

常願寺川における 2011 年 7 月 11 日のフラッシュフラッドと縦断的な流砂観測

国土交通省 北陸地方整備局 立山砂防事務所 三上幸三, 吉村 明, 工藤裕之
日本工営(株) 河川砂防部 ○ 長山孝彦, 田方 智, 松岡 暁, 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. **緒論：** 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(堤ら 2008)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．著者は，国内外の現地計測法の変遷をレビュー(田方ら 2009)し，浮遊砂流を対象としたハイドロフォンによる計測法(酒谷ら 2010a)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．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をさせると共に，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子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るシャッター砂防堰堤を用いた管理型砂防計画への応用を見据え，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．一例として，2011 年 7 月 11 日に発生したフラッシュフラッドの観測を通じて得られた結果や課題を報告する．

2. フラッシュフラッドの観測: 2011年7月11日に、真川上流(図-1参照)の真川9号堰堤上流域での短期降雨により、フラッシュフラッドが発生した。真川・折立観測所や下流の千寿原観測所での降雨強度は、それぞれ、21mm/h(7月11日 16:00)、19mm/h(7月11日 16:00)であり、真川上流域での降雨情報から、真川9号、真川2号、サブ谷、妙寿、防堰堤での画像が取得された。水位観測点)、横江堰堤(瓶岩地点)で得られている距離は、約21,600mであり、津之浦下約10,500mである。

(1) **津之浦下流砂防堰堤:** 津之浦下流砂防堰堤の右岸スリットの右岸側側壁には、電磁流速計・ハイドロフォンが鉛直方向に設置され、流水・流砂の鉛直分布を計測する試験的な試みを行っている(図-1 参照, 田井中ら 2011).

a) ハイドロフォン・流速計: 図-2 は, CCTV で撮影された流況(一部)である。いずれもピーク水位・流量が 1 時間程度で減衰している。図-3 は側壁に鉛直方向に設置された電磁流速計・ハイドロフォンで観測された流速, ハイドロフォンのパルス数(回数/5 分), 音響データの電圧値(5 分平均値, 以下, 電圧値と表記)である。ピーク水位(17:03 頃)には, 底面から 0.82, 1.32, 1.82m の高さで, それぞれ, 流速が 3.54, 3.42, 5.56 m/s であった。ハイドロフォンでは, 電圧値, パルス数のデータは鉛直方向に取得され, 増幅率の大きい(粒径が小さい)パルス数のデータが取得され, 浮遊成分の粒径の推定や粒径別の粒子個数の予測が可能と考

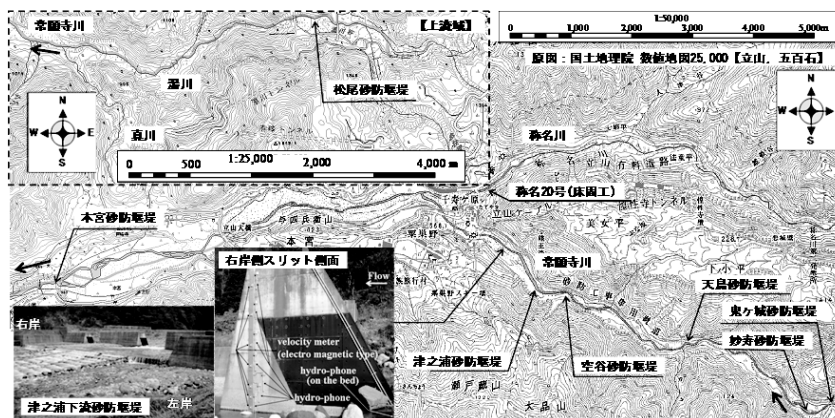


図-1 常願寺川の砂防河川流域と流砂観測の砂防堰堤・観測断面の位置図
(多枝原・真川周辺の流域は右上図、下流域の「上滝」は示していない)

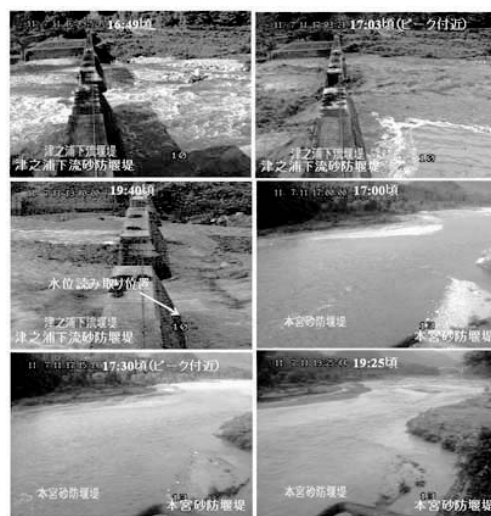


図-2 CCTVで撮影された2011年7月11日出水の流況(津之浦下流、本宮砂防堰堤)

