

与田切川流域における流量モニタリングについて

国土交通省天竜川上流河川事務所 伊藤仁志、林満、石田勝志、中嶋健作
アジア航測株式会社 北原一平、前田禎、梅村裕也、○江口友章

1. はじめに

流砂系の総合土砂管理を実現するためには、流域における土砂の生産・移動・堆積等の諸過程の定量的・定性的把握と、これらの動態を時間的・空間的に再現できる数値モデルの開発が必要であり、このための基礎資料を得る手段として、流域全体の土砂モニタリングや任意地点における流量・降雨観測が重要である。このような背景のもと天竜川上流河川事務所では、天竜川水系と与田切川流域をモデル河川として、2000年度より各種の土砂モニタリングを行っている。2005～2007年度には、その一環として与田切川流域内の10の観測地点にて流量・雨量モニタリングを実施した。本報では、与田切川流域における流量・雨量の観測手法および観測成果について紹介する。

2. 与田切川流域の概要

与田切川流域は天竜川の右支川であり、中央アルプスの南駒ヶ岳（標高2,734m）を源頭とする流域面積42.4km²、流路長15.9km、平均河床勾配1/7.2の急流荒廃河川である（図-1）。地質の大部分を花崗岩が占め、また地形が急峻なために上流域では崩壊地が広く分布し、土石流が頻発している。また源流域と下流域の標高差が2,200mも存在するため、流域内の雨量の差が大きく洪水時の雨域変化および流量・流出土砂量等の変化が複雑であることが考えられる。

3. 流量モニタリングの概要

3.1. 観測の概要

図-2に、与田切川流域における流量・雨量の観測地点を示す。流量および水位の観測地点は6地点、雨量の観測地点は4地点である。与田切川流域は、前述したとおり降雨および流量特性が複雑であることが想定されることから、流量・水位の観測地点は下流域～上流域、さらに本川・支川にわたって流域内でできる限り均等となるように配置した。

これらの観測地点に流量観測用カメラや水位計、転倒ます雨量計を設置して、洪水時の流量および雨量の時間変化を観測している。また別途の研究として、流域下流の坊主平砂防堰堤に流砂観測施設を整備し、洪水時の流砂量と土砂の粒度分布の時系列変化等についても観測を行っている¹⁾。

なお、山地流域における流量や雨量の精度向上のためには、水文データを詳細に取得することが基礎的なこととして重要であるが、流域面積42.4km²の山地急流河川において、これほど詳細な流量や雨量のモニタリングを実施している例は全国的に見ても少ない。また山地急流河川における流量観測のために、商用電源を敷設することのできない土砂生産源の近傍の高標高地において流量観測を行った例も希である。

3.2. 流量の観測手法

流量は、洪水時の河川の流況をビデオカメラにて撮影し、得られた動画から表面流速を求めた上で、別途設置する水位計から得られる水位と川幅を乗じることにより算出する。ここで流速は、時間の経過とともに変化する河川の流下映像をPCで解析し洪水時の流速を横断的に効率的に計測することのできるPIV流速計を活用して計測した²⁾。PIV流速計は、ビデオ映像をもとに流速を計測する非接触型の流速観測手法であるため、洪水時に浮子観測や可搬式流速計のように直接観測する必要がなく、安全に流速を観測することが可能である。



図-1 対象河川位置図

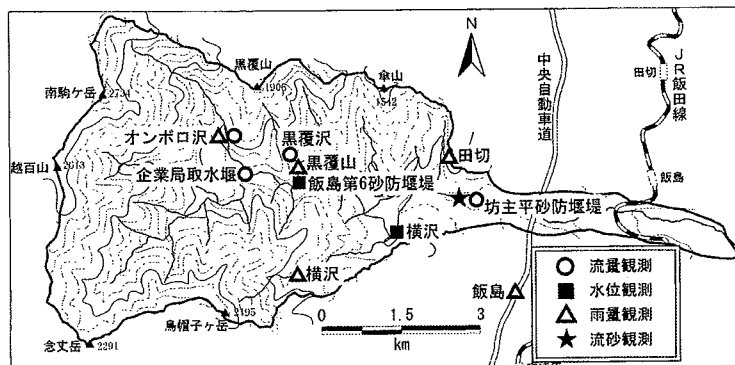


図-2 与田切川流域における流量・雨量の観測地点

また、流速の測定と同時に洪水や土石流時の貴重なビデオ映像を取得できるだけでなく、ビデオカメラ映像に写っている河川の範囲の任意地点における流速解析が可能であり流量への換算精度が高い（図-3）。水位については、データロガーとセンサーが分離した水圧式水位計により計測した。

