

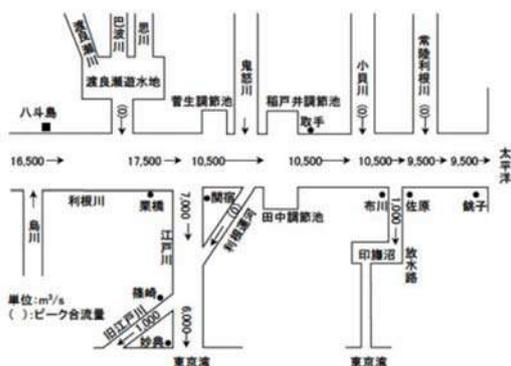


非接触型(水位)流速計

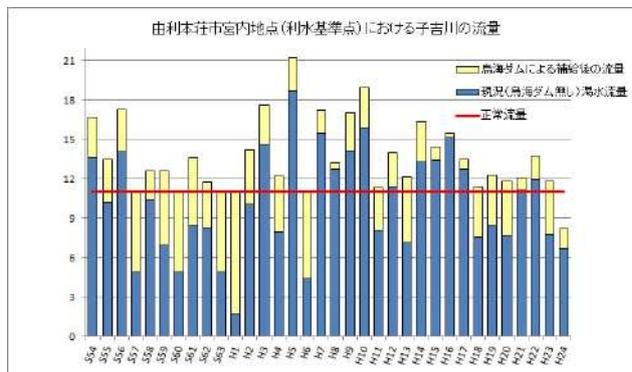


国立研究開発法人 土木研究所
水工研究グループ 水文チーム
上席研究員 笛田 俊治

河川の基本的な計画は流量で表示される



治水計画の例
(利根川の流量配分図)



利水計画の例
(鳥海ダムによる補給流量)

平常時の流量観測（低水流観）



洪水時の流量観測（高水流観）



3

水文観測業務規程の主な改定条項：河川の流量

国土交通省
【機密性2】

（平成29年3月31日事務次官通達）

《従前》

第12条の四 河川の流量

流速計又は浮子の観測等による流速に流水の流下断面積を乗じた値又はダム越流量若しくは放流量によって計算する。



《改定》

第12条の四 河川の流量

流速計又は浮子**その他の流速計測器械の**観測等による流速に流水の流下断面積を乗じる**方法、水理学的知見に基づき算出する方法又はダム等において観測された水理量から水理学的知見に基づき算出する方法**

非接触型流速測定法

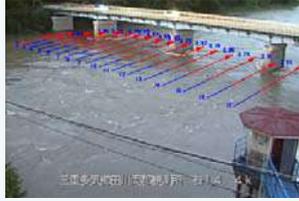
運動方程式等を基礎式とする方法等（例：DIEX法）

用語の適正化

改定の目的②:

新たな流量観測方法の取り扱いを明らかにするため関係条項を改定。

今回改定で適用を明らかにする流速測定法

| 観測原理種別 | 非接触型流速計測法 | |
|--------|---|---|
| 観測手法 | ドップラー型流速計測法 (電波式、超音波式) | 画像処理型流速計測法 (STIV法等) |
| 手法概要 | 水面に向けて電波若しくは超音波を照射し、反射波の周波数変化から表面流速を計測  | 水面の波紋を捉えられる画像等を取得し、画像解析から表面流速を測定  |
| 観測形態 | 有人・無人観測 | 有人・無人観測 |



今回改定で、ピーク時の無人観測が可能となり、観測員の安全性の確保と観測の信頼度が向上する。

5

非接触型(水位)流速計の特徴



- ✓安定的な計測が可能
(支障物の影響小、流路変更に対して柔軟に対応)
- ✓測定時間が短い
(例えば、テレメータ水位の10分単位と整合可能)
- ✓連続的な観測(無人・自動観測)が可能
(ゲリラ豪雨等、急激な洪水の立ち上がりやピークも把握)
(観測者不足、安全確実)
←現状は3人~5人程度の経験豊富な観測者が必要
- ✓橋梁や浮子投下装置がない場所でも計測可能
(観測地点/範囲の自由度増大→北海道空知川の事例)
- ✓予定測線からの逸脱や橋脚後流の影響を受けない

