

衛星リモートセンシングを利用したサンフランシスコ湾保全のモニタリング —EPA Star Grant Research : 米国閉鎖性海域の水質評価の一環として—

日本大学 (院) 学生会員 ○中村光士郎 日本大学 正会員 野中 崇志
管清工業 (株) 正会員 長谷川健司 日本大学 正会員 岩下 圭之

1.はじめに

本研究は、2000年より一昨年まで、本学教員が fellowship として関わってきた米国環境庁：EPA の Star Grant Research 「リモートセンシング技術を利用した米国内の閉鎖性海域の水質モニタリング」の一環として、1945年以降、土地被覆の変化・湾沿岸部の開発・埋め立て等により水質の悪化が問題視されてきた米国西海岸カルフォルニア州北部サンフランシスコ湾 (図-1) における EPA 主導の水質改善努力を時系列 Landsat 画像を利用した解析を通してモニタリングした結果を報告するものである。また、東京湾をはじめとした我が国の数多くの閉鎖性海域の水質環境修復及び将来戦略への課題ならびに一手法としての可能性を見いだすことを目的とした。



図-1 Landsat ETM データによるサンフランシスコ湾
周辺のモザイク画像

2.研究対象地域

本研究対象地域であるサンフランシスコ湾流域は、1980年