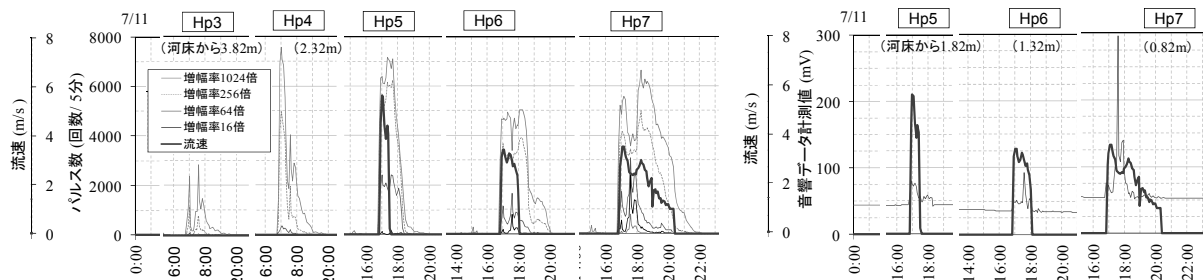


図-3 底面流速計・ハイドロフォン(パルス数、電圧値)で観測されたデータ(津之浦下流砂防堰堤)

えられる。しかし、高さが 2.32m 以上のハイドロフォン (Hp3, Hp4) においては、水面の乱れ、ハイドロフォン同士の共振、堰堤との共振などの原因が考えられるが、今後の課題である。

b) 水位・CCTV: 圧力式水位計 (観測柵中に設置) は計測の検知をしたものの、急激な水位上昇に追従できず、堰堤湛水域の水深の半分程度の値しか計測されなかった。そこで、図-2 に示す CTVV の画像を読み取り、堰堤湛水域の水深を読み取った (読み取り位置を図-2 に示す。)。読み取り水深を用いて、スリット 2 門に対して、堰の公式 (流量係数=0.5, 0.6, 0.7) を用いて流量を予測し、一方、図-3 に示すスリット側壁の流速データを用いて、平均流速 u_m と側壁流速 u_{sb} の比 (u_m/u_{sb}) を、対数型流速分布を仮定して、 $u_m/u_{sb}=2.0$ として、スリット 2 門の流量を試算した。計算データを図-4 に示す。これによると、堰の公式を用いた水深と流量の関係と電磁流速計を用いた推定値の時間変化に違いがあり、ピーク付近では、流量係数が 0.7 程度、減水期には 0.5 程度のように水深に応じて、流量係数が変化するのである。堰の公式と電磁流速計による比較より、ピーク流量が $550\sim 600\text{m}^3/\text{s}$ 程度と思われる。流量波形は、電磁流速計によるものを採用した。

(2) 縦断的なフラッシュフラッド観測: 図-5 は、現地観測データやシャッター操作に関わるデータ (妙寿堰堤) を砂防事務所リアルタイム監視し、一括収集・保存するための光ケーブルによるデータ通信ネットワークに関する取り組み (2011 年度末時点、未整備のものも含む) である。今回の出水では、水位データが取得できず、ハイドロフォンや CCTV カメラデータが取得された。そこで、下流域の川幅の広い水位観測所 (本宮堰堤 (小見), 横江堰堤 (瓶岩)) におけるデータを用いて、常願寺川本川におけるフラッシュフラッドの伝播についてみた。本宮堰堤の 10 分間流量と横江堰堤の時間流量は、観測所の水位～流量関係を用いたが、これらは暫定値である。

a) ピーク流量: 図-6 は、津之浦下流、本宮、横江砂防堰堤で予測したピーク流量と流量波形である。ここでは、津之浦下流堰堤: 電磁流速計の予測値、本宮堰堤: 10 分間流量、横江堰堤: 時間流量を用いた。津之浦下流、本宮、横江砂防堰堤のピーク流量は、それぞれ、約 $590\text{m}^3/\text{s}$ 、約 $640\text{m}^3/\text{s}$ 、約 $500\text{m}^3/\text{s}$ であり、下流に向かって単純な減衰傾向を示していないものの、概ね、 $500\sim 600\text{m}^3/\text{s}$ 程度のピーク流量が伝播したことが分かる。

