

山地河川における 洪水流出観測精度の 向上に向けた研究



浅野友子・三浦直子(東京大学大学院農学生命科学研究科)
内田太郎(国土技術政策総合研究所)

背 景

- 気候変動により大規模な降雨の増大や、頻度の増加が懸念されている。
- 国土の60%以上を占める山地域の豪雨時の流出予測精度の向上や、鉄砲水のような急激な出水現象を理解が災害予防においてきわめて重要。
- 山地河川では観測が困難なため実態把握が進まない。

山地河川



- 流量の変化が急激で大きく、土砂移動が激しいため山地河川での洪水観測は困難である（例えば浅野2014、木村他2015）。

河床勾配が $1/50$ 以上、集水面積 $<10^1\text{km}^2$

本研究の目的

1. 砂防堰堤等横断構造物を利用した洪水流出観測精度の向上
2. 自然河道（河床・川岸を固定していない河道）での洪水流出観測手法の開発に向けた検討

1. 砂防堰堤等横断構造物を利用した洪水流出観測精度の向上

- 砂防堰堤、治山堰堤等の横断構造物で固定された河床区間を用いて水位を観測すれば、理論式から近似的に H (水位)- Q (流量)関係を得て流量を得ることができる。山地河道ではしばしばこの方法で量水観測が行われてきた。
- 観測精度向上のためには実測に基づいて H - Q 曲線を得る必要があるが、山地の現場で増水時に流量を実測することはほぼ不可能で、理論式から得た値を検証することができなかった。
- そこで本研究では治山堰堤を用い、流量を実測する際に必要な H - Q 関係をを得る最適な方法を検討した。

方法

【A】電磁流速計を用いる方法

【B】放水実験

【C】流積と流速を実測する方法



秩父矢竹沢治山堰堤 (1.97km²)



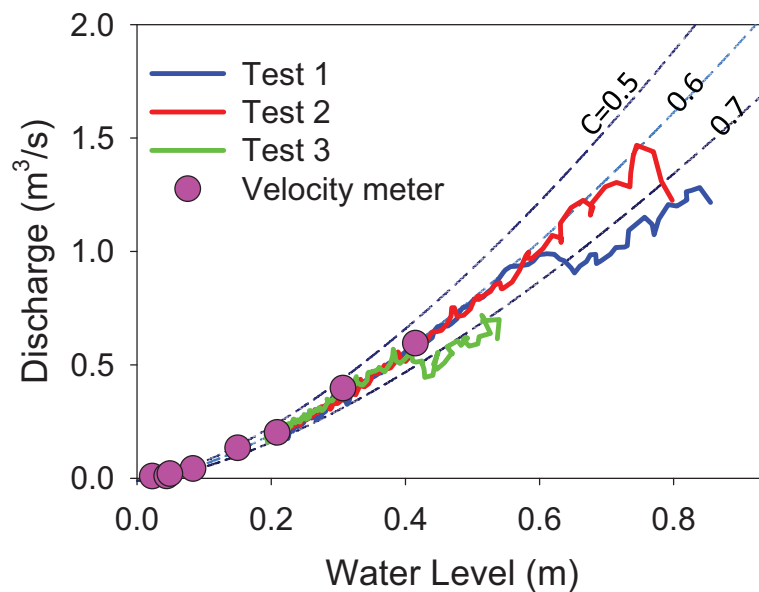


【B】放水実験の様子

堰堤を物理的にふさいで水を貯め、擬似的に高水時を作り、放水時の1秒間隔の水位と水位変化(=体積変化)からH-Q関係を取得。



副堤下段水位と流量の関係



●は【A】電磁流速計を用いる方法。

Test1～3は【B】放水実験による(移動平均値:n=11)流量の実測結果。

点線は四角堰の式に基づくH-Q関係。

$$q = \frac{2}{3} \times B \times C \times \sqrt{2g} \times h^{3/2}$$

q : 流量(m^3/s)、 B : 堰堤幅、 h : 越流水深(m)、 g : 重力加速度、 c : 流量係数

結論

- 【A】の方法は、タイミングが難しい。高水位時の実測は困難。
- ある程度の堰堤規模までは【B】の方法が有効。
- 【C】の方法で精度を確保するためには、表面流速と断面平均流速の比(更正係数 k)の検討が必要。
- これまで用いられてきた堰の公式や係数は有効であることを再確認。

