

1. ハイドロフォン観測の概要

ハイドロフォンは、河床に設置した金属管と砂礫の衝突音を利用することで流砂量を評価する装置である。金属管のなかにはマイクロフォンが封入されており衝突音が電圧信号として検出される。この電気信号を6段階に増幅し、各増幅信号が閾値を超えた回数をパルス値として記録装置に収録する仕組みとなっている。図1に模式図を示す。増幅率を段階的に設定することで衝突音の大きさ、すなわちハイドロフォンに衝突する土砂の粒径を区分し、粒径別の土砂移動量を推定することが期待される。



図1. ハイドロフォン観測模式図

本件で観測を続けている峰寺観測点は奈良県の布目ダム上流3kmの地点にある。従来、ハイドロフォンは河川の上流域での観測実績が多いが、本観測では中下流域での希少な観測データが得られている。写真1は峰寺観測点の様子である。建物は水資源

機構の水位・雨量観測所でありハイドロファンは建物脚部の左脇に設置されている。

ハイドロフォンで収録されたデータはインターネットを経由しウェブサーバに転送されCSV形式で蓄積される。技術室では、定期的にデータを取得し降雨量データなどと結合、グラフ化した上で、異常がないかの監視業務を実施している。



写真1. 峰寺観測点

2. 土砂移動量の推定方法

図2は台風による増水時にハイドロフォンで収録されたパルス値および音圧信号(電圧)を示している。出水による土砂の移動を検知できていることがわかる。次のステップとしてはこうして得られた値と実際の土砂量とがどういった関係にあるかを求める必要がある。

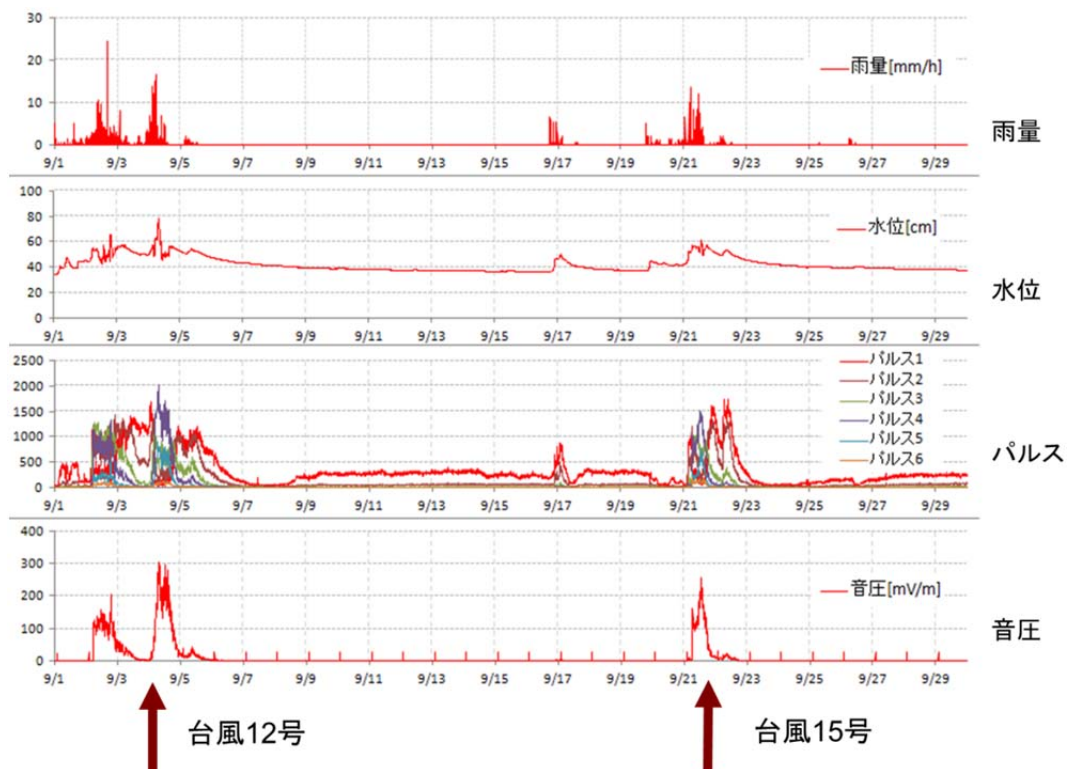


図2. 2011年9月の観測データ

そこでハイドロフォンに人力で既知量の土砂を投入し得られた反応から土砂量と信号値の関係を検定する実験を行った。写真2は検定実験の様子である。得られた結果



写真2. 検定実験の様子

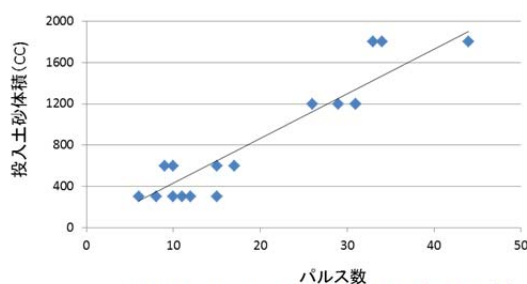


図3. パルス4と土砂量の関係

からはパルス4の反応と土砂量との相関が高いように見受けられた。実際の観測においても小粒径の検知は難しいため2mm以上の粒径に対応するパルス4から得られた推定式をもって土砂移動量を算出することとした。