6

✓砂州の移動を含む大きな河床変動により、水位計近傍に土砂堆積が起こり、計測不能となる事例

→砂州が移動する度に水位計の位置を変更？

→こうした河床変動は洪水中にも発生する可能性



✓流木等の漂流物により、河道内に設置していた水位計が破損する事例

✓氾濫(内水・外水)や退去命令により作業員が流量観測地点に行けなくなり、観測が実施できない事例



平成28年8月30日～31日
石狩川水系空知川における観測状況

観測実施・資料提供
札幌開発建設部
(株)福田水文センター

9

幾寅水位流量観測所の状況

上流(道区間)の越水により堤内側の氾濫が始まり、幾寅水位流量観測所(大勝橋下流)の観測が危険と判断(8/30 19時)→観測所からの撤退を了解

- 水位計は8/30 17時以降は欠測
- CCTVは停電のため8/30 21:30以降は欠測

幾寅観測所
(8/30 19時)

越水の危険
橋崩落の危険
アクセス道路の冠水
見通し+量水標H型鋼確認できず



10

国道38号線通行止め 進入禁止

8/30 20時～8/31 4時 国道38号線駐車帯に避難
※橋通行止めで8/30～31夜間は観測できず→8/31 5時より開始



南富良野町冠水のため
幾寅観測所へはアクセスできず

ひとつ下流の国道橋
(太平橋)で観測

ピークは8/31_3時
→観測開始は下降期

浮子測法の実施

- 太平橋は観測所ではない→急きょ 橋上流断面と橋下流断面を設定して観測→橋から上流へ浮子を投下して観測(8/31_5時)



橋梁の損壊

太平橋が8/31_6:05に損壊したため、浮子観測は5時1回で中止



画像解析による流量観測

- 左岸からSTIV動画カメラによる撮影:8/31 5時~12時
- 現段階で残存しそうなものを標定点として画角に収める



(平成29年5月24日河川計画課長通知)

1) 流量観測方法の拡充

近年、雨の降り方が局地化、集中化、激甚化しており、各地で施設能力を上回る洪水が発生する中、高水流量観測は、浮子測法では、観測員の安全確保等のためやむを得ず観測を中断せざるをえない場面が発生するなど、安全・確実に観測を実施するための体制構築が急務の課題となっている。(中略)

このため、今回の水文観測業務規程及び同細則の改定(以下「改定」という。)により、(中略)施設能力を上回る洪水発生時などで浮子測法では観測を一時中断せざるを得ない場合でも、非接触型流速計測法(ドップラー型、画像処理型)で観測を継続し、観測データを補完できるよう、(中略)定めた。今後、流量観測を行うに当たっては、これら改定の趣旨を十分理解のうえ適切に対応されたい。

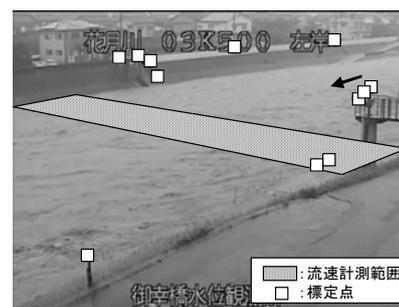
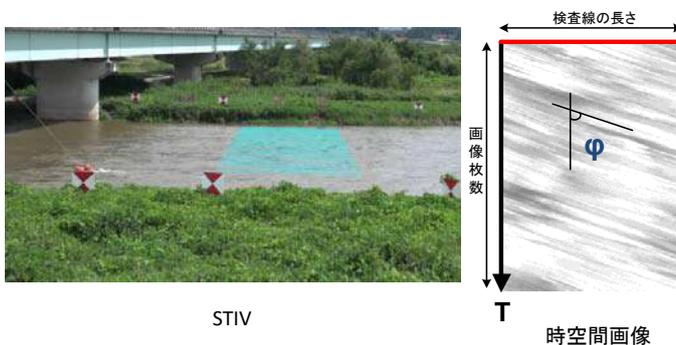
ただし、水文観測の観測成果は、統計資料としての継続性やデータの品質管理に十分留意する必要があるため、既存の方法と異なる新たな方法による流量の観測データを採用する場合には、(中略)品質管理組織に諮り、採用の可否を判断されたい。