また、本宮堰堤の時間流量と 10 分間流量を比較すると、洪水ピーク流量とピーク時刻に大きい差が現れており、この種の流れの観測における観測方法について新たな検討が必要であることを示す。

b) 伝播速度: ピーク流量が得られた時刻から、フラッシュフラッドの伝播速度をみた。津之浦下流～本宮砂防堰堤 (約 6,000 m)、本宮～横江砂防堰堤 (約 4,500 m) では、それぞれ、 3.7m/s 、 5.0m/s であり、概ね 4.4m/s であった。

ピーク流量の減衰が余りなく、比較的大きい伝播速度で洪水伝播がなされた原因は、急勾配の河川であり、河床侵食・堆積が卓越する流れでは無かったためと思われるが、堰堤によるピークカットや降雨データ解析 (レーダー雨量計以外も含めた) と併せて、今後、現象解析が必要であるが、今回の観測データは、山地河川における急激な流れに対する観測・計測の知見が示された一例であると考えられる。また、図-1, 5 で示した縦断的な観測やスリット部の浮遊砂濃度 (個数密度) の鉛直分布については、別報等にて示す予定である。

3. 結論: 常願寺川の砂防区間における流水・流砂の縦断的な時空間の連続観測と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設置が進み、管理型砂防計画、流砂計測の縦断・鉛直方向への拡張の試みと流砂計測の総合土砂管理への位置づけに関する準備が整いつつある。今後、管理型砂防計画に繋がる現地データ収集を蓄積し、計測環境を整備していく予定である。

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) 酒谷幸彦ら: 平成 22 年度砂防学会研究発表概要集, 494-495, 2010a, 4) 酒谷幸彦ら: 平成 22 年度砂防学会研究発表概要集, 454-455, 2010b, 5) 田井中 治ら: 平成 23 年度砂防学会研究発表概要集, 528-529, 2011.

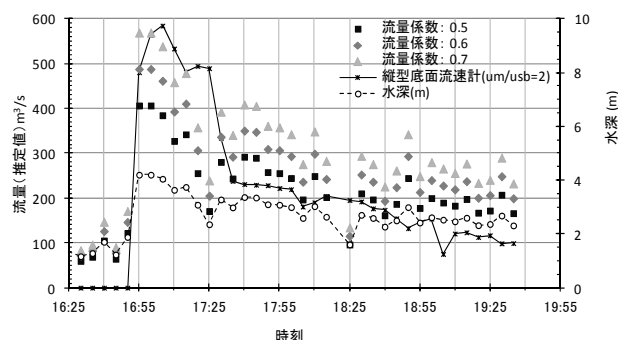


図-4 左岸スリット上流の湛水域で読み取った水深と推定流量の比較

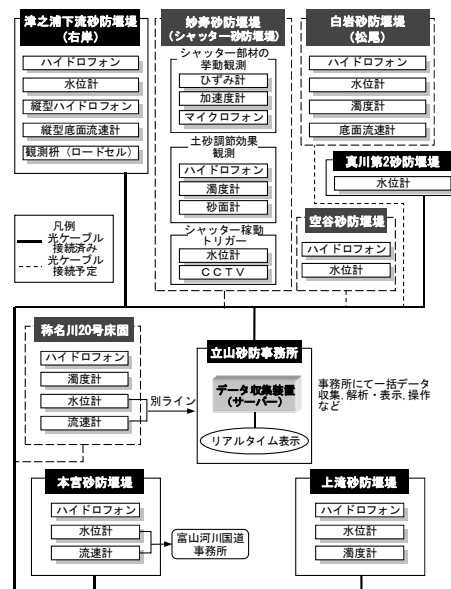


図-5 計測機器・データ転送 (光ケーブルなど) システムと事務所における一括収集システム

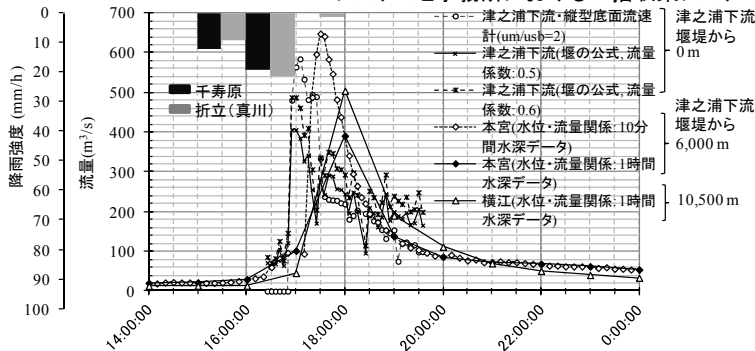


図-6 フラッシュフラッドの縦断的な伝播 (津之浦下流, 本宮, 横江堰堤)