検定実験から得られた推定式は以下の通りである。

$$y = 43.243x$$

x:投入土砂体積 (CC) y:パルス 4 (回数) $R^2 = 0.8819$

これより求まる土砂体積はハイドロフォン上を通過した粒径 **2mm** 以上のものとなる。

3. ダムへの土砂流入状況

本観測の目的は布目ダムへの土砂流入量を推定することである。そこで前項の推定式より得られる土砂量について、粒径 **2mm** 以上の全体に対する割合 (0.1)、土砂空隙率 (0.4)、ハイドロフォン／川幅比 (0.12) など考慮することとする。また観測点のある布目川以外にもダムへ流入する支川があるため、布目川の全支川に対する流域面積比 (0.7) についても換算する。そうして得られたダムへの流入土砂量推定値の年間の推移を図 4、図 5 に示す。台風など主な出水イベント時の土砂移動量の割合についても併せて示している。

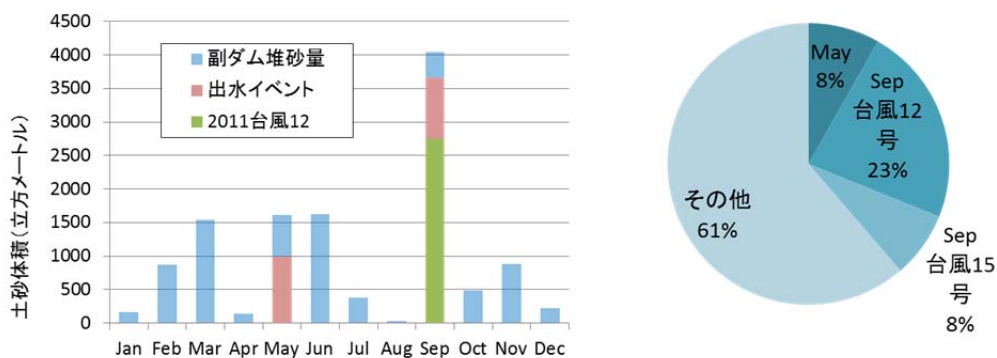


図 4. 2011 年推定ダム堆砂量の年間推移

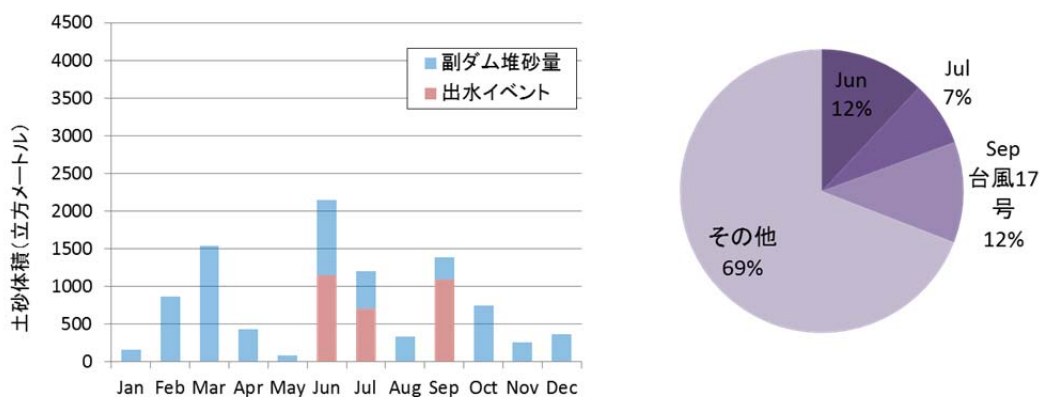


図 5. 2012 年推定ダム堆砂量の年間推移

なお布目ダムにはダム湖上流部に副ダムが設けられておりある程度粒径の大きな土砂は副ダムに堆砂すると考えられる（写真 3 参照）。副ダムでは毎年、土砂の浚渫により堆砂量がある程度把握されている。今回、ハイドロフォンから推定した土砂量は 10,959 立方メートル（2011 年）、8,715 立方メートル（2012 年）となった。この値を浚渫量から得られた堆砂量と比較した結果を図 6 に示す。この図からはハイドロフォンを用いることで土砂移動量がある程度もっともらしく推定できることが確認された。



写真 3. 布目ダム副ダムの様子

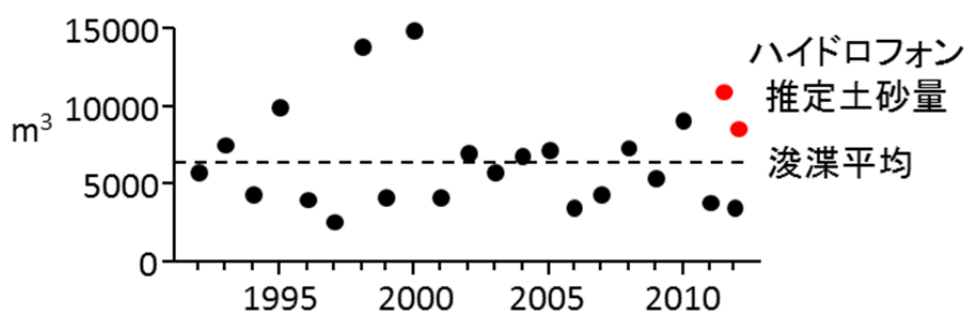


図 6. 副ダム年間堆砂量