また、品質管理組織に諮るにあたっては、事前に各地方整備局内関係各課と十分に協議するとともに、あわせて本省河川計画課河川情報企画室に報告すること。

15

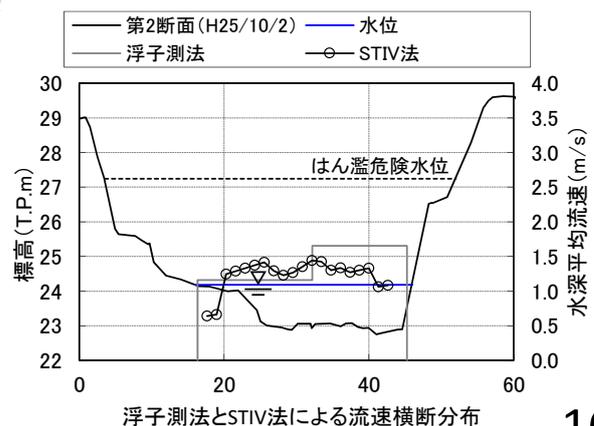
画像処理による流量観測

既存のインフラであるCCTVカメラ画像から Space Time Image Velocimeter (STIV)を用いて河川水の表面流速を算出

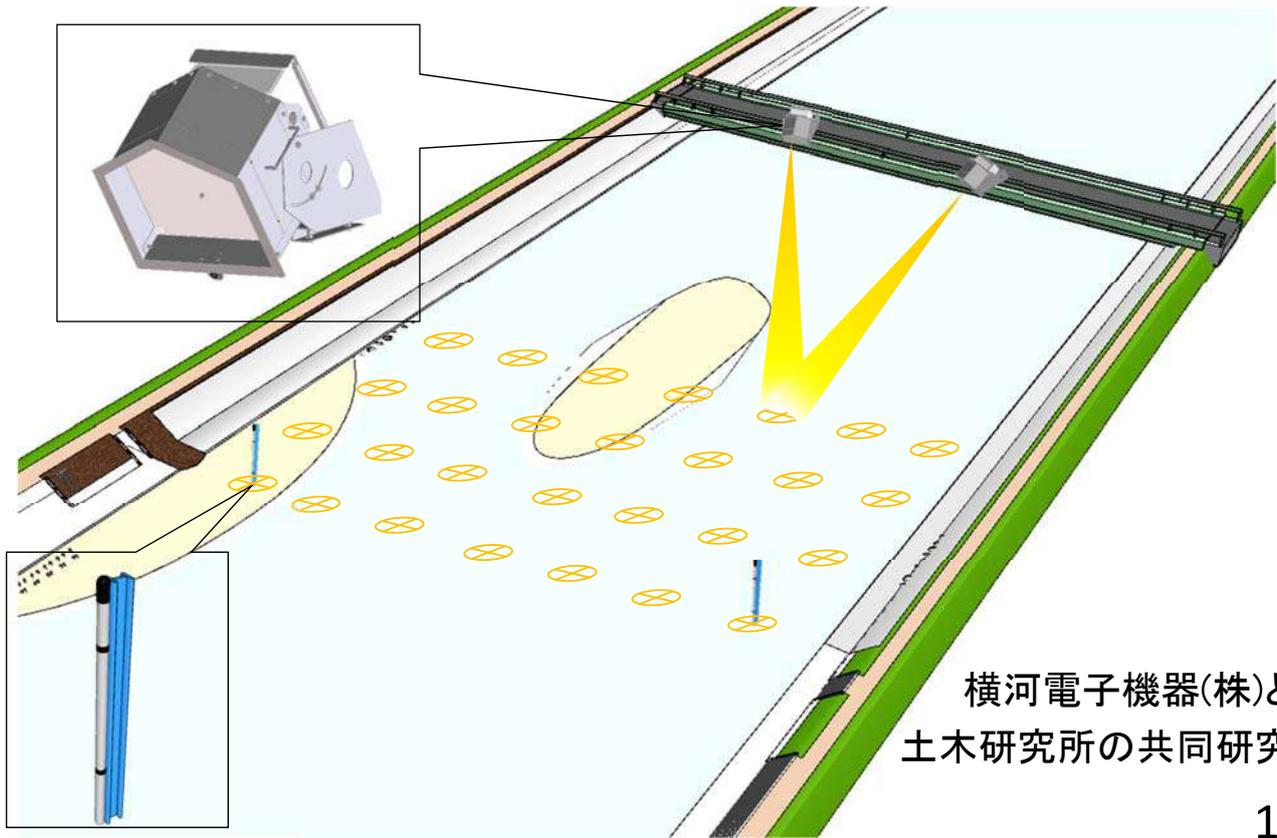


評定点をセットしたCCTVカメラ画像の一例

- ① 評定点と共に河川水の流れの映像を取得
- ② 河道に平行に検査線を設定(上左図)
- ③ 1本の検査線に注目し、横軸を検査線の長さ、縦軸を時間として時空間画像を作成(上右図)
- ④ ③で作成される画像の縞模様から流速を算出する。



