

取水堰上流部における堆積河床地形の詳細計測

徳島大学 正会員 ○武藤裕則 京都大学 正会員 張 浩
香川大学 正会員 石塚正秀 (株) AGS 非会員 奥井伸一

1. はじめに

近年、計算機能力向上に伴い高度な数値解析モデルが開発され、複雑な現象を高解像度で解析した例も増えてきている。そのような解析においては、データの初期値精度への依存性が想定される。河床変動を対象とする場合、陸上部については航空レーザ測量などの方法により詳細なデータが準備されつつあるが、水面下については定期横断測量や縦断測量結果を元に、追加測量を行うか、適当な内挿補間を行うのが現状である。

本報告は、取水堰上流部に形成された複雑な堆積地形を対象に、短時間で詳細な河床地形データの取得を可能とするサイド・スキャン・ソナー (C3D) による計測結果を示すと共に、超音波ドップラー流速計 (ADCP) による河床地形計測結果との比較を行い、その精度を検証したものである。

2. 計測対象領域および計測方法の概要

計測対象領域は、一級河川紀の川 (流域面積 $1,750\text{km}^2$ 、幹線流路長 136km) の距離標 $16.8\sim 19.0\text{km}$ 区間である。 16.8km 地点には取水用の岩出井堰が設置されており、また対象領域の右岸からは支川春日川、左岸からは支川貴志川が合流している。

計測は、2009 年 3 月 12 日、2009 年 9 月 14 日および 2010 年 10 月 7 日の 3 回行った。2009 年 9 月の計測のみ C3D を用い、他の 2 回は ADCP (RDI ワークホース・センチネル) を用いた。各回とも、船外機を艀装した小型ボートを用い、ボートの先端部 (C3D) または舷側部 (ADCP) に固定したアルミ製の特注架台によって計測器を取り付けた。対象領域をできるだけ広くカバーするように、かつ可能な限り低速で航行することで、対象領域内の地形情報を偏りなく得ることを目指した。ボートの位置および方向姿勢に関する情報は GPS により取得した。なお、堰の湛水期間は 2009 年は 4 月 7 日から 9 月 29 日、2010 年は 5 月 8 日から 9 月 21 日であり、また 2009 年 10 月 8 日には台風 18 号による最近 10 年間では最大の出水があった。対象領域の下流直近水位観測地点である、船戸におけるこの

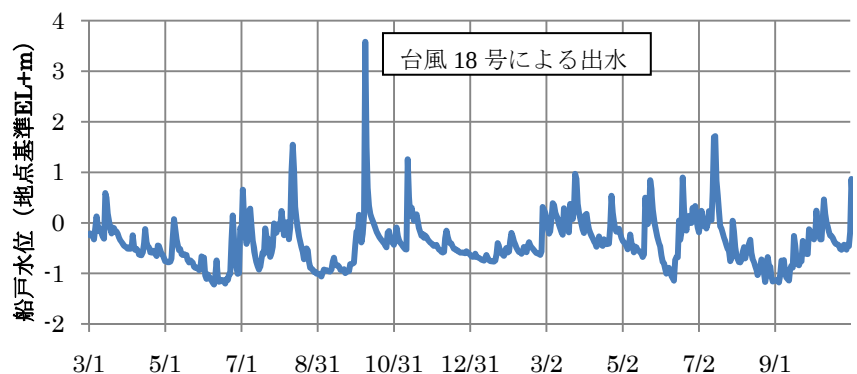


図1 紀の川・船戸における日水位変動 (2009 年 3 月～2010 年 10 月)

