

東京湾クロロフィル-a 分布の時系列的評価

日本大学 学生会員 青木 光司
日本大学 正会員 岩下 圭之
日本大学 フェロー 西川 肇
カリフォルニア大学 非会員 Eric K. Dean

1.はじめに

従来の広域的な水質モニタリングは、主に船舶を利用したサンプリングによる「点」的観測データ、固定型自動計測システムやブイによる「線」的観測データに依存してきた。しかし、これらの手法では、水質についての「局所」的な分布の把握は困難であり、特に後者のシステムは定期的な保守管理が必要であるため、コスト的な問題がある。近年、広域性・瞬時性・周期性の観測に優れた衛星データを水質モニタリングへ活用し、既存の現地観測データと併用することにより大きな成果を挙げている。しかし、オリジナルセットの衛星データを利用した水域の解析には、「大気中のエアロゾル」や「無機懸濁物質としての Chlorophyll-a」の影響が水質の定量化の妨げとなっており、オリジナルの衛星データへ様々な補正が施されてきたが、これらのほとんどは、エアロゾル濃度の低い外洋を対象とした手法であった。

本研究は、継続的な研究の一環として、米国共同研究機関により複合補正済の多時期の衛星データを利用した新たな画像解析により、我が国の海域の中でも赤潮等の発生率の非常に高い東京湾北部域を対象にその主要因と考えられる Chlorophyll-a の分布状況を季節別に定量評価したものである。

2.水質の定点観測の概要

現地調査は、Fig.1 に示した各水質調査地点（●印）において、1998年12月13日から1999年7月25日の衛星観測日と同期して計4回にわたり千葉県水質保全研究所所有の観測船に同乗し、計12項目について船上からの直接測定ならびに室内分析用の試料水のサンプリングを行った。測定データの分析結果から、いずれの観測日においても、濁度、Chlorophyll-a は顕著に地域的な差異が認められ、内湾部と比較すると特に沿岸部・湾岸部においては、高濃度な値が検出された。これは、過去の調査においても値の大小はあるものの地域的には同様の汚染の傾向がみられ、慢性的な同海域の富栄養化を指摘することができる。

3. Chlorophyll-a 吸収帯の影響評価

赤波長域には、その反射率に影響を与えられ Chlorophyll-a による吸収帯が存在することで知られている。本研究における対象海域である東京湾は、従来より、赤潮発生による Chlorophyll-a の増加についての多くの報告がある。次の段階として、Chlorophyll-a の含有がどのようにそのスペクトル特性に関わってくるかを実験室レベルで再度検討を行った。Fig. 2 は、一定の濃度を持った濁度モデル水に対して Chlorophyll-a

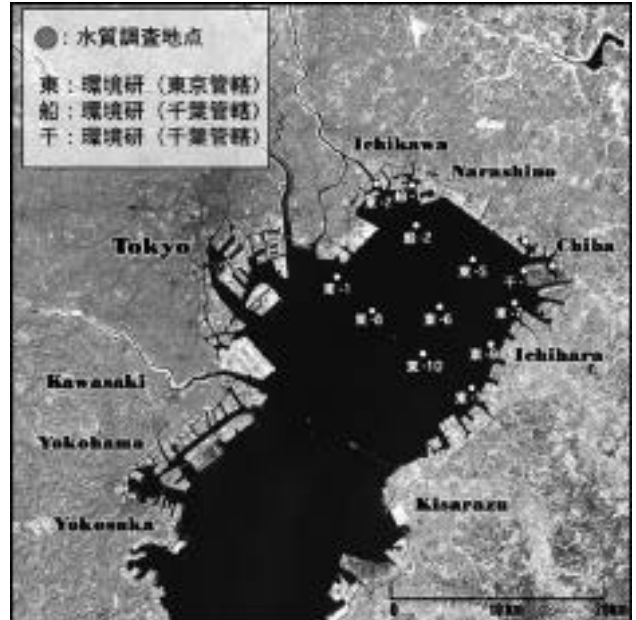


Fig.1 Locality map of study site by Landsat band 2,5 and 7 composite imagery. Dots in this figure show the fixed points of sea-truth, synchronized with the Landsat observation.

