

平成23年度

# 網走湖女満別湾におけるADCPを用いた濁度時空間分布の推定について

(独) 土木研究所寒地土木研究所 水環境保全チーム  
道北支所  
道北支所

○横山 洋  
渋谷 直生  
安田 裕一

汽水域の水中懸濁物（SS）の時空間分布は、底質をはじめとした河川・湖沼環境と密接に関連している。しかし一般的なSS計測手法（採水分析、濁度計）は点データであり、SS時空間分布の効率的・効果的な取得手法が求められる。本研究は、近年多くの事例があるADCPによる濁度推定を網走湖女満別湾で行い、濁度鉛直分布を時系列で推定し、濁度の動態とその影響因子（流況・気象条件等）との関係について検証した。

キーワード：ADCP、濁度推定、閉鎖性水域

## 1. はじめに

網走湖は網走川の河口から約7km上流に位置する、面積32.3km<sup>2</sup>、最大水深16.1mの汽水湖である<sup>1)</sup>。その中で女満別湾は網走湖の最上流部で網走川の流入口にあたり、最深部でも水深5m程度と湖内でも浅い水域である。また内湾であることから、網走湖内でも閉鎖性が強い水域であり、栄養塩を多く含む底質が堆積し、湖内の水環境に影響を及ぼすことが指摘されている<sup>1)</sup>。ゆえに同湾の水質保全には底質環境の適切な管理が重要であり、そのためには底質の性状把握が重要である。それらの検討にあたり、また流入河川である網走川から流入する懸濁物の女満別湾内での沈積過程の把握は、底質の形成やその変遷を検討する上でも重要である。それらの検討にあたり、濁度の時空間分布は基礎的なデータとなる。

しかしながら、一般的な濁度計測（採水分析、濁度計）は、ある時刻における点データを取得するものである。自記式濁度計は、ある点における時系列データを取得可能だが、空間分布把握には多数の機器を同時設置が必要になる。これらの課題に対するアプローチの1つとして、超音波多層式流速計（ADCP）を用いた濁度の時空間分布推定が提案され、汽水域<sup>2)</sup>や湖沼<sup>3)</sup>も含めて多くのフィールドで適用されている。ADCPを用いた濁度推定手法は、濁度挙動に大きく影響を及ぼす流れ場の状況を同時に把握できる。

本研究では、網走湖の女満別湾において、濁度鉛直分布を時系列で推定し、濁度動態とその影響因子（流況・気象条件等）との関係を検討した。

## 2. 現地概要

現地観測は2011年6月30日から11月8日にかけて行った。調査箇所は女満別湾の湾口付近である（図-1）。女満別湾の水深はほぼ全域にわたり5m以下であり、網走湖に安定して存在する塩淡水境界層（同年10月中旬の多項目水質計による観測では水面下概ね6mで確認）より浅い。調査地点の水深は概ね3mであった。調査地点の塩分は8月は1~3psuで変遷しており、その他の期間では1psu以下であった。