16



計測距離をパラメータとしたデータ取得計測図

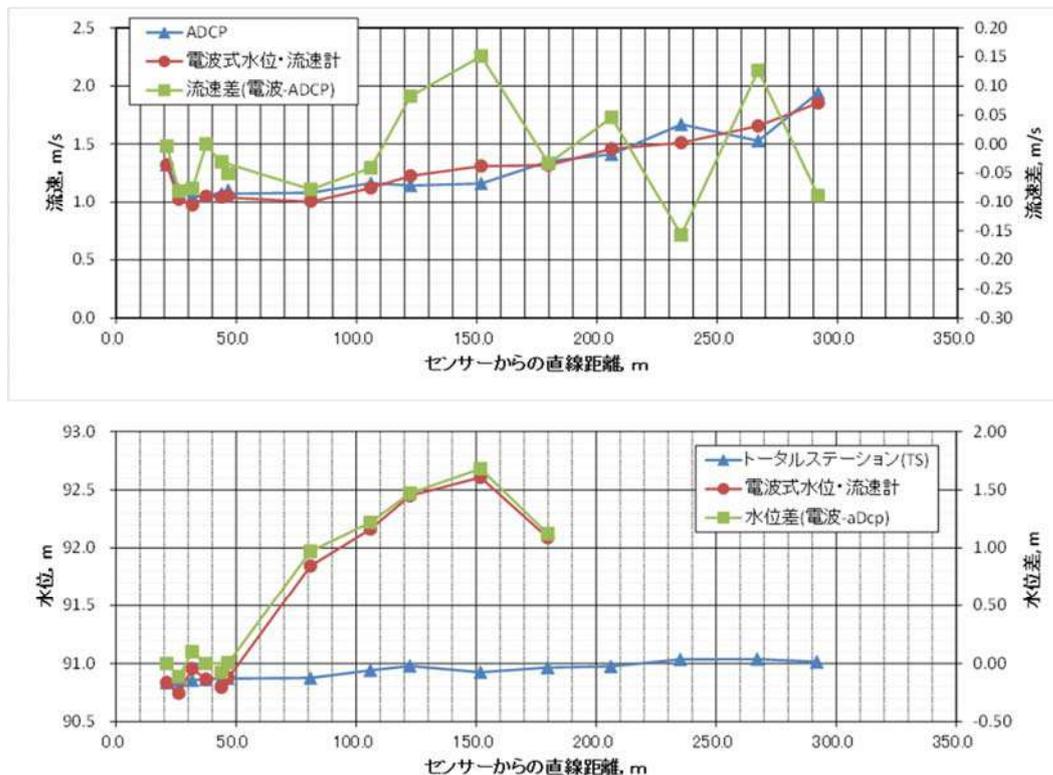
ADCP比較計測1
センサーからターゲットまでの水平距離291m

センサーからターゲットまでの水平距離40.8m

電波式流速水位計設置位置

センサーからターゲットまでの水平距離13.5m

計測値(3分の平均値)の比較



19

実装例(姫川山本観測所)



