

汚濁水塊のハイパースペクトル・リモートセンシング

日大生産工（院）	学生会員	○山本	岳宗
日大生産工（院）	学生会員	朝香	智仁
日大生産工	正会員	岩下	圭之
日大生産工	正会員	工藤	勝輝
日大生産工	フェロー	西川	肇

1. はじめに

都市域における水系で、人間活動の影響による汚濁は、「都市水域」に集約され水に依存することの多い我国日本にとって深刻な社会問題である。このような水域環境、特に閉鎖性または半閉鎖性水域における浮遊懸濁物質（Suspended Solid:SS）の大半が植物性プランクトンである推定モデルに対しては、既往の研究により高い精度が上げられている。しかし、他の水質項目、特に汚濁指標である化学的酸素要求量（Chemical Oxygen Demand:以降 COD）の推定モデルを構築するに当たり、植物性プランクトンが示すスペクトルが弊害となっている。

そこで、本研究は既に基本的なアルゴリズムが構築されている植物性プランクトン（Chlorophyll a:以降 Chl. a）推定モデルを基に、COD が及ぼすスペクトル特性への影響および Chl. a と COD との関係を予備実験により解析を行い、衛星データを用いて推定モデルの構築することを目的とした。また、その推定モデルを用いて研究対象水域の富栄養化を相対的評価した。

2. 化学的酸素要求量：COD

COD は水中にある物質（主に有機物）が酸化される時に消費される酸素量のこと、これは海域や湖沼における汚濁を測る指標である。富栄養化の激しい閉鎖性・半閉鎖性水域において無機栄養塩類（窒素やリン）濃度が上昇することにより植物性プランクトンが増殖を促進され、有機物が増えることで COD が増える。この結果、水質障害や酸素濃度低下により魚介類の死滅、水質の悪化など、人間生活環境に大きく悪影響を与えるため水質環境を測るうえで不可欠な指標である。

3. 研究対象水域による定点水質調査

研究対象水域は、富栄養化現象が問題視されている房総半島と三浦半島に囲まれる東京湾を選定した。本学では、1988 年以来、1 都 2 県の水質保全研究所

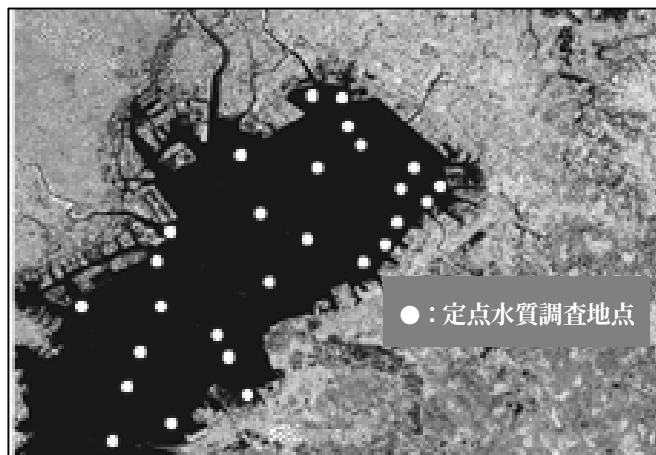


Photo 1 研究対象水域の概況図

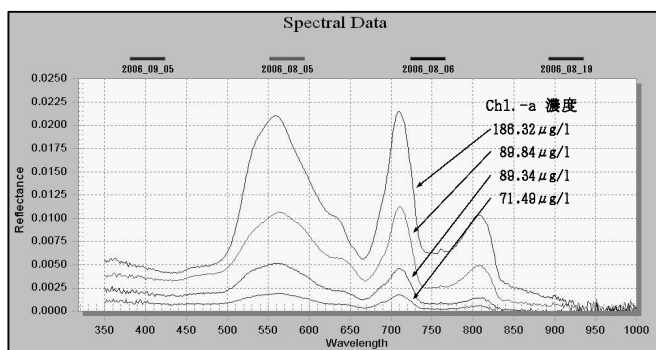


Fig.1 Chl. a 含有量変化に伴うスペクトル特性

と人工衛星観測日に同期して東京湾の定点水質調査（シートルース）を行っている。Photo 1 は研究対象水域の概況を示した衛星画像である。

<本研究に関するシートルース項目>

- ①気温&水温 ②COD ③クロロフィル濃度
④直下測定スペクトル

4. 予備実験

4-1. Chl. a 含有量変化に伴うスペクトル特性

COD と Chl. a との関係を明らかにするため予備実験では、平成 18 年 6 月 6 日～同年 9 月 7 日の夏期における晴天の定期時間に、人工的に Chl. a 含有量が超高濃度化された本学部実験池にて Chl. a 含有量の測定ならびに、同時点の COD の分析を行った。リモートセンシングによる水質環境評価を行うためには、

事前に水質汚濁物質の示すスペクトル特性を把握する必要がある。そのスペクトルパターンを選定するため池水が示すスペクトルの測定を同期して行った。

4-2. Chl. a 含有量変化が及ぼすスペクトル特性

池水の示すスペクトルはChl. a特有のFig.1のような分光反射特性が認められた。なお、Chl. a 含有量変化とスペクトルとの相関解析においては既往の研究成果と同様にChl. a 含有量が $100 \mu\text{g/l}$ 以上と以下とで既に確立されているRVIモデルとGordonモデルを使い分けることで良好な相関を得ることができた(Fig.2)。