調査項目は、ADCP（RD Instruments Workhorse Sentinel 1200kHz）による定点流速流向観測、自記濁度クロロフ



図-1 網走湖女満別湾調査位置

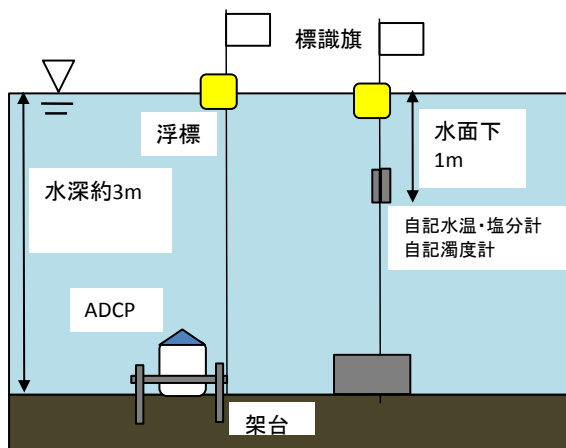


図-2 観測機器設置模式図

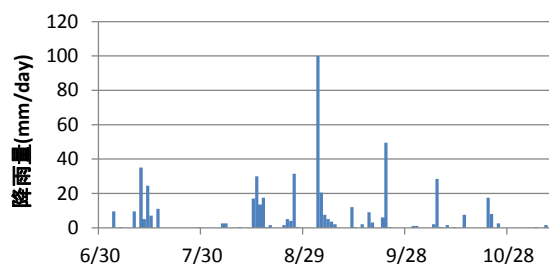
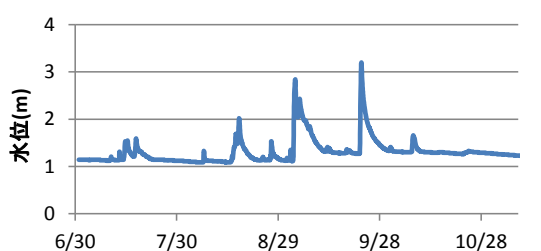


図-3 網走川水位（本郷）及び女満別日降雨量

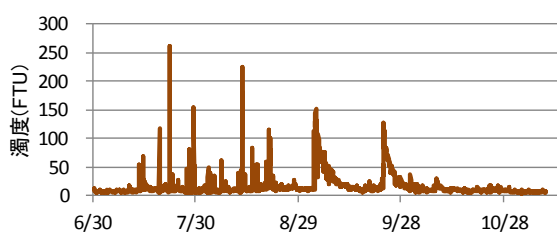


図-4 自記濁度計による観測値

イル計（JFEアレックCompact-CLW）及び自記水温塩分計（アレック電子Compact-CT）による水質連続観測、投げ込み式多項目水質計（JFEアレックAAQ1182）による水質鉛直観測である。ADCPは湖底に上向きに設置した。水質自記観測に用いる機器は、湖底から水面下概ね1mになるよう設置している（図-2参照）。水質鉛直観測は調査期間中概ね半月に1回行っている。

図-3は国土交通省による網走川本郷地点水位<sup>4)</sup>及び気

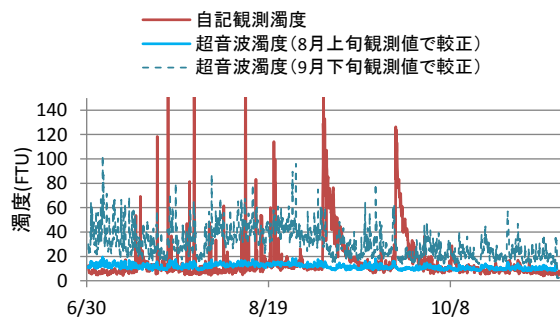


図-5 超音波濁度の長期変遷結果

象庁による女満別地点の日降雨量<sup>5)</sup>を示したものである。規模の大きい出水は8～9月にかけて3回みられ、いずれの出水時にも濁度は100FTUを超過する。

図-4は自記濁度計観測による水面下1mでの濁度変遷である。濁度は平水時は概ね10FTU前後であるが、出水に伴い100FTUを超える上昇がみられる。なお7月及び8月にかけて、非出水時にパルス状に濁度が急上昇する状況が数回みられるが、その原因は不明である。

### 3. 濁度算出手法

続いてADCP観測値からの濁度算出手法を説明する（以下ADCPデータから推定した濁度を「超音波濁度」と称する）。ADCPに用いられている超音波の反射強度は、濁度と相関があることは既往研究により知られている。超音波濁度の算出には、専用ソフトウェア（Visual ADCP Tools 3、（株）ハイドロシステム開発）を用いた。ソフトウェアの概要ならびに解析手法の詳細については橋田ら<sup>4)</sup>により報告されているので、本稿においては省略する。

超音波濁度算出のためのパラメータ設定に当たっては、既往の事例<sup>7)</sup>と同じく、まず平水時の代表的な濁度鉛直分布からキャリブレーション用のパラメータを設定し、観測期間全体にわたる濁度変遷傾向を算出することとした。ここでは出水による影響がほとんどないと考えられる8月上旬における水質鉛直観測データ（平均濁度は概ね8FTU）から設定している。しかしながら、出水等による濁度上昇時は、平水時のパラメータで算定した超音波濁度は実測値に比べて過小評価する傾向があることから、高濁度を再現するためのパラメータ設定が必要である<sup>7)</sup>。水質鉛直観測は出水後の高濁度時には実施していないことから、該当期間の自記濁度計による水質連続観測結果をもとにしたキャリブレーションを行った。以下に、濁度算出結果を述べていく。

