

## インターバルカメラを用いた出水時集中撮影装置の開発

国立研究開発法人 土木研究所 ○水谷佑・高橋佑弥・泉山寛明・高原晃宙  
・藤村直樹・木下篤彦・水野秀明

## 1. 緒論

山地河川における出水時の流況観測データ（水位（水深）・流速・濁度）は、土砂移動の機構解明のための基本的な情報である。例えば、水位の急激な上昇・低下は土石流・河道閉塞の発生<sup>1)</sup>を、濁度の上昇は溪流・河川への土砂流入や溪床・河床堆積物の再移動<sup>2)・3)</sup>を示唆するものであり、流況把握から得られる情報と土砂移動発生時刻の情報から、土砂移動発生の機構解明に資する知見を得られる可能性がある。

近年、広域で時間・空間ともに高分解能の降雨データが得られるようになった。また、筆者らは低コストで簡便に土砂移動発生時刻を記録する手法<sup>4)</sup>を提案し、土砂移動の発生時刻と流況変化の対応に関する分析事例<sup>3)</sup>を報告した。同様の事例が蓄積されれば、山地河川における流況把握によって上流域での土砂移動を検知する技術の精度を向上できる。一方で、水位計・流速計・濁度計といった観測機器を用いた多地点での流況観測は多大なコストを要するだけでなく、実際に発生した現象を可視的に確認できない。

筆者らは、簡かつ低コストで多くの地点に設置でき、現象を可視的に記録して観察・観測する手法として、インターバルカメラ（タイムラプスカメラ、以下「TLC」という）と画像解析を組み合わせた観測技術の開発に取り組んでいる。現象を画像として記録し、画像解析によって水位・流速・流水の色の変化を数値化（計測）することで、可視情報・数値情報を効率的に取得できると考えられる。しかし、通常の撮影方法では平常時も稼働するため、電池の消耗によって撮影時間間隔が制約され、流速計測に必要な1～数秒間隔での撮影が困難である。

そこで本研究では、入手性に富み野外使用に適した市販のTLCを用いて、平常時は撮影を停止させ、水位上昇をトリガとして出水時のみ1秒間隔で撮影する手法・装置を開発し、実河川で手法の有用性を検証するとともに、装置の実用化に向けた課題を抽出した。

## 2. 方法

本研究では、小型軽量・乾電池駆動のBrinno社製「TLC200」を用いた。1秒間隔の撮影では、仕様上は約20時間の連続撮影が可能である。本機はレンズ内の照度が5ルクス以下になると撮影を自動停止することから、平常時はレンズ部を遮光しておき、出水時に遮光が解除されると撮影を開始するような仕組みとした（図-1）。装置は図-2に示す構造であり、流水の力を受けた受水板の動きがロープを伝わって遮光蓋を開閉する機構となっている。

平常時には遮光蓋が閉じてTLCは停止状態にあるが、水位上昇で遮光蓋が開き、予め設置しておいた水位・距離標と流速マーカ（浮子）の流下状況を撮影する。水位が低下するとリールによって遮光蓋が閉じられ、撮影を停止する。受水板と遮光蓋を接続するロープは誤作動抑制のため平常時には弛ませているが、水位の上昇・低下によって弛みを解消・調整する機能（ローラー・ロック）を設けた。試作機の検証は茨城県つくば市の桜川（勾配1/500程度の区間）で行い、画質確認と撮影装置の動作検証を行った。その結果から得た課題について改善を試み、改良機の検証実験を栃木県日光市の稲荷川（勾配1/30程度の区間）で行った。なお、検証時の水深は桜川で30cm程度、稲荷川で20cm程度である。

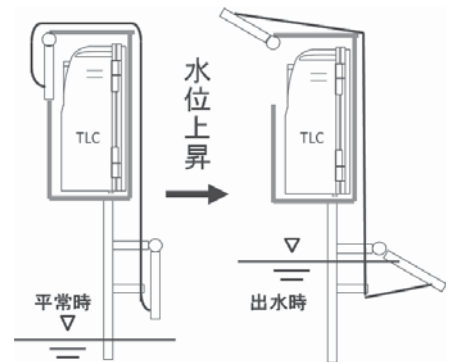


図-1 出水時集中撮影手法の模式図（平常時は遮光蓋が閉じて停止状態にあり、出水で遮光が解除されて撮影を開始する）

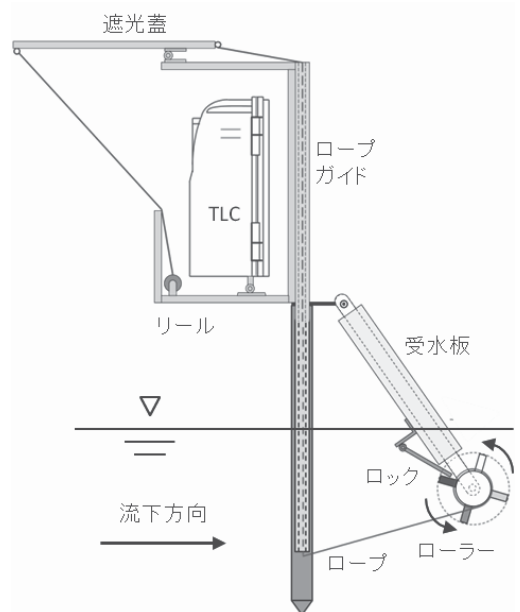


図-2 撮影装置の構造図

### 3. 結果

図-3 に桜川での撮影画像を示す。1 秒間隔の撮影によって流速マーカの流下状況が捉えられ、水位・距離標との位置関係から流速を算出可能であることから、撮影手法の有用性を実証できた。一方で、遮光蓋の開閉、受水板の動作、弛み解消・調節機能に関する課題が抽出された。主には、受水板の動く力が遮光蓋に十分伝わらない(課題①)、可動部の造型精度が低く一度開いた遮光蓋が閉じない(課題②)、ロープが流されてローラーに絡まり水位低下時に弛みが戻らず遮光蓋が閉じない(課題③)、等である。課題に対して、遮光蓋と受水板の間に介在するロープの支点の減少、ロープを弛ませる区間の変更、部品や造型の変更を施して改良機とした。稲荷川での検証では課題①・②に改善が認められ、遮光蓋の開閉はスムーズに動作した(図-4)ものの、課題③は完全には解決できなかった。