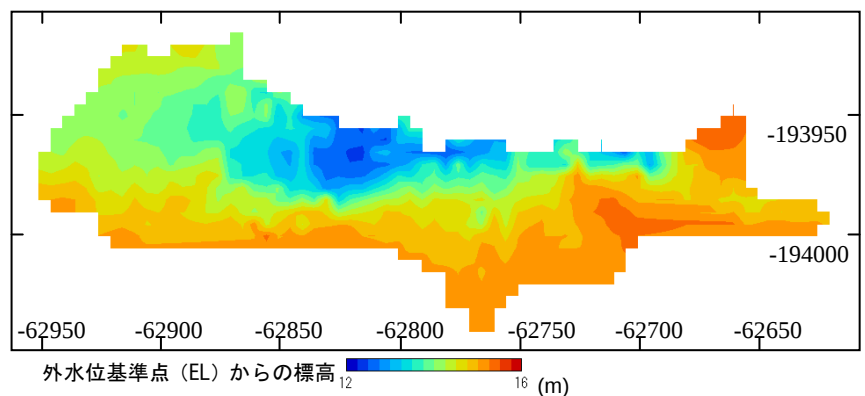


図2 河床地形の計測結果 (2009 年 3 月 12 日 : ADCP)

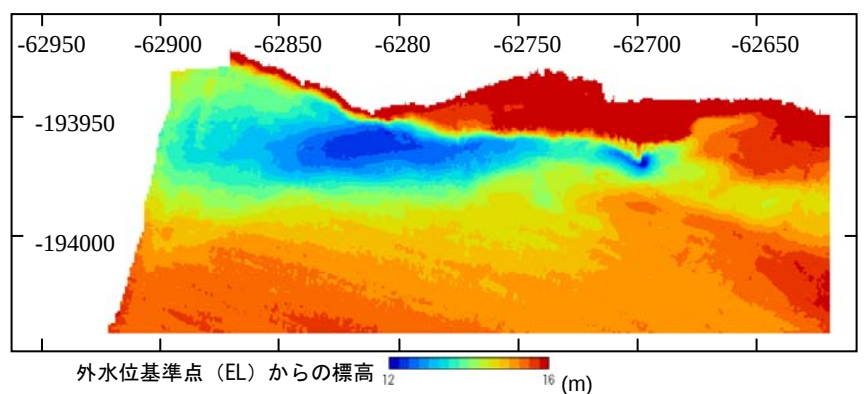


図3 河床地形の計測結果 (2009 年 9 月 14 日 : C3D)

間の日平均水位の変動記録を図 1 に示す。

3. 結果と考察

図 2 は 2009 年 3 月、図 3 は同年 9 月の計測結果を示したものである。なお、座標値は平面直角座標第 6 系による値であり、図の右が上流、左が下流である。C3D を用いた 2009 年 9 月の計測時には、対象領域が限無くカバーされており、マルチビーム測深器の中でもとりわけ測深幅の大きい C3D の有用性が如実に示されている。一方、両者による計測値を比較すると、右岸沿いに形成された深掘れ地形の形状に若干の差異があるものの、ADCP による計測結果は、等高線の形状で見ると、概ね C3D に遜色ない精度で得られていることが伺える。両者のデータを 5m 格子に正規化して比較し、C3D を基準値として ADCP による誤差の絶対値の分布を示したのが図 4 である。図より、誤差の絶対値が 20cm 以内の地点がほぼ 6 割を占め、仮に許容誤差の絶対値を 50cm 以内とすると、9 割以上がこの条件を満足している。以上のことは、簡易な河床地形計測機器として ADCP を使用することの妥当性がある程度示している。

図 5 は 2010 年 10 月の計測結果を、また図 6 は図 2 と図 5 を比較してこの間の地形変動量を示したものである。これより、対象領域は全体的に河床低下しており、その値は平均して数 10cm 程度であることが伺える。特に、対象領域右岸沿いの深掘れ地形が拡大し、最深部は上流へ移動したことが示されている。当該部分の河岸は岩床が露出し、かつ低水路水衝部でもあることから、先述の 2009 年台風 18 号によって洗掘されたものと想定される。