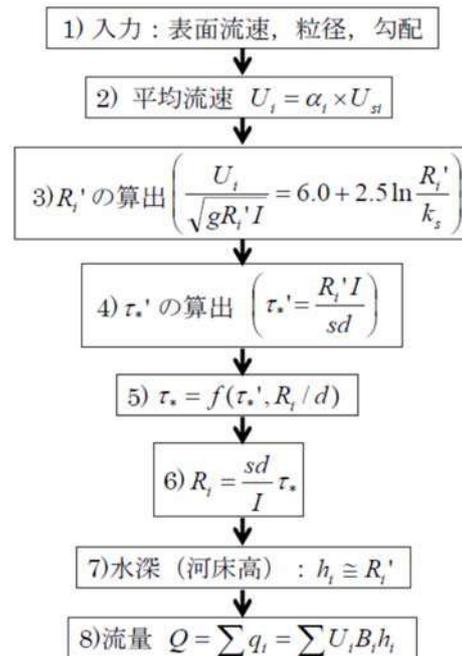
右岸(局舎近く)から撮影



山本観測所零点高
T.P.63.04m

20

- 1) 洪水中に表面流速 U_{si} と勾配 I 、洪水前後に平均粒径 d を計測する。
- 2) U_{si} に流速補正係数 α_i を乗じ、平均流速 U_i を算出する。その際、必要であれば風による表面流速の補正を行う。
- 3) U_i 、 I 、相当粗度高さ k_s 、重力加速度 g と対数則の流速分布式を用いて収束計算を行い、 τ^* に見合う径深 R_i' ($< R_i$)を算出する。
- 4) R_i' と河床材料の水中比重 s ($=1.65$)から無次元有効掃流力 τ^* を算出する。
- 5) 算出された τ^* とそれから決定される河床波形態における $\tau^* - \tau^*$ 関係から、 τ^* を算定する。
- 6) τ^* と次式より径深 R_i を算定する。
- 7) 径深 R_i を水深 h_i に近似する。
- 8) 区分断面流量 $q_i = U_i B_i h_i$ を合算し流量 Q を得る。



「河床変動を考慮した流量の推定」小関博司・萬矢敦啓・工藤 俊
土木技術資料 59-8(2017)