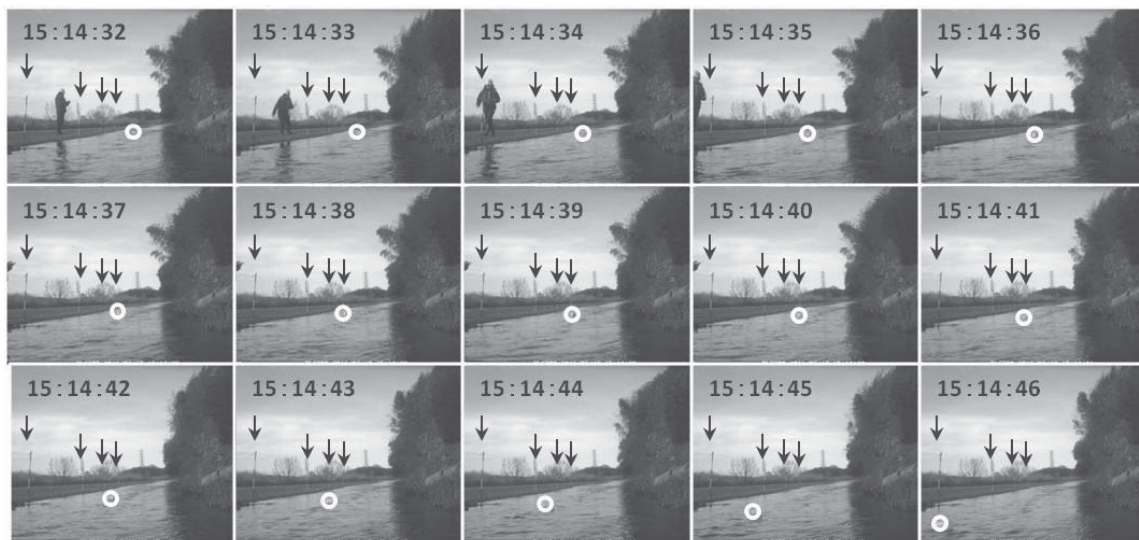


図-3 流速マーカの1秒間隔で撮影した画像(下流側から上流方向を撮影。左上の数字は時刻、白い丸が流速マーカの位置、矢印は水位・距離標の位置)

### 4. 結論と課題

本研究では、通常、数分以上の時間間隔での撮影に使用されることが多いTLCを活用して、出水時のみ1秒間隔で撮影する手法と装置を開発し、実河川で検証を行った。出水時に集中的に撮影する手法の有用性を確認できたが、装置の構造、機構、設置方法等に関する課題が抽出された。具体的には、実際の出水や長期設置に耐えうる強度・耐久性の想定、流量や水深等に応じた遮光蓋開閉装置の大きさや部材の検討、豪雨時の夜間撮影に必要な光量や照射範囲の設定、水位・距離標や流速マーカの設置方法・画像解析に適した形状・色等の検討が挙げられる。

本研究で用いた撮影装置は自作品であるため、部品の加工精度向上や材料変更、造型技術の改善によって、多くの課題が解決されるものとする。今後、出水期を含む数カ月間程度の長期設置・検証によって、実用化にむけた課題の解決を図るとともに、画像解析技術の開発に取り組む予定である。

#### 【参考文献】

- 1) 鈴木ら：河川水位の低下に着目した天然ダム発生検知に関する検討，平成25年度砂防学会研究発表会概要集 B, p.B-216-B-217, 2013
- 2) 藤田ら：山地流域における土砂動態のモニタリング手法，京都大学防災研究所年報，第46号 B, 2003
- 3) 水谷ら：土砂移動発生時の水文動態に関する事例分析，平成27年度砂防学会研究発表会概要集 B, p.B-416-B-417, 2015
- 4) 水谷ら：安価かつ簡素な土砂移動発生時刻記録装置の開発と土石流発生時刻の検知事例，砂防学会誌，Vol.67, No.5, p.49-54, 2015

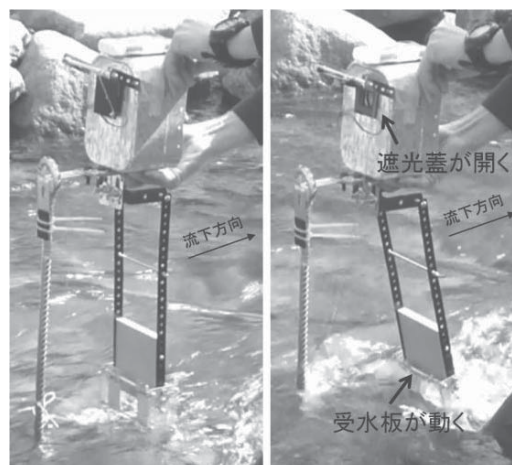


図-4 改良機の動作検証状況(左：ローラーに水面が到達してロープの弛みを解消している。右：受水板まで水面が到達し、遮光蓋が開いた状態。)