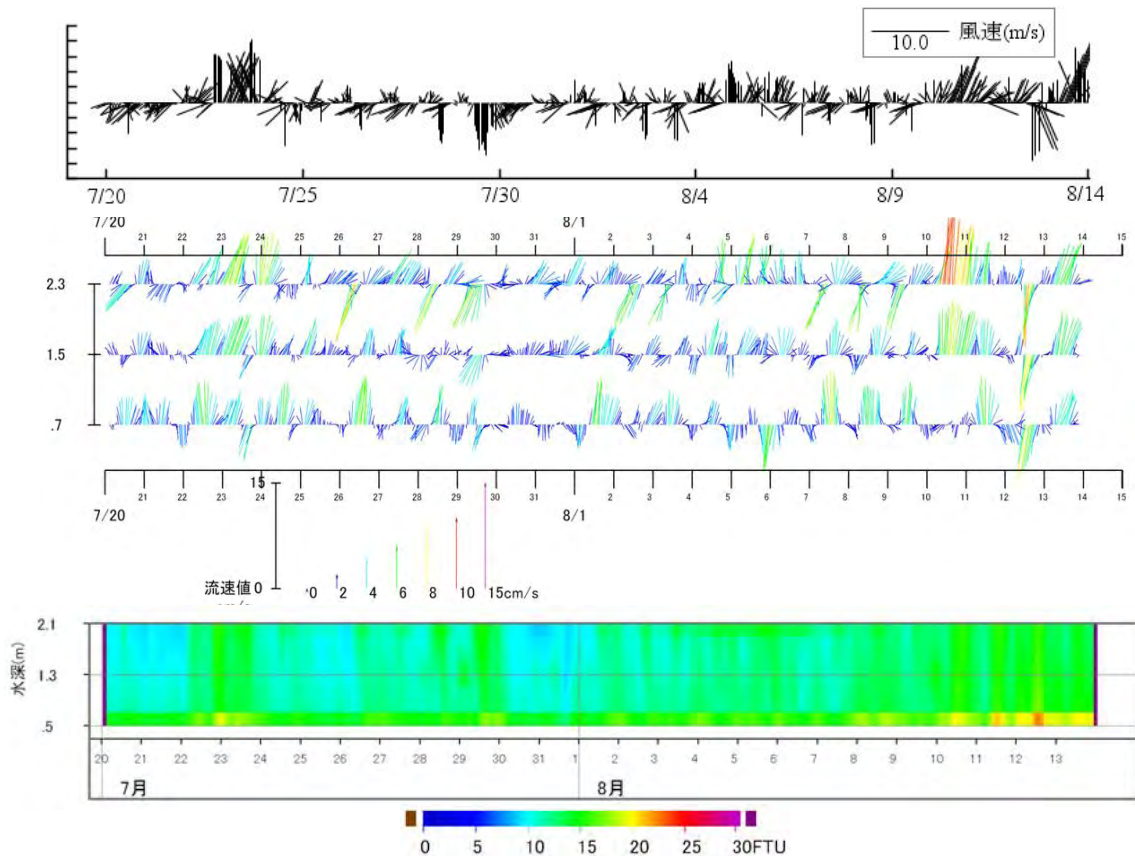


図-6 平水時（7月20日～8月13日）の超音波濁度変遷と風速風向、流速流向

#### 4. 濁度算出結果及び考察

##### (1) 濁度の長期変遷と精度

まず期間全体を通じた水質連続観測値（水面下1m）と機器設置深度に相当する位置での超音波濁度を比較する。図-5は前章で述べたとおり、8月上旬の水質鉛直観測結果から算出したパラメータにより算出した超音波濁度である。期間全体を通して濁度は10FTU前後で変化している。そのため規模の大きい出水時のほか、小規模な出水時でも自記濁度計による変動には追従できていない問題点がある。