4-3. Chl. a とCODとの相互関係

Fig.3は、予備実験によるChl. a 含有量変化とCOD変化との相関解析を行い両者の関係を示したものである。両者の間には $R=0.9629$ という良好な正の相関係数を得ることができた。このことから、両者は相互に影響を与えていることが認められる。

Fig.4は予備実験同様、本学と1都2県が衛星観測日と同期して定期的に行っているシートルースにより得られたChl. a 含有量変化とCOD変化との相関解析結果を示したものである。これも予備実験結果と同様な良好な正の相関を得ることができた。ゆえに、Chl. a を媒介とするCOD推定モデルの基本的な根拠を得ることが出来た。

5. 考察

Fig.4の結果より重回帰分析を行い、それにより得られた知見から、同年9月3日撮影のTerra/ASTERデータにフィードバックし作成した TSI_{COD} (Trophic State Index) 評価画像をPhoto 2に示す。富栄養化が問題視されている西印旛沼ならびに北印旛沼の流出口である花見川河口付近および三番瀬付近に高濃度CODが東京湾特有の時計回りの表面流に沿って拡散している様子が判読できる。また、湾北西部(隅田川および荒川河口)と湾南西部(横須賀港周辺)のCOD濃度も極めて高いことが判る。これら高濃度CODの移動方向(トラッキングベクター)は、全て東京湾に河口を持つ河川から向いていることから、本研究結果からも東京湾は流域界内の汚染物質の最終終結地であると判読できる。

6. まとめ

本研究の対象である東京湾は複数の河川の最終集結地であり、加えて複数の臨海工業地帯が隣接している。この様な沿岸水域の水環境を維持するための環境モニタリングや管理計画に、衛星リモートセンシングのもつ広域観測性、同期観測性を活用する利点は大きいと言える。

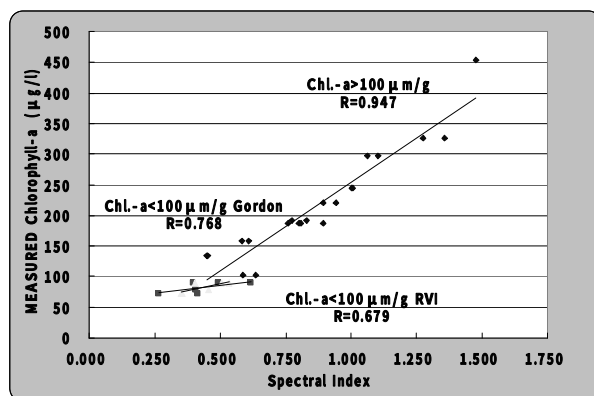


Fig.2 Gordon 法と RVI 法によるスペクトル特性と実測 Chl. a との関係 (予備実験)

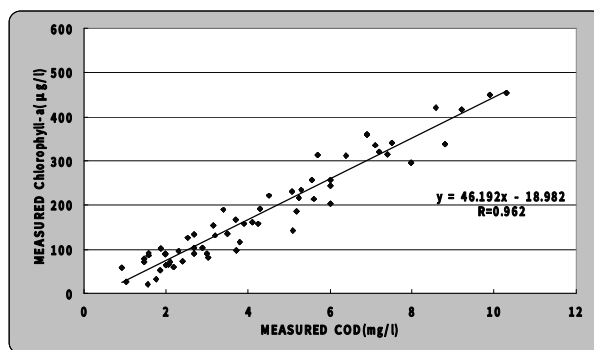


Fig.3 実測 Chl. a と COD との関係 (予備実験)

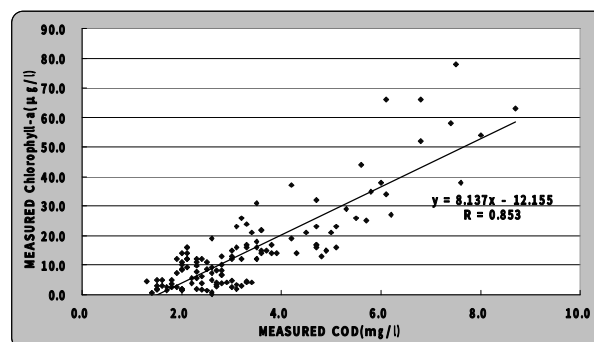


Fig.4 シートルースによる実測 Chl. a と COD との関係

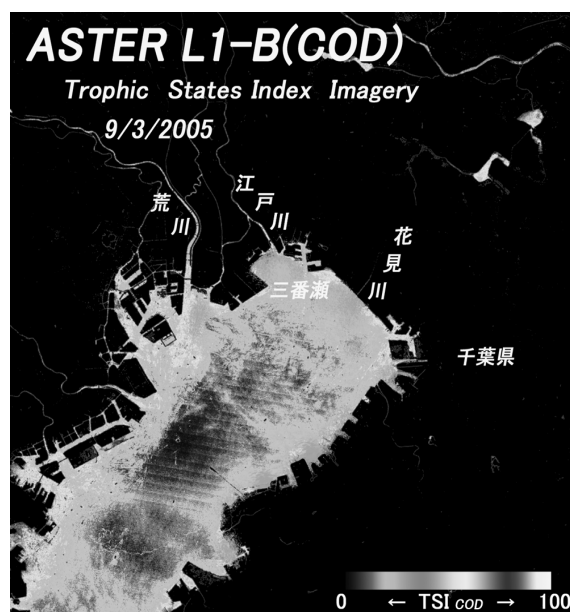


Photo 2 TSI_{COD} 画像