

## 河川流量観測における河川表面流画像解析手法に関する研究

パシフィックコンサルタンツ株式会社 建口 沙彩

### 1. はじめに

我が国の河川整備基本方針の策定や河川整備計画では、流域内の降雨によって河道に流出する流量を、安全に流下することができるように河道計画が策定されている。そのため、流量の正確な把握が非常に重要である。近年では、河川監視カメラの映像等に対する画像計測法が開発されている。その中の STIV<sup>1)</sup> (Space-Time Image Velocimetry)はこれまで多くの良好な解析結果を残し、ソフトウェア「KU-STIV」も開発及び実用されている。本研究では、KU-STIV を流速解析における標準ソフトにするために、画像計測に残る課題解決及び KU-STIV の多機能化に対する検討を行った。まず、カメラの種類及び設置位置に対する設定基準を検討した。

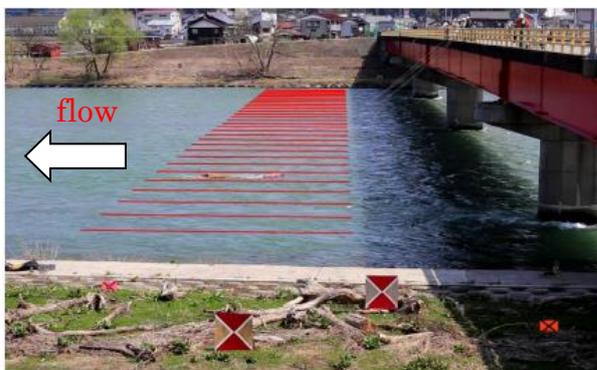


図-1 観測の様子 (ハイビジョンカメラ画像)

### 2. カメラの種類及び設置位置に対する基準

これまでの画像計測では、使用するカメラやその設置位置、撮影アングル等の条件は観測員がその場の状況を見て、それぞれの経験をもとに決定していた。しかし、KU-STIV を用いた画像計測を流量・流速観測における標準手法とするには、各条件の設定基準を設けるべきである。

ここで、STIV の過程で生成される時空間画像(STI)の質を評価するアルゴリズム QESTA(Quality Evaluation of STI by using Two dimensional Autocorrelation function)を能登谷らが開発した。その中に、流速誤差率の推定値を示すせん断歪み型指標(GTI)があり、本研究では GTI を用いた設定基準の検討を行った。

設定基準に関する検討を行ったのは、使用カメラの種類と撮影アングルの2点についてである。まず、ハイビジョンカメラ及び遠赤外線カメラで観測を行い、同時に計測した ADCP<sup>2)</sup>の観測データと比較した。空間解像度が 0.07m/pixel を下回る地点の STI においては GTI が 0.2 以下となり流速を自動算出できた。図-2 及び図-3 では、ハイビジョンカメラの結果のみを示すが、使用カメラの種類に寄らず解像度の値が GTI 及び算出される流速に影響を及ぼすことが確認できた。また、UAV を利用して空中から撮影した画像を用いて同様の解析を行った結果、定在波等の存在から流速の自動算出は困難であった。これは GTI が 0.2 以上になるという結果にも現れていた。