なお、PIV 流速解析を行うためには洪水時のビデオ映像を撮影する必要があるが、坊主平砂防堰堤を除く各流量観測地点は山岳地であるために商用電源が敷設されておらず、光ケーブルを活用した CCTV カメラ等を設置することができなかった。そこで太陽電池で電力を賄うことが可能な無人撮影型のビデオカメラシステムを新たに製作し、各流量観測地点に配置した（図-4）。ここで製作したビデオカメラシステムは、省電力なデジタルビデオカメラレコーダーに、撮影制御（インターバル撮影、夜間撮影の停止など）用のマイコン回路を付与したもので、最長9ヶ月の無人撮影が可能なものである（表-1）。



図-3 PIV 流速計を用いた解析例

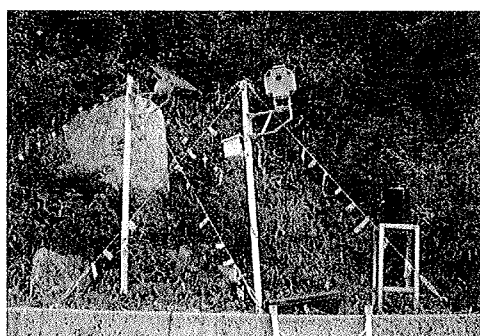


図-4 太陽電池式ビデオカメラシステムの設置写真

表-1 太陽電池式ビデオカメラシステムの主な仕様

ビデオカメラ	デジタルHDD型ビデオカメラレコーダー
ハードディスク容量	60 Gbyte
電源	太陽電池12W、バックアップバッテリー12V12Ah
撮影トリガー	超音波式水位計、水位スイッチ、雨量計等
撮影インターバル	撮影トリガーON時：10分間隔で15秒撮影 撮影トリガーOFF時：10分間隔で1秒撮影
観測可能期間	撮影トリガーON時：1ヶ月 撮影トリガーOFF時：9ヶ月
夜間時の撮影停止機能	照度センサーによる夜間撮影停止機能つき

4. 観測の成果

前述の太陽電池式ビデオカメラシステムを用いて2005～2007年の3年間で観測できた洪水数は、計24回であった。また2007年8月22日には、オンボロ沢にて発生・流下した土石流の撮影にも成功した（図-5）。図-6には、この結果をもとにPIV 流速解析を行い、水位の計測結果と併せて作成したオンボロ沢における水位流量曲線を示す。また、得られた流量および降雨データをもとに、キネマティックウェーブ法を用いた洪水流出解析を実施し、与田切川流域における流出モデルについても構築した（図-7）。



図-5 撮影に成功した土石流の映像

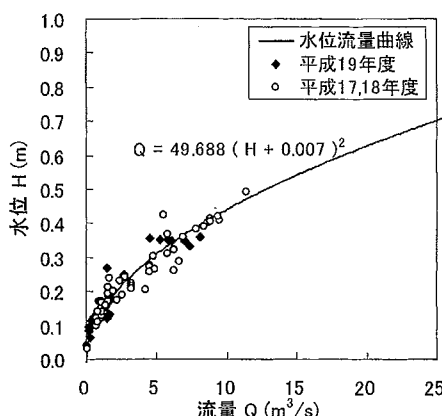


図-6 オンボロ沢における水位流量曲線

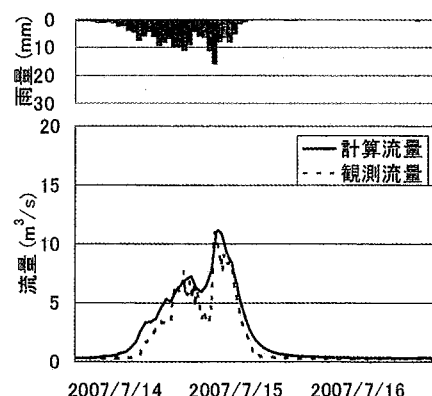


図-7 オンボロ沢における洪水流出解析結果

5. おわりに

天竜川水系与田切川流域における流量等のモニタリング手法を記した。今後の発展性としては、洪水時の流量を把握するばかりでなく、防災上とくに重要である土石流の映像を確実に取得するために、①録画時間の長時間化、②撮影トリガーの変更等のビデオカメラシステムの改良等があげられる。

【謝辞】

本報の検討にあたり、与田切川調査連絡会の方々には貴重なご意見を頂きました。ここに深謝の意を表します。

<参考文献>

- 1) 三上ほか：天竜川水系与田切川における現地流砂量観測の成果と課題、砂防学会研究発表会概要集、pp. 86-87、2007
- 2) 藤田一郎：トレーサを利用した実河川水制周辺流れのビデオ画像解析、水工学論文集、第42巻、pp. 505-510、1998