なお図-5には参考に、水質鉛直観測の中で最も濁度が高い結果が得られた9月下旬に観測したデータから、全期間の超音波濁度を算定した結果も重ねている。出水時等の精度改善を目的としたが、濁度変動幅が過大となり、いずれの期間でも妥当な値ではない。以上から長期間の濁度算出は平水時の平均的な値、出水時については、出水期間中の観測結果から個別のパラメータ設定による再度の補正が望ましいと考えられる。

##### (2) 流速・濁度と風速風向の関係

次いで平水時の濁度変動と外的因子の関係について検証する。図-6は、期間中に顕著な降雨がなく、出水によ

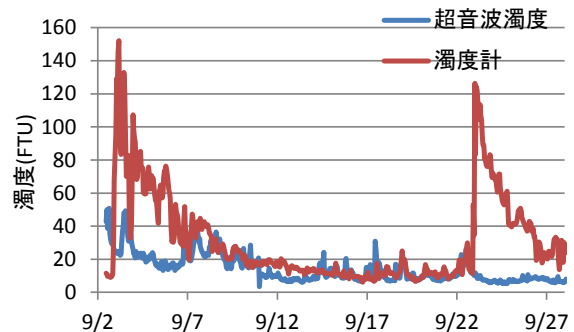


図-7 9月（出水時）の超音波濁度再現結果  
（9月の水質連続観測結果から較正）

る濁度上昇の影響が小さいと想定される7月20日から8月13日にかけての超音波濁度の鉛直分布の時系列変遷を示したものである。全体として強風時に表層付近の流れが同方向に加速されている。下層部は表層部と同一方向に流れが加速されるケースもみられることが多いが、逆方向の流れが生じる場合もある。濁度は鉛直方向に概ね一律の値をとることが多い。強風時には若干濁度が上昇する傾向もうかがえるが、今回の観測データにおいては風と濁度変遷に明瞭な関係までは見いだせなかった。

### (3) 出水時の濁度補正

前述したとおり、出水による濁度上昇時は平水時のキャリブレーション用のパラメータでは超音波濁度は妥当に算出されない。そこで出水時に合わせ、超音波濁度算出パラメータの補正を行う。ここでは9月の水質連続観測結果をもとに、超音波濁度の補正を行った。図-7にその結果を示す。出水による濁度急上昇時は依然として大きな差がある。なお濁度がある程度低減してきた9月7日から22日までの期間では、再現性は大きく改善したといえる。

## 5. まとめ

本研究での検討結果を以下にまとめる。

- ADCPによる濁度推定を行った。平水時の平均的な濁度は、水質鉛直観測結果から十分な精度での再現が可能であった。
- 平水時の網走湖の流速、濁度鉛直分布の変遷と風との関係を検証した。風による流速の加速や濁度上昇傾向は若干みられるが、今回の観測からは明瞭な相関までは確認できなかった。
- 出水時の濁度上昇期の補正は、水質連続観測結果による較正が有用であることを確認した。

今回は濁度算出結果の報告が中心となったが、今後は出水直後の高濁度時の再現性改善や現象のより詳細な把握を行い、出水時も含めた濁質と底質動態の関係について検討を進める予定である。

謝辞：現地データの収集は（株）エコニクスとの協力を得て行った。ここに記して関係各位に謝意を表す。

### 参考文献

- 1) 網走川水系網走川水環境改善緊急行動計画（清流ルネッサンスⅡ）、国土交通省網走開発建設部、2004
- 2) 例えば川西澄，山本洋久，余越正一郎：超音波流速計と散乱光式濁度計を用いた懸濁粒子の濃度，粒径，フラックスの測定，水工学論文集第42巻，559-564，1998
- 3) 豊田政史，宮原一道，疋田真，宮原裕一：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.19，55-60，2008
- 4) 国土交通省水質水文データベース (<http://www.l.river.go.jp>)
- 5) 気象庁ホームページ (<http://www.jma.go.jp>)
- 6) 橋田隆史，横山洋，橋場雅弘，新井励：ADCPの超音波反射強度を利用した濁度計測技術について，河川流量観測の新時代第2巻，49-56，2011
- 7) 横山洋，橋場雅弘，橋田隆史：ADCPを用いた石狩川感潮域の濁度推定と変動メカニズム検討，第54回北海道開発技術研究発表，2010