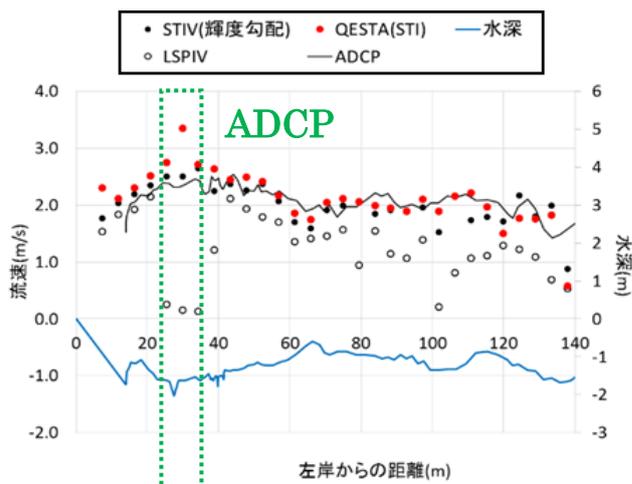


図-2 流速分布

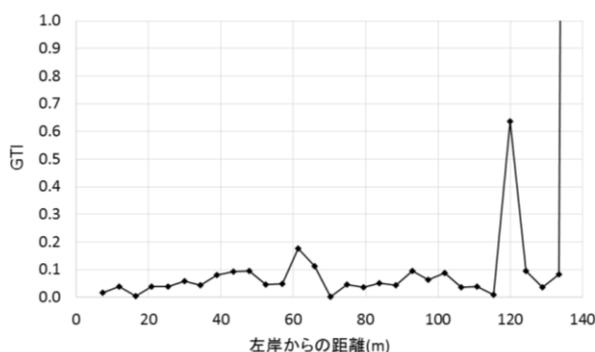


図-3 GTI 分布

### 3. リアルタイム計測

降雨と流量の変化をリアルタイムで観測する需要が高まってきている。本研究では高い圧縮効率で動画収集できるシステムと KU-STIV を組み合わせることで河川流速を準リアルタイムで計測できるシステムを構築し、実河川に適用した。図-4 に撮影画像及び検査線位置を、表-1 に生成された STI を示す。ここでは、システムが問題なく作動していることを確認できた。今後は洪水時でも観測できるようにカメラの設置位置等を再検討するべきである。



図-4 検査線の位置  
(都賀川：遠赤外線カメラ画像)

### 4. 海外での適用

KU-STIV は英語版も開発されており、各国の流量観測におけるニーズに応えることが期待されている。本研究では SATREPS という研究プログラムの一環で、ガーナにおいて KU-STIV を用いた流量観測を 3 地点で行った。Akwadum における流量観測の様子を図-5 に示す。図-6 に示すようにプロペラ式流速計と流量は±20%以内に収まる結果となった。アフリカ大陸にて画像解析による流量観測が行われたのは今回が初めてであり、現地の観測員に対して KU-STIV を用いた流量観測方法を伝授し使用することに成功したため、今後も KU-STIV の海外での普及に期待ができる。

### 5. 結論

流速・流量観測での画像計測におけるカメラの種類や設置位置に対する設定基準を、GTI を用いて定めた。また、実河川において、河川流速及び流量を準リアルタイムで計測できるシステムが問題なく作動していることを確認できた。ガーナでは、現地測定員が KU-STIV を使用して流速及び流量を測定することに成功した。これは、KU-STIV の海外への普及において大きな成果といえる。これらの検討及び検証は、KU-STIV を流速・流量観測における画像計測の標準ソフトにする取り組みの一歩となったであろう。

### 6. 参考文献

- 1) Fujita, Ichiro, Hideki Watanabe, and Ryota Tsubaki: Development of a non-intrusive and efficient flow monitoring technique: The space-time image velocimetry (STIV), International Journal of River Basin Management Volume 5, No 2 2007, p.105-114
- 2) 萬矢敦啓, 岡田将治, 橘田隆史, 深見和彦: 日本における ADCP を用いた高水流量観測手法, 河川流量観測の新時代, 2011.

表-1 リアルタイム計測結果

STI No.	1	2	3	4
流速(m/s)	0.994	1.319	0.429	0.547
STI				
縦(m)	2.33	2.33	2.18	2.14
横(秒)	21			

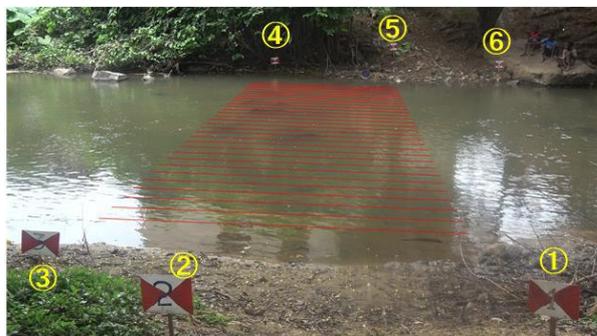


図-5 流量観測の様子  
(標定点及び検査線の位置)

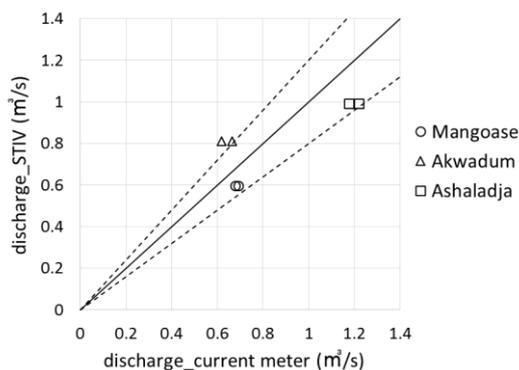


図-6 流量比較図