

超音波流速計を用いた SS 濃度の長期連続推定の試み

(独) 土木研究所寒地土木研究所 正会員 ○横山 洋
 正会員 矢部 浩規
 正会員 渡邊 和好

1. はじめに

河道内を流下する土砂輸送量を把握することは、河口域・海岸への土砂・汚濁負荷供給等の実態把握において重要なデータとなる。各河川で水文観測が行われているが、洪水ピーク時を網羅した観測実施には困難が多い。また感潮域等、平水時から複雑な流況を踏まえた観測が必要な箇所も多い。平水時から出水時までを連続的に包括した流速、懸濁物濃度の断面分布データ取得が望まれる。近年、観測技術の向上により、超音波流速計 (ADCP) による流量連続観測のほか、超音波を利用した濁質空間分布の算定も様々な研究が重ねられている。本研究では、石狩川に設置された ADCP のデータを用い、出水期間も含めた長期間の SS 動態の連続推定を試みた。

2. 調査概要

調査地点は、石狩川河口から上流に約 27km の石狩大橋である (図-1)。同地点右岸に、国土交通省北海道開発局が ADCP (RD Instruments Workhorse 1200kHz) を設置し、流速連続観測を行っている。ADCP 設置箇所の水深は、平水時に概ね 4m 前後、観測層厚は 0.25m、計測は 10 分間隔 (1 分計測, 9 分休止) である。その他の観測諸元は、文献¹⁾を参照いただきたい。水質 (採水: 水面下約 1m) 及び石狩大橋水位は水文水質データベースによる値である。

3. SS 推定手法及び再現性の検証

ADCP 反射強度データからの SS 濃度推定は、以下の式(1)に示す豊田らの手法で行った²⁾。

$$A \log_{10} C = I - B + k \log_{10} D + \alpha D \quad (1)$$

ここで、 C : SS (mg/L), A : 機器による定数 (=40), I : ADCP の反射強度 (count), B : 反射強度の基底値 (count), k : 機器による定数 (=46.6), D : ADCP 超音波発信部からの距離 (m), α : 超音波の水中減衰係数である。実測 SS (採水) と式(1)で推定した SS の相関が最も良好となる α , B を時期別に設定した。図-2 は時期別の SS 実測値と推定値の比較結果である。SS が 50mg/L



図-1 調査箇所図

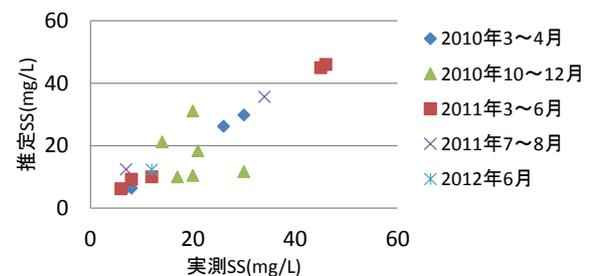


図-2 実測 SS と推定 SS の相関

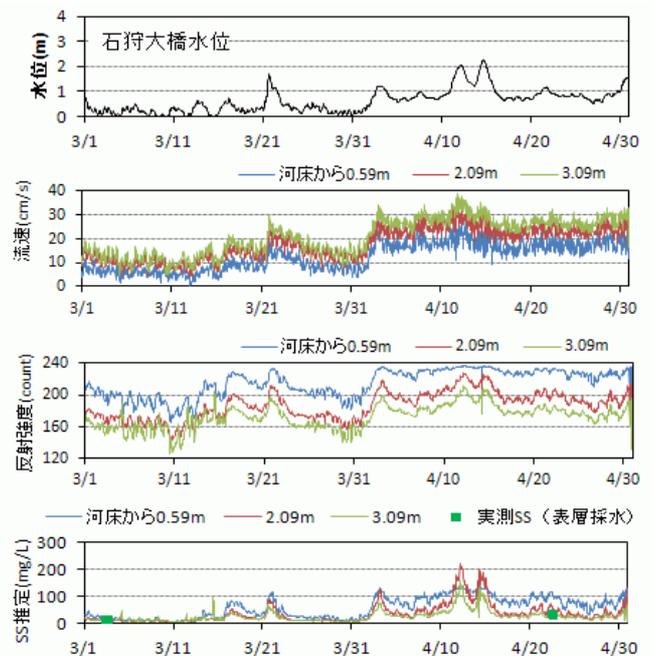


図-3 2010年融雪期観測結果及びSS推定値

キーワード ADCP, 反射強度, 濁質の動態把握

連絡先 〒062-8602 札幌市豊平区平岸1条3丁目 (独) 土木研究所寒地土木研究所 水環境保全チーム TEL011-841-1696

以下では、本手法で現地変動を再現できた。

4. 出水時 SS 推定への適用

次いで SS 推定手法を、現地出水期も含めた濁質長期変動推定に適用する。精度確保された範囲外への適用となるが、以下では同手法適用に伴う課題の抽出に主眼を置いて分析・考察を進める。