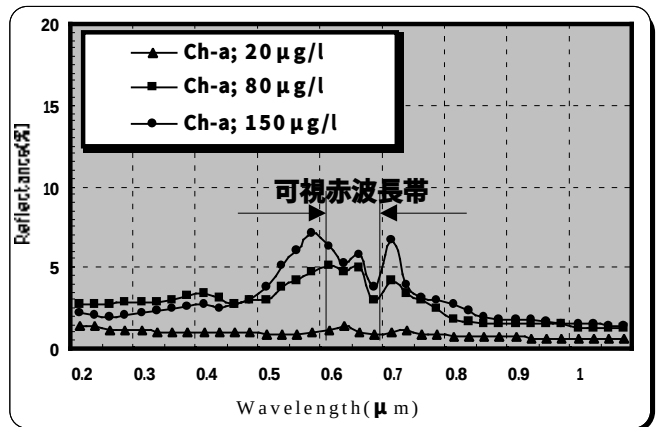


Fig.2 The reflectance spectra pattern for the model water, artificially mixed Chlorophyll-a. Reflectance peak moves according to volume of Chlorophyll-a.

を人為的に 20, 80, 150mg/l の割合で混入させたときの分光反射曲線を示したものである。

図から、混入量の増加に伴い、相対的に近赤外波長域 0.700 μm 付近において僅かながら反射率の上昇、逆に赤波長域 0.650 μm 付近においては反射率が減少し、

キーワード ; TTM データ Filament-Shaped 法 Chlorophyll-a

〒275-8575 千葉県習志野市泉町1-2-1 日本大学生産工学部土木工学科 TEL047-474-2471 FAX 047-474-2449

その反射のピークも緑波長に近い $0.610\mu\text{m}$ 付近に移動するという定説どおりのリフレクトパターンが顕著に確認された。

しかし、図から、可視赤波長域の各反射率の順位が逆転する程の Chlorophyll-a の吸収による影響は確認されなかった。

4. TTMデータによるChlorophyll-aの広域分布評価

現地調査結果による相関分析結果を基に、1999年4月14日観測の LANDSAT TM データの画像解析により水質環境評価を行った。なお、本研究ではオリジナルセットのTMデータにFilament-Shaped法により「大気補正」「スキャンノイズのスムージング処理」ならびに「輝度増幅処理」等のラジオメトリック複合補正を施した Transformed TM (以降、TTM データ) を利用して、Chlorophyll-a の広域分布評価を行った。

4.1 Chlorophyll-a 分布評価画像

Plate 1 は、TTM Band-4 (近赤外) および Band-1 (可視青) データを基に作成された「Chlorophyll-a 分布評価画像」である。この画像は、現地調査で得られた実測 Chlorophyll-a 濃度との対応をとるため、補正後の TTM Band-4,1 の輝度値を①式により推定濃度に変換した値を再度画像上にフィードバックした結果を表示したものである。

$$\text{Log}_{10}(\text{Chl-a}) = 0.158\text{Band4} - 0.057\text{Band1} + 4.512 \quad \text{①}$$

ここでは、紙面の都合上1時期の画像だけを示すが4時期の画像を見てみると、通常春先から夏季にかけて高い値を示す Chlorophyll-a 濃度を顕著に識別していることが判る。地域的な差異としては相対的に沿岸域に近くなるほど高濃度地域となっており、これは定性的に現地調査結果と一致している。しかし、江戸川河口付近より千葉港周辺にかけての内湾において比較的高濃度の Chlorophyll-a の分布が判読できる。全体的には、沿岸域にそって渦状に富栄養化現象が進化していると評価することができる。

4.2 画像処理結果の検証

Fig. 3 に、実測の Chlorophyll-a 濃度(Log_{10})と TM データから推定し濃度(Log_{10})との関係を示した。これも良好な正の相関を得ることができ、これより TTM データの解析手法ならびにその結果の妥当性を検証することができた。

