

H-ADCP の反射強度を利用した濁度推定の試み

東京理科大学大学院理工学研究科土木工学専攻 学生員 ○北山 秀飛
 東京理科大学理工学部土木工学科 正会員 二瓶 泰雄
 日本工営(株) 正会員 木水 啓

1. 序論

水系一環土砂管理を実現するために、現在全国の多くの河川で土砂動態調査が実施されつつある。その調査の多くは洪水時に採水された河川水を室内で分析し、土砂濃度(SS)を計測している。また、連続観測が可能な光学式濁度計や超音波による濁度計測も近年行われている¹⁾。一方、著者ら²⁾は、超音波計測技術の一つである、一台で流速の横断分布計測が可能な水平設置型の超音波式ドップラー流速分布計(Horizontal Acoustic Doppler Current Profiler, 以下、H-ADCP と呼ぶ)による流量モニタリングシステムを確立しており、現在、このシステムをさらに発展させて浮遊土砂輸送量計測システムの構築に取り組んでいる。しかしながら、これまで H-ADCP による土砂濃度(濁度)計測の検討例は皆無に等しい。そこで本研究では、H-ADCP の反射強度を利用した土砂濃度計測を試みたので、その結果を以下に示す。

2. 現地観測の概要

本調査では図-1に示す H-ADCP (Workhorse 600kHz, RDI 製)を用いた。H-ADCP は河川中の散乱体に超音波を発し、ドップラー効果により流速の横断分布観測を行うことを主目的とした流速分布計である。この H-ADCP には、超音波パルスを送受信するトランスデューサーが3つ存在する。本論文での濁度推定には中央のトランスデューサー T_3 において計測する超音波の反射強度を用いる。この反射強度は散乱体から反射する超音波の大きさを基準化された単位(count)に変換したもので表される。なお、一般的には、トランスデューサー面からの距離 L とともに散乱体からの反射音は小さくなり、散乱体の濁度が高くなるほど超音波の減衰量は大きくなる。

この H-ADCP を江戸川・野田水位観測所付近(39.1km 地点)における低水路左岸側に位置する水位標に設置した(計測高さ:3.4[Y.P.m])。これと同時に、H-ADCP と同一の高さにおいて光学式濁度計(Compact-CLW, アレック電子(株)製)を設置した。観測サイトの断面形状は図-2に示す複断面形であり、低水路幅は約 70m である。観測は 2006 年 6 月 6 日から現在まで連続的に行われているが、本論文では観測開始から 2006 年 12 月 1 日までのデータを対象とする。この観測期間中 3 回の出水が生じ、このうち 7 月 18 日～23 日の洪水では高水敷が冠水した。

3. 結果と考察

(1) 反射強度を利用した濁度推定法

一般的に関連性が高いと考えられる超音波の濁度と反射強度値の相関性を調べたところ(図-3)、低濁度時には両者の相関性が認められるものの、高濁度時には濁度とともに反射強度は増加せず、ある値(224[count])が上限値となることが確認された。そこで、反射強度値そのものではなく、この横断位置における反射強度の比に着目した。ここでは H-ADCP からの距離 y が 3.25m (3 層目)と