2, 自然河道での洪水流出観測手法の開発に向けての研究

- 横断構造物は土砂移動を妨げるため、洪水時に土砂流出があると、観測が中断してしまうことが多い。
- 自然河道で(土砂の移動を妨げない状態で)量水観測ができればいいが・・・。



本研究での目的

自然河道の複雑・多様な形状を定量的に把握する
手法の検討。

地上型グリーンレーザを用いた、山地河川の
水面下含む河床計測

課題

(1) 水面下のデータ取得は可能か？

- 流速や水深の計測精度への影響
- 水面での屈折の補正

(2) 計測方法の確立と精度検証

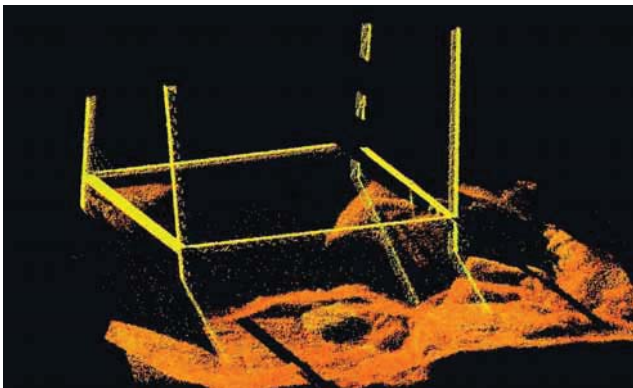
- 1方向vs多方向から計測
- 計測角度
- 計測密度
- Step部分や白波の影響

方法

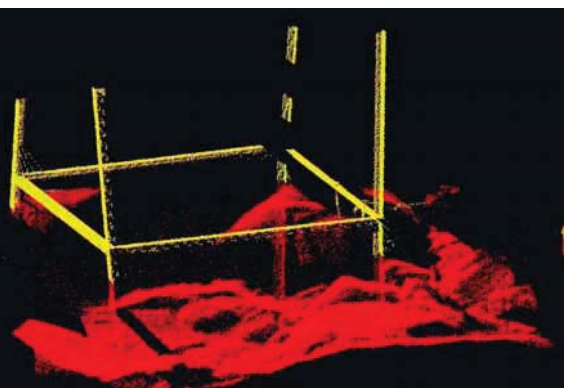
センサ	Leica ScanStation C10
波長	532 nm (グリーン)
精度	6 mm (位置), 4 mm (距離)
スキャン速度	最大50,000 points/sec



