

沿岸域の固有光学特性に基づく衛星観測データ同化モデルの開発と 河川負荷量算定への応用

国立研究開発法人 海上・港湾・航空技術研究所 港湾空港技術研究所 : ○篠原 優太
横浜国立大学 都市科学部都市基盤学科 準教授 : 比嘉 紘士
電力中央研究所サステナブルシステム研究本部 : 岡田 輝久
Plymouth Marine Laboratory : Salem Ibrahim Salem
横浜国立大学 都市科学部都市基盤学科 教授 : 鈴木 崇之

1. 研究の背景と目的

データ同化手法を取り入れた海洋モデルは、実データによりモデルの精度向上に有効であることが示されている。例えば、海色リモートセンシングにより面的に推定した水中物質濃度を同化したモデルは、沿岸域の透明度の把握に重要な浮遊懸濁物質の河川負荷量の高精度な推定を可能にする事が期待される。しかしながら、現状の海色リモートセンシングにて推定する水中物質濃度は、外洋における経験的な仮定を用いる手法で推定されており、水中物質の組成が複雑な沿岸域では推定結果に誤差が大きく生じる。この推定精度の低さは、データ同化に基づく河川負荷量の推定に重大な影響を及ぼす。本研究では、東京湾を対象に、水中物質濃度より経験的過程が少なく高精度に推定可能な固有光学特性 (Inherent Optical Properties: IOPs) を用いるデータ同化手法の有効性の検証を行った。

2. 課題の整理と提案する手法

現状の海色リモートセンシングにおける水中物質濃度は、人工衛星の光学センサが観測する海表面の反射光と水質を経験的に関連付けることにより、植物プランクトンのクロロフィル a 量 (Chlorophyll-a: Chl-a) や全浮遊懸濁物質質量 (Total suspended Solid: TSS) 等の水中物質濃度を推定する。しかしながら、沿岸域では植物プランクトンの種やサイズ、懸濁物の粒径や組成等が多様であり、光の吸収・散乱等の光学的特徴の変化が大きい。そのため、外洋の経験的な仮定に基づき、海表面の反射光から直接推定した水質は、沿岸域では精度が悪い。

一方、IOPs は、海表面の反射光から光の吸収と散乱に分離することで算出され、放射伝達理論に基づく経験的仮定が少ない手法で推定されるため、沿岸域での汎用性が高い¹⁾。IOPs の主要なひとつである粒子の後方散乱係数 (back scattering coefficient of particle: b_{bp}) は、河川から流入する浮遊懸濁物質濃度を反映するため、河川からの浮遊懸濁物流入の影響を把握する指標となる。本研究では衛星から推定した b_{bp} を 3 次元流動生態系モデルにデータ同化した (図-1)。3 次元流動生態系モデルでは、河川から流入した TSS に加え、植物プランクトンおよびデトリタスの懸濁物質質量を解き、これらから TSS を推定した。TSS から b_{bp} への変換は、現場観測結果から構築した生物光学モデルを用いた。

3. 結果および結論

データ同化より、河川ごとの TSS の負荷量および沈降速度の最適化が行われた。これらの変化により、TSS の数値モデルの計算結果が時空間的に変化した。特に、河川出水時の河口付近において負荷量が増加するように変化した。本研究で TSS の河川負荷量算定に用いた LQ 式は、

一般的に河川出水時に不確実性が高く、負荷量が過小評価傾向となることが指摘されている²⁾。本研究においても、河川出水時の TSS の負荷量を過小評価しており、同化により負荷量を増加するように修正された可能性が考えられる。

本研究で提案した衛星観測の b_{bp} をデータ同化する手法は、浮遊懸濁物質の河川負荷量の精度向上に貢献する可能性を示した。しかしながら、モデルに組み込んだ TSS から b_{bp} への変換では、全浮遊懸濁物の組成が考慮されていない。懸濁物の組成により散乱特性が変化するため、モデルには合理性に欠ける部分が残されている。また、現場観測値を用いた検証が課題となる、

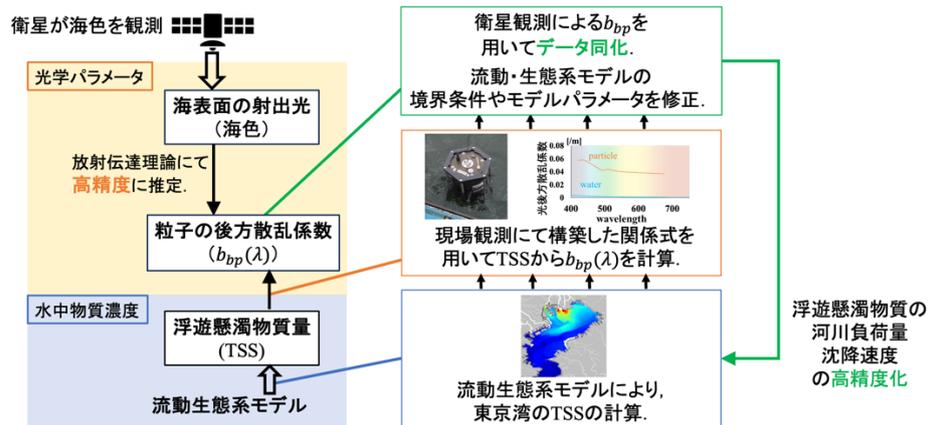


図 1. IOPs のひとつである b_{bp} を用いたデータ同化手法のフロー

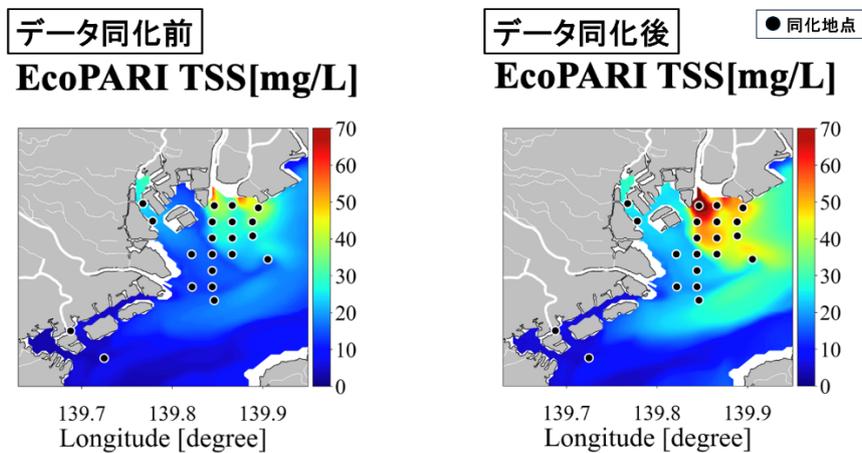


図 2. TSS のデータ同化前後の数値モデル EcoPARI の比較結果

参考文献

- 1). Lee ZP, Carder KL, Arnone RA.: Deriving inherent optical properties from water color: A multiband quasi-analytical algorithm for optically deep waters, Appl. Opt. 41, 5755–5772, 2002.
- 2). Diana Hapsari, Takeo Onishi, Fumitoshi Imaizumi, Keigo Noda, Masateru Senge.: The Use of Sediment Rating Curve under its Limitations to Estimate the Suspended Load, Reviews in Agricultural Science, Vol.7, pp.88-101, 2019.