

既存の濁度記録と多頻度衛星画像を用いた物部川濁度推定式の導出と試用 Development and trial use of turbidity estimation equation for Monobe River using existing turbidity records and satellite images

○橋本直之 新見翔子 松岡祐也

○HASHIMOTO Naoyuki, NIIMI Shoko and MATSUOKA Yuya

1. はじめに

高知県物部川流域では、特に平成16年及び平成17年の台風被害に起因する濁水長期化が問題となった。濁水長期化は、生態系・農業用水・水産資源・上水道浄水処理・景観等に悪影響を及ぼす懸念がある。高知県は、濁水対策の検討のために濁度計による定期的な測定を実施している。これに加え、物部川濁水対策検討会によるとりまとめ報告書（令和4年3月）では、衛星画像等による情報収集の可能性について意見が示された。衛星画像を利用すれば、広く面的な情報を得ることができる。衛星画像による濁度推定の研究は、これまで主に海や湖を対象に多く行われてきた（例えば山本ら、2007）。これらの研究では、濁度推定式を導出するために衛星画像撮影に合わせて濁度測定を行ってサンプルデータを収集していたが、新たなデータ収集には労力等を要する。そこで本研究では、物部川を対象とし、既存の濁度測定記録を利用して衛星画像から濁度を推定する式を効率的に導出し、推定式による濁度の空間分布把握を試行した。

2. 材料と方法

衛星画像による濁度推定式として、濁度 $(T) = Ap / (1 - \rho / C)$ (Dogliotti et al., 2015) を用いた。ここで、 ρ は反射率、 A と C は校正係数である。校正係数は次の手順で求めた。地上での濁度測定値として、高知県ホームページで公開されているデータのうち欠損の少ない3年分（2018, 2020, 2021年度）の水深1mの値を用いた。衛星画像として、撮影頻度の高いPlanet Scopeの地表面反射率画像プロダクト（画素サイズ：3m, 観測波長帯：青, 緑, 赤, 近赤外）を採用し、地上での濁度測定日と同日に撮影された画像を取得（雲等により利用可能範囲が小さいものは除外）した。この画像から、地上での測定地点付近の水面15m四方内の平均赤色反射率（赤色は濁度との関係が報告されている）を求めた。こうして得られた平均赤色反射率と濁度のデータセット（159データ）に非線形最小二乗法を用いて校正係数を求めた。被雲が少なく濁度が異なる3時期（2018年4月18日, 同年7月11日, 2021年4月19日）の衛星画像を取得し、得られた濁度推定式を適用し、物部川の河口から上流約31kmにある永瀬ダムまでの濁度空間分布を推定した。

3. 結果と考察

導出した濁度推定式は $T = 196\rho / (1 - \rho / 0.1775)$ となり、平均絶対誤差は5.8 (FTU) であった。この推定式を3時期の衛星画像に適用して永瀬ダムまでの濁度を推定し、河口からの距離を横軸にとって図示したものを図1に示す。2021年4月19日では、濁度計

記録（7か所）が2.2～3.6（平均2.9）（FTU）であったのに対し、推定結果は8.0～27.4（平均13.7）（FTU）と過大評価した。2018年4月18日では、濁度計記録が62.1～94.0（平均80.2）（FTU）に対し、推定結果は37.9～152.6（平均78.5）（FTU）であった。2018年7月11日では、濁度計記録が204.9～247.5（平均222.0）（FTU）であったのに対し、推定結果は69.0～1491.4（平均328.6）（FTU）と大きな変動が見られた。今回、説明変数として赤色反射率を用いたが、高濁度に対しては近赤外波長帯が有効であるとの報告もあり、濁度の大きさに応じた説明変数の変更や校正係数を求める際のデータ選定に改善の余地がある。このような課題はあるものの、図1からは濁度変動の小さい区間（例えば14～17km）や大きい区間（例えば19～20km）が存在することが分かった。後者の例を図2に示す。支川の合流地点付近で空間分布が局所的に変化していることが分かる。このほかにも、地形や水利施設等による変化もあると想定される。