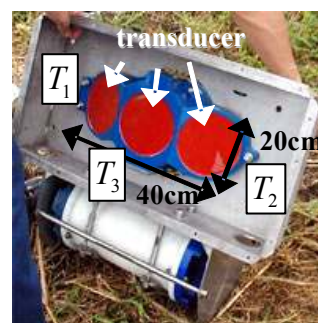


図-1 H-ADCP の概観

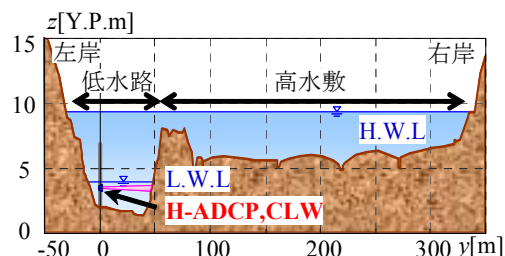


図-2 観測サイトの横断面形状

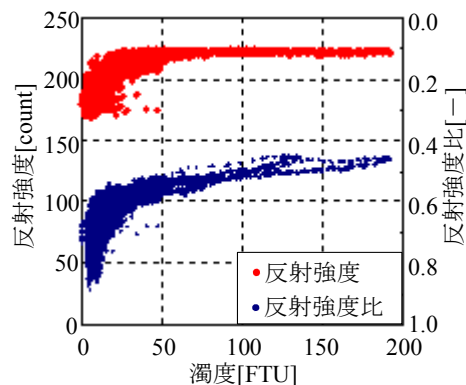


図-3 濁度-反射強度・反射強度比

キーワード：H-ADCP, 濁度, 反射強度, 超音波計測, 土砂動態

連絡先 : 〒278-8510 千葉県野田市山崎 2641 TEL : 04-7124-1501 (内線 4072) FAX : 04-7123-9766

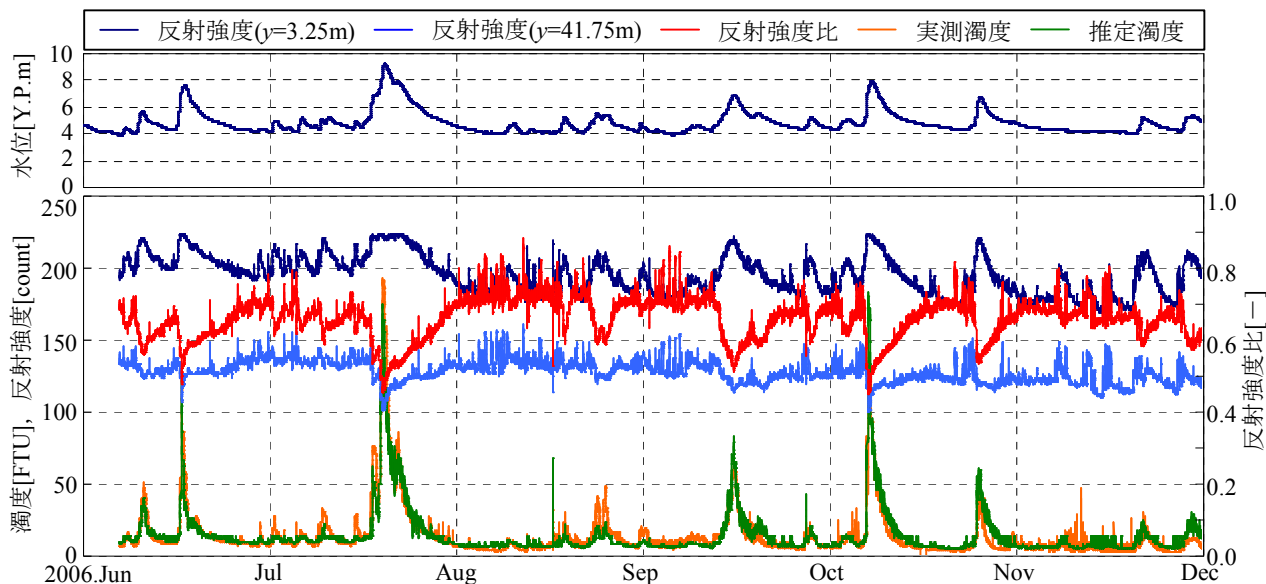


図-4 全期間における推定濁度と実測濁度，反射強度，反射強度比の時間変化

41.75m (80 層目)の位置における反射強度比を求め，反射強度比と濁度の相関関係を同図に示す．これより，高濁度時においても，濁度と反射強度比の相関性が認められる．以上の結果より，本論文では，観測期間内の全データを低濁度時（反射強度比 ≥ 0.65 ）と高濁度時（反射強度比 < 0.65 ）に分け，低濁度時には反射強度と濁度，高濁度時には反射強度比と濁度の相関式を用いて，それぞれ濁度を推定する方法を採用することとする．なお，低濁度時には指数関数，高濁度時には二次関数により近似された式を相関式として与えた．この推定法により求めた推定濁度と光学式濁度計による実測濁度，反射強度，反射強度比の時間変化を図-4に示す．これより，観測期間中の全期間にわたり，本推定法により得られた濁度と実測値は概ね一致していることが分かる．

(2) 洪水中の反射強度比と濁度の関係

図-5に7月18日～23日に発生した洪水時における反射強度比と濁度の相関関係を示す．これらはいずれも高濁度時の結果である．これより，反射強度比と濁度の関係は増水期と減水期とでは異なり，洪水中にループを描いている．これは，浮遊土砂の粒径分布が増水期と減水期では異なったためである．また，本推定法では，観測期間中に得られた全ての濁度と反射強度・反射強度比の相関関係より，それぞれ一つの推定式を定めている．これにより，いくつかの洪水時の減水期では，推定濁度が実測濁度を上回っている．

推定濁度と実測濁度の相関図を図-6に示す．両者に対しての近似直線は線形関係となり，約2.5万のサンプル数に対して相関係数 r は0.932と良好である．これよりH-ADCPの反射強度データから濁度を精度良く推定できる可能性が示唆された．

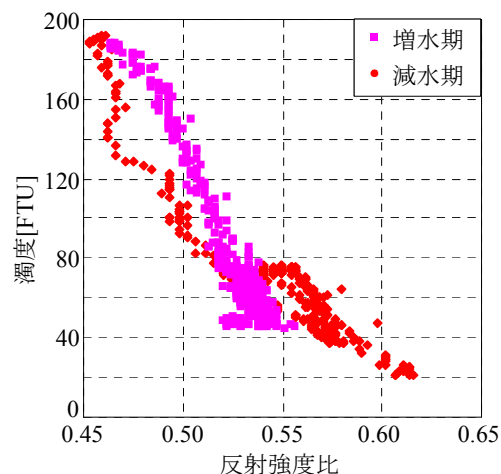


図-5 洪水中の反射強度比-濁度

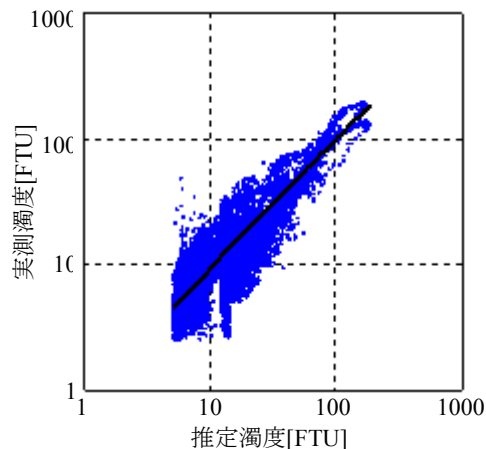


図-6 実測濁度と推定濁度の比較

参考文献

- 1) 橘田ら：土木学会年次学術講演会講演概要集第2部，Vol.61，2006.
- 2) 木水啓，二瓶泰雄：水工学論文集第51巻，pp.1057-1062，2007.