 水深 1m 程度の出水(降雨): 1 降雨による 1 出水の場合には、水位上昇とほぼ同時にハイドロフォンパルスの増加が始まり、水位ピーク時刻とハイドロフォンパルスのピークの時刻がほぼ等しい。増幅率の大小に関係なく、水位～パルスの平面でループは現れない。一方、連続降雨中に複数の降雨ピークがある場合には、水位上昇時にハイドロフォンパルスの増加が始まり、水位ピーク時刻よりもハイドロフォンパルスのピークの時刻が早くなる。増幅率の大小に関係なく、水位～パルスの平面で時計回りのループを描く。出水前期に流砂が多く、ピーク後の出水後期に流砂が少ないことを示す。

c) 水深 1m 程度の出水(融雪): 融雪出水の場合には、降雨の前にある程度の水深規模をもつ出水が続いている。そのため、降雨による水位上昇の前に、増幅率の大きいハイドロフォンパルスが観測され、その後、降雨による水位上昇と共に、全増幅率におけるハイドロフォンパルスの増加が始まる。このときの水位ピーク時刻とハイドロフォンパルスのピークの時刻は、ほぼ等しい。増幅率の大きいパルスデータは、水位～パルスの平面で時計回りのループを描く。一方、増幅率の小さいパルスデータは、水位～パルスの平面でループを描かない。すなわち、融雪時には、粒径の小さい流砂が多く発生・流下し、追加降雨時には、粒径の大きい流砂も発生し降雨による洪水前期には流砂が多く、ピーク後の出水後期に流砂が減少することを示している。

(3) **まとめ**: 津之浦下流砂防堰堤の長期観測から、出水規模・パターン(時期)に応じて、流砂発生・流下の幾つかの典型的なパターンが現れることが示された。これは、山地溪流における流水と流砂の不連続性や粒径別流砂量の不連続性を示す一例である。

4. 結論: 常願寺川における流水・流砂情報の縦断的な連続観測、津之浦下流砂防堰堤における流砂応答、光ケーブル等を用いたリアルタイム・集中的な観測データシステムの構築およびシャッター砂防堰堤の整備が進み、流域監視、流砂観測の時空間計測の試みと、流砂観測の総合土砂管理への位置づけを議論する基礎データ取得のための準備が進みつつある。今後とも、各種観測・データ解析を継続し、流域内の土砂動態把握を進めていきたい。

参考文献: 1) 堤大三ら: 京大防災研年報, 51 号 B, 661-668, 2008, 2) 田方智ら: 平成 21 年度砂防学会研究発表概要集, 308-309, 2009, 3) 田谷幸彦ら: 平成 22 年度砂防学会研究発表概要集, 494-495, 2010, 4) 田井中治ら: 平成 23 年度砂防学会研究発表概要集, 528-529, 2011, 5) 三上幸三ら: 平成 24 年度砂防学会研究発表概要集, p510-511, 2012, 6) 水山高久ら: 砂防学会誌, Vol55, No.3, p.56-59, 2002, 7) 水山高久ら: 砂防学会誌, Vol57, No.6, p.56-59, 2005, 8) 大久保駿ら: 砂防学会誌, Vol41, No.4, p.21-25, 1988, 9) 星野和彦ら: 砂防学会誌, Vol56, No.6, p.27-32, 2004

表-1 ハイドロフォンのセンサー管・システムの変遷

日付	ハイドロフォン設置位置	センサー管形状	変更点
2001/6	右岸スリット底面右岸側	L型	観測開始
パイプの変形による交換やシステム調整が実施			
2005/7	右岸スリット底面右岸側	L型	音響変換器交換
2005/8	右岸スリット底面右岸側	直管 8m	センサー管形状変更
2007/6	右岸スリット底面右岸側	直管 2m	センサー管長さ変更
2008/1	右岸スリット底面右岸側	直管 2m	観測桁設置・音響変換器交換
2009/12	観測桁上流	直管 2m	センサー管移設
2012/12	右岸スリット底面流心部	直管 2m	センサー管移設

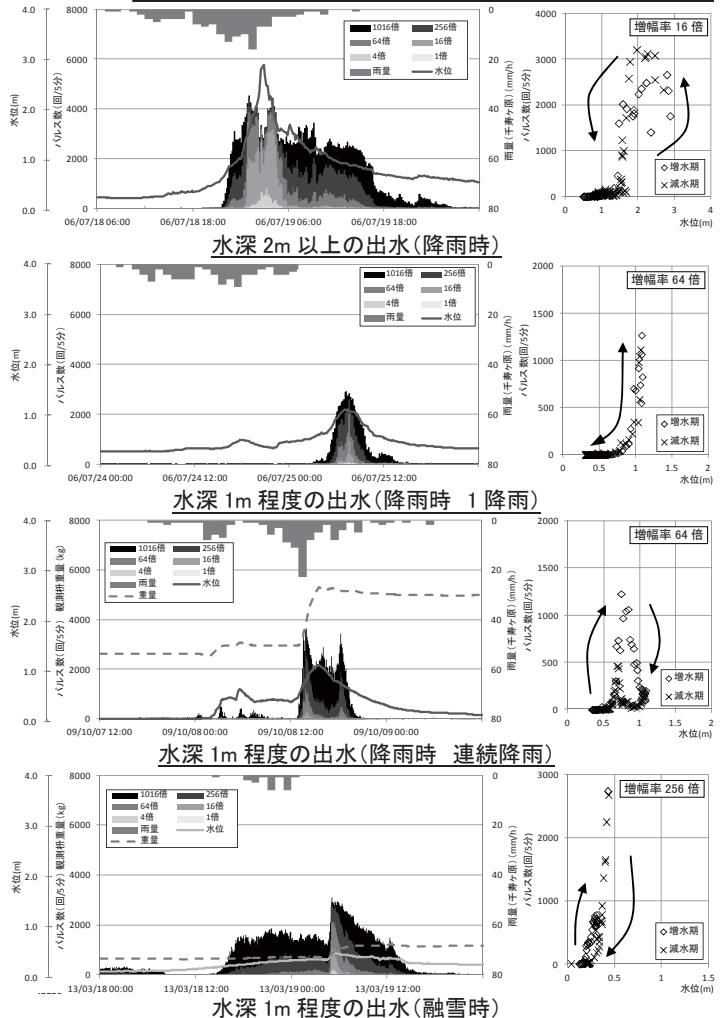


図-4 特徴的な出水時のグラフと水位～パルスの関係