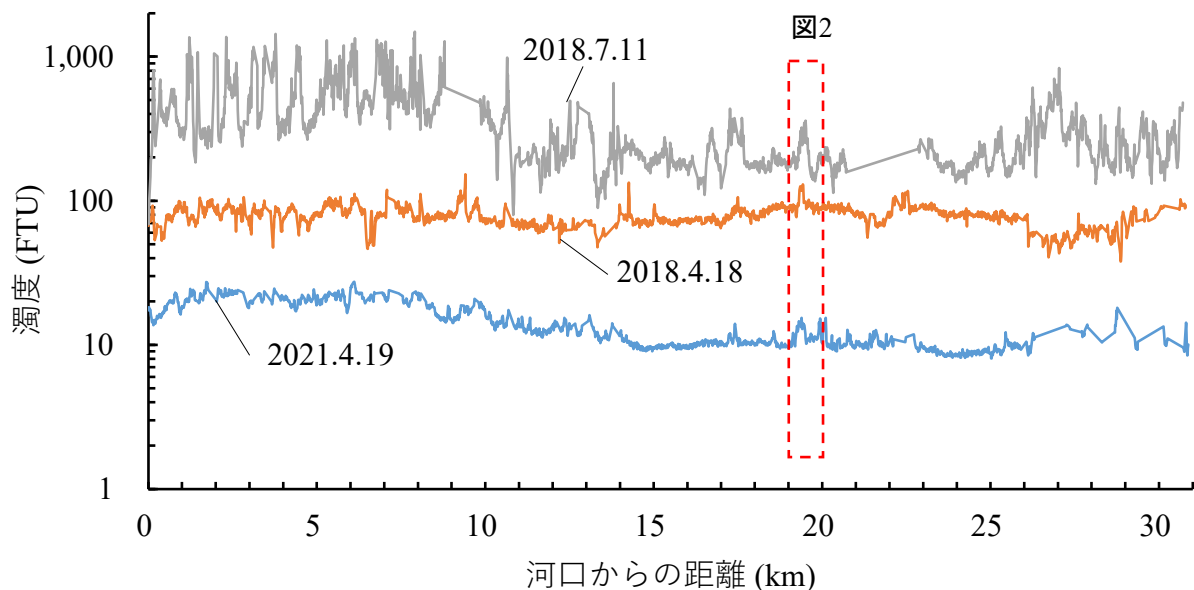


図1 衛星画像により推定した物部川における濁度空間分布（河口～永瀬ダム）
Spatial distribution of turbidity in Monobe River estimated using satellite imagery

4. おわりに

既存の濁度記録と多頻度衛星画像を用いて、比較的短時間で濁度推定式の導出ができ、衛星画像による情報の収集・詳細化の可能性が示唆された。引き続き、精度向上のための改良に取り組む予定である。

謝辞：本研究の一部は、公益財団法人クリタ水・環境科学振興財団「2022年度助成事業」の支援を受けた。

引用文献：1) Dogliotti, A.I. et al. (2015): A single algorithm to retrieve turbidity from remotely-sensed data in all coastal and estuarine waters, *Remote Sens. Environ.*, **156**, 157-168. 2) 山本ら (2007) : MODISによる宍戸湖・中海の濁度分布推定, *LAGUNA*, **14**, 57-68.

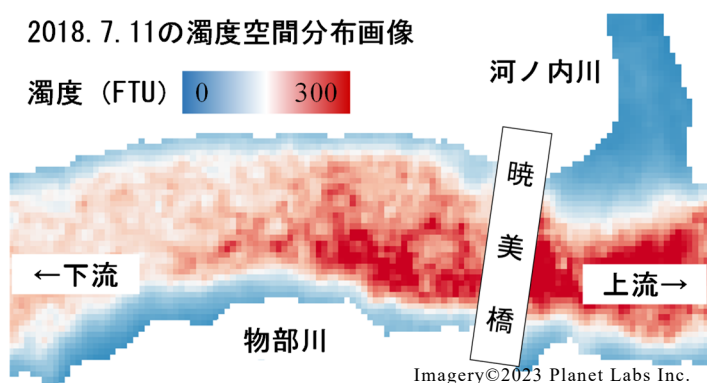


図2 濁度の空間変動が大きい地点の例
Example of sites with large variation in turbidity