4. おわりに

今回の検討により、河床地形計測において高解像度と省時間化（ADCP に比して同時間で 3～4 倍の面積を計測することが可能）の点で C3D の有用性が示された。一方、計測原理から予想されるように地形急変部への適用には問題が残るものの、ADCP による河床地形計測データがある程度の信頼性を有することが示された。また、当該地点における約 1 年間の地形変動量を ADCP による計測で把握し、台風に伴う大規模出水による変動への影響を検討した。その結果、堰上流の堆積環境でありながら、直近 10 年間で最大規模の出水によるものと思われる河床低下が見られた。なお、本研究は土木学会河川懇談会共同研究による補助を受けた。現地調査及び資料収集にご協力いただいた国土交通省和歌山河川事務所に謝意を表する。

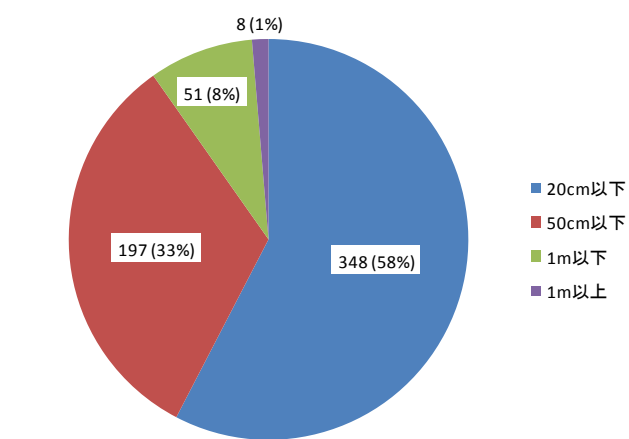


図 4 C3D に対する ADCP 地形計測の精度

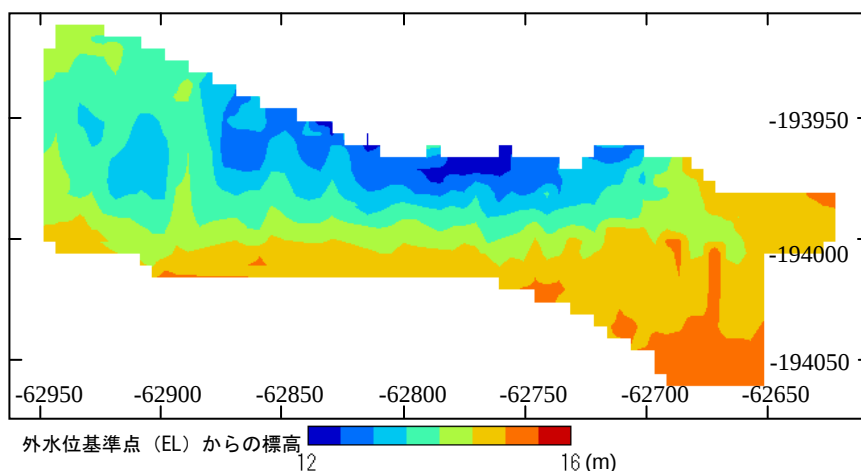


図 5 河床地形の計測結果（2010 年 10 月 7 日：ADCP）

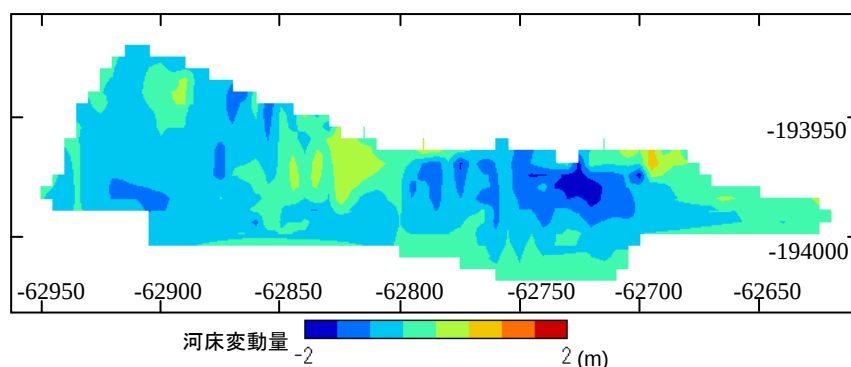


図 6 2009 年 3 月～2010 年 10 月の河床変動量