5. 考察

本研究の解析結果より、以下の知見を得た。

- (1) TTM データと実測の Chlorophyll-a 量より推定された量との間に良好な相関が確認された。
- (2) 相関分析結果より、複合補正処理を含めた画像処理が適切に行われ、水域における解析には不可欠であることが検証された。
- (3) Chlorophyll-a が反射強度に与える影響は、実験レベルで 100mg/l を境にして徐々に大きくなることが確認されたが、本研究で対象とした1999年4月14日実測値は平均的にそれ以下であることから TTM Band データ輝度値への影響は無視できる。
- (4) 本来、光学センサによる油性汚濁評価のために開発された Filament-Shaped 法が、評価対象を Chlorophyll-a に置き換えたにも関わらず、比較的良好な結果を得ることが出来た。

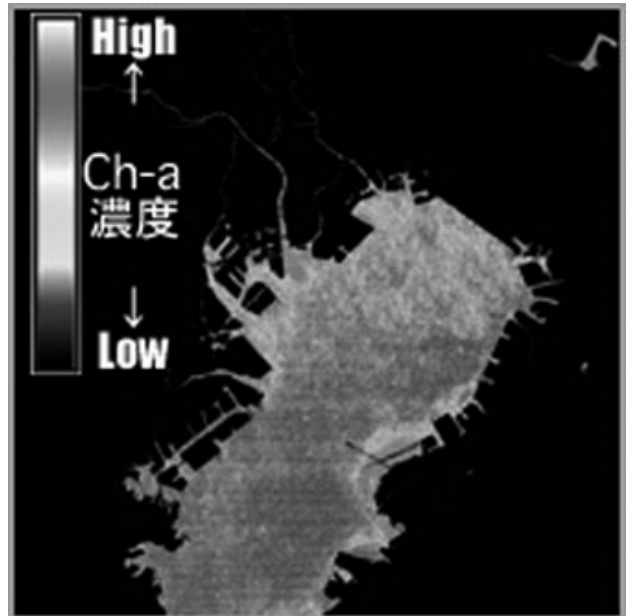


Plate.1 Classified "Chlorophyll-a" imageries by band ratioing method using the TTM band 1 and 4 show the similar pattern to its of turbidity. Individual color pattern indicates relative difference in concentration.

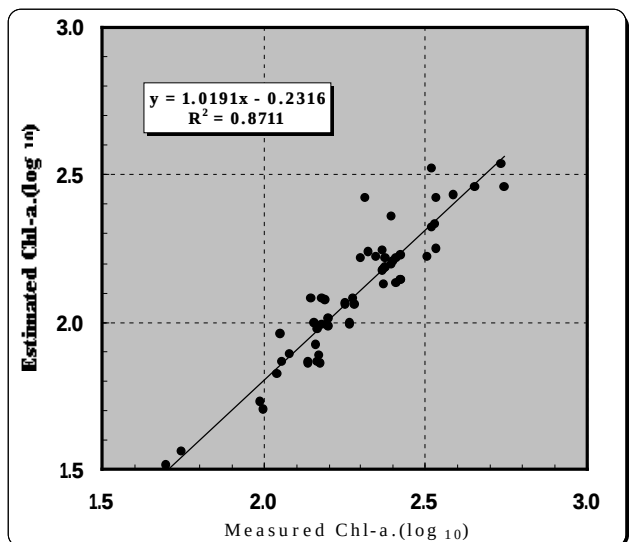


Fig.3 Comparison of measured Chlorophyll-a(Log 10) to the estimated by TTM band raioing.

- 好な結果を得ることが出来た。
- (5) 高濃度の対象地の場合、本手法がどの程度適切に作用するかを、以降検討する必要がある。

謝辞：

本研究の遂行にあたり、東京湾における現地調査に際して御協力いただいた千葉県水質保全研究所ならびに海上保安庁の研究員の皆様、また、TM データに対して膨大な補正処理を行って頂いたカリフォルニア大学 Dean 博士および同大学院生へ謝意を表す。本研究で利用した衛星データは宇宙開発事業団の研究目的配布データである。