表面情報を用いた河床高・流量値の推定例

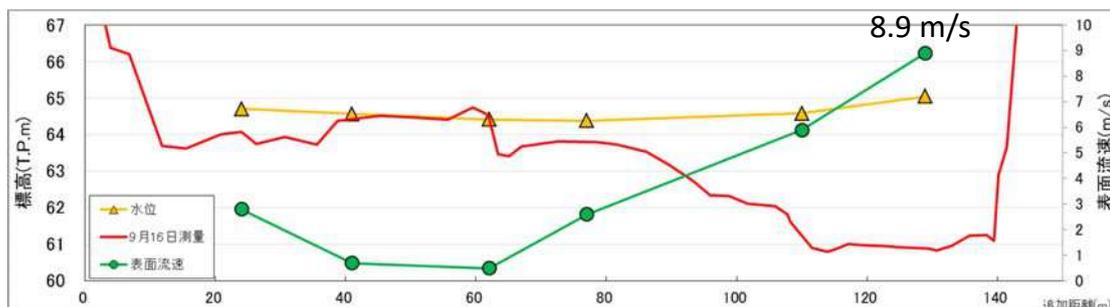
ADCP観測が難しい範囲への適用



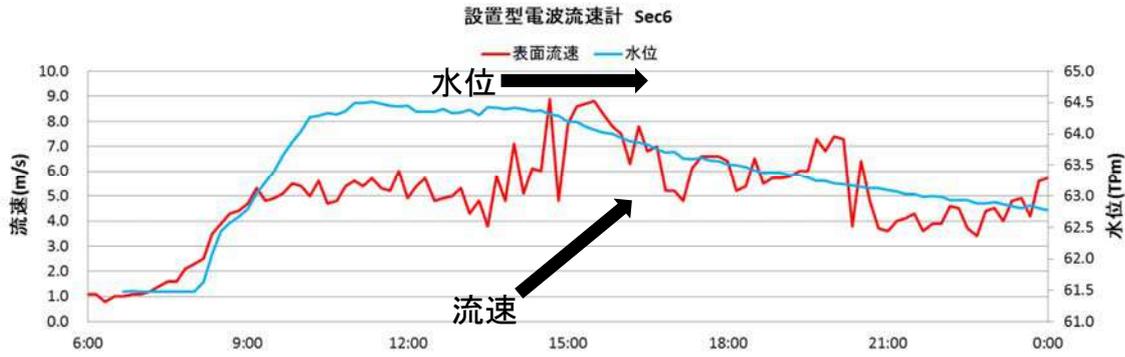
平成25年9月16日洪水



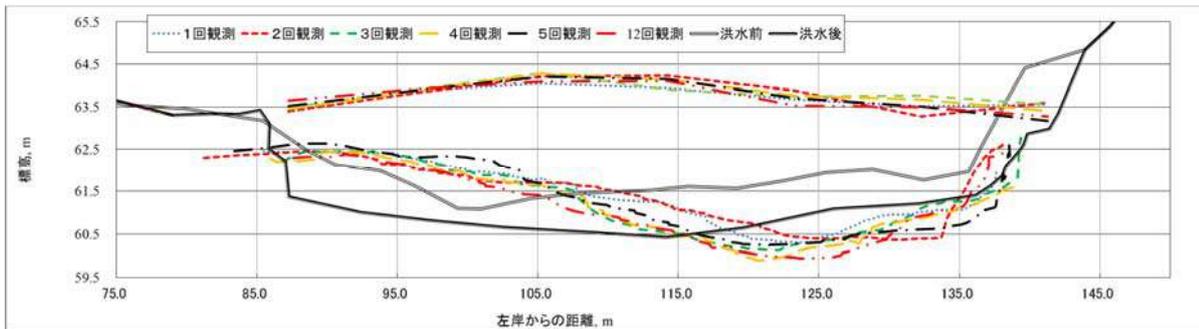
平成25年9月16日洪水



平成25年9月16日14:40

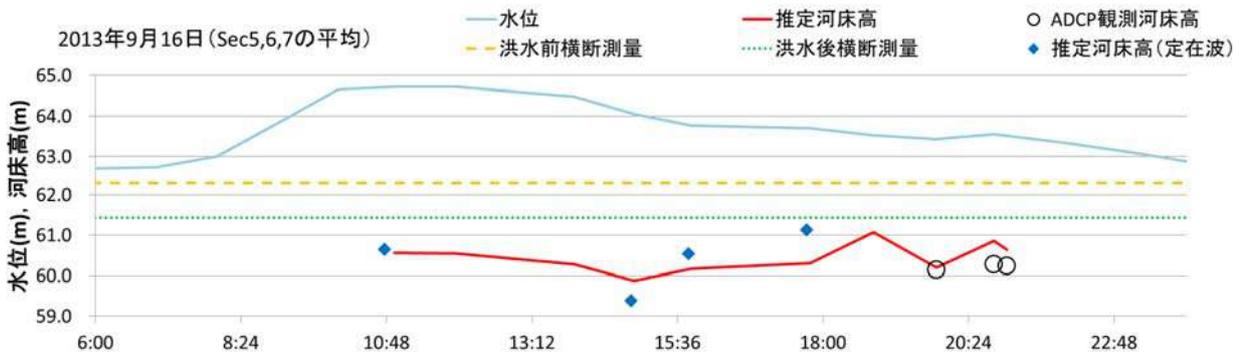


平成25年9月16日洪水の表面流速及び水位(観測)

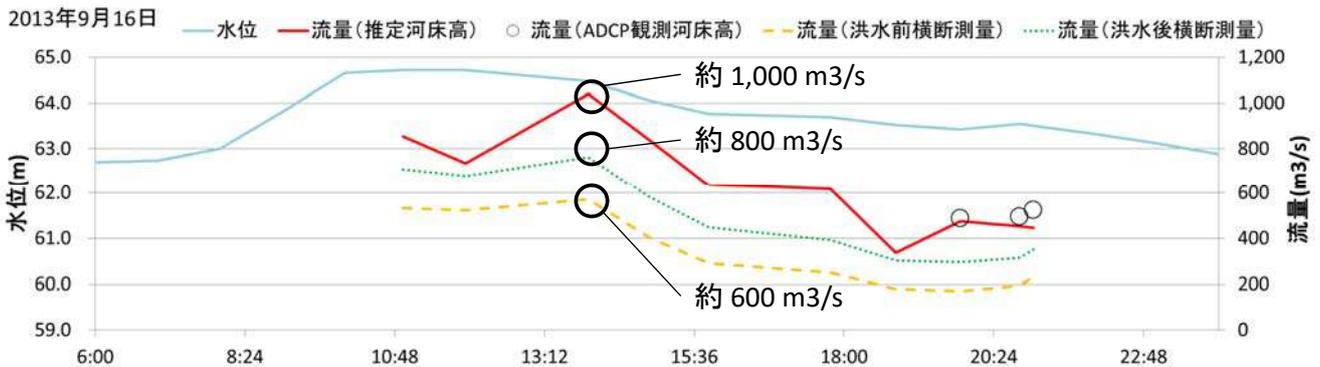


平成25年10月16日洪水の洪水中の河床高変化

- 推定河床高はADCP観測河床高を良好に再現する。
- 推定河床高は洪水前後の横断観測結果よりも低い。
→洪水中の河床洗掘を表すと考えられる。



- 推定河床高からの流量はADCP観測河床高からの流量を良好に再現する。
- 固定床を仮定した流量に比べ推定河床高からの流量は大きくなる。(洪水後河床高を仮定した場合の約1.3倍、洪水後河床高を仮定した場合の約1.7倍)



更新の経緯

- ver1.0 → 2013年10月
- ver1.1 → 2015年 8月(事例の追加、時点修正)
- ver1.2 → 2016年 6月(画像解析、H-aDcp、DIEX法)