(1) 融雪出水時

図-3 は、融雪出水開始～ピーク直前に当たる 2010 年 3～4 月の石狩大橋水位、各層の流速、反射強度、推定 SS である。3 月と 4 月では、ADCP 反射強度の特徴が大きく異なる。反射強度の増加は両月ともに水位・流速増加と連動するが、3 月は反射強度の変動幅が大きく、また水位低下と同時に反射強度も低下する。一方 4 月は、反射強度は一度上昇すると高止まりとなり、流速・水位変化に対する反射強度の変動幅が 3 月よりも小さい。

SS 推定値は、ほとんどの期間で下層部（河床から 0.59m）が最大で上層ほど小さい値である。しかし 4 月中旬の 2 回の出水では、洪水ピーク時の SS 推定値は上層（河床から 3.09m）が最大値をとる。これは、水位・流速の変動に対して、下層の反射強度は高止まりで変動幅が小さいが、上層では反射強度変動幅が大きく、SS 推定値にもそれが反映されるためである。

(2) 夏季出水時

図-4 は 2011 年 7 月から 9 月までの夏季～秋季出水時を含む ADCP 反射強度及び SS 推定結果である。9 月上旬に規模の大きい出水が生じている。また 9 月 5 日以降は計測値にエラー値を多く含むため解析対象から除外した。7 月下旬と 8 月中旬に比較的水位が上層した出水が各 1 回あり、反射強度も大きく増加している。その他に、7 月上旬・中旬に各 1 回、反射強度が大きく変動する小規模出水がみられた。また水位低下時には反射強度は単調低下するのではなく、途中で反射強度が増加した後再度低下するケースも散見される。これらの現象は出水中や減水期の SS 推定値の算定に影響を及ぼすことが考えられ、同現象の発生タイミングやその因子について解明していくことが SS 長期変動の推定精度の向上に必要である。

4. まとめ

ADCP 連続観測により、出水時を含む SS の連続推定を試みた。本手法は SS 濃度が 50mg/L まで現地適用可能であった。次いで、出水時を含む ADCP 連続観測結果に対し、SS 推定手法を適用し、出水中の SS 変動特性を推定・考察するとともに、反射強度特性に関する課題を抽出した。

今後、より濁質濃度が高い状況下での本手法の適用と精度確認、反射強度の特性を踏まえた SS 連続推定手法の改良を進めていく予定である。

謝辞

本研究実施に当たって、国土交通省北海道開発局より、現地データを提供いただいた。ここに記して謝意を表す。

参考文献

- 1) 天野ら：感潮区域における流量観測手法について - 石狩大橋地点でのリアルタイム流量観測-, 平成 21 年度北海道開発局技術研究発表会, 2010
- 2) 豊田ら：超音波ドップラー流速計を用いた湖内懸濁物質濃度分布の推定, 応用測量論文集, Vol.19, pp.55-60, 2008

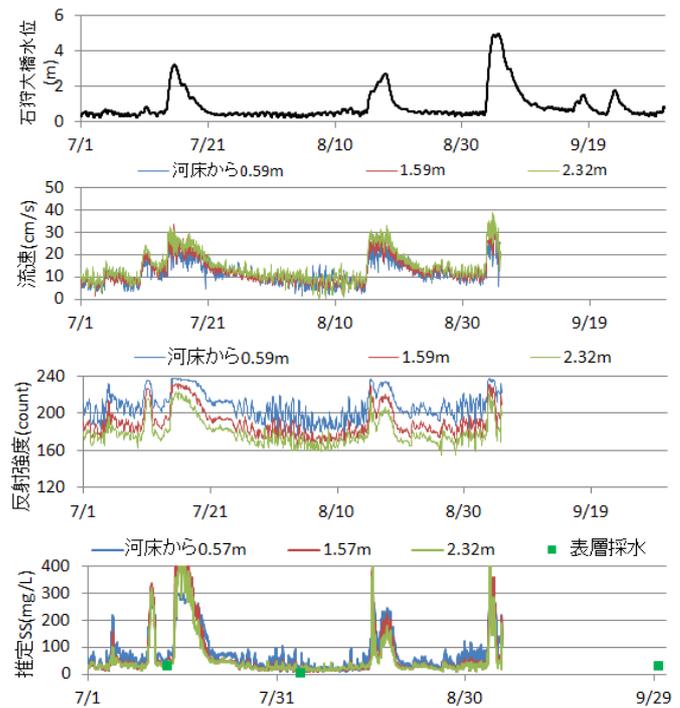


図-4 2011 年夏季観測結果及び SS 推定値