(1) 水面下のデータ取得は可能か？



水面での屈折の影響 補正前

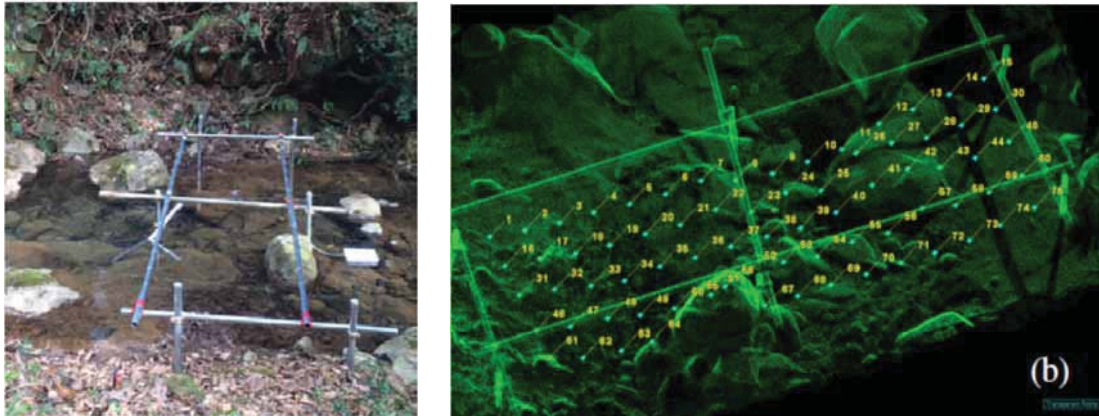


水面での屈折の影響 補正後

レーザー計測結果と実測値の比較より

水面下50～60cm程度まではデータ取得可能
流速の影響は小さい(Miura & Asano 2013)

(2)計測方法の確立と精度検証



河道に設置した鉄管のプロットと、グリーンレーザによる計測で得られた水面下も含む河床地形を表すポイント群

結論

- 水面の影響を取り除く適切な補正を行えば、水深60cm程度までは水深や流速によらず水面下の河床形状を把握できることが明らかとなった(Miura & Asano 2013)。
- 計測の精度を上げるためには計測機器をできるだけ高い位置に設置してレーザーの入射角ができるだけ大きくなるようにすること、複数方向から計測することが効果的であることがわかった。
- 一方、計測密度を5ミリから1ミリにしても、計測精度に変化はないことから、計測時間を短縮し、データ量を抑える意味でも計測密度は5ミリが適当であることも明らかとなった。
- 水面が白く泡立った部分は、手計測で補間する必要がある。

まとめ

1. 砂防堰堤等横断構造物を利用した洪水流出観測精度の向上

- 治山えん堤において水位と流量の実測からH-Q関係を得る最適な方法を検討した。プールに一時的に水を貯めた後に放水する実験が有効であった。水位(流量)によって複数の方法を用いる必要があった。

2. 自然河道(河床・川岸を固定していない河道)での洪水流出観測手法の開発に向けた検討

- 自然河道の複雑・多様な形状を定量的に把握する手法を確立することを目的に、地上型グリーンレーザを用いた山地河川の水面下含む河床地形計測方法を検討した。計測方法を工夫し、適切な補正を行えば、水面下の河床形状が把握できることを明らかにした。

研究はまだ途中ですが、これらの成果は山地域における洪水観測精度の向上、洪水観測データの質の向上を通じて、山地域の水土砂災害予防に貢献すると考えています。

参考

- Miura N. & Asano Y. 2013 Green-wavelength terrestrial laser scanning of mountain channel, ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume II-5/W2, ISPRS Workshop Laser Scanning 2013, 11-13 November 2013, Antalya, Turkey, p187-192
- 浅野友子(2014)日本の山地流域の降雨流出データ-収集データの概要と観測の課題-, 水文水資源学会誌,27(1) 19-28.
- N. Miura; Y. Asano 2014 Acquisition of underwater topography in a mountain channel using terrestrial laser scanning, Proceedings of SPIE 9239, Remote Sensing for Agriculture, Ecosystems, and Hydrology XVI, 92391D (21 October 2014); doi: 10.1117/12.2067143、Christopher M. U. Neale; Antonino Maltese, Editor(s)
- 木村恒太・齋藤俊浩・相川美絵子・五十嵐勇治・千嶋武・浅野友子(2015)秩父演習林バケモノ沢における量水観測、演習林(東大)57, 61-73
- 木村恒太・齋藤俊浩・浅野友子・西口幸希(2015)山地域での洪水観測精度向上に向けた水位-流量関係実測手法の検討、第126回日本森林学会大会、P244(P2A054)、

謝辞

- 一般財団法人河川情報センター研究助成
- 科学研究費補助金
- サントリー「天然水の森」東大秩父演習林研究助成
- (株)ウィンディーネットワーク
- ライカジオシステムズ株式会社 村山様
- (株)建設技術研究所
- 東京大学大学院農学生命科学研究科附属演習林
 - 樹芸研究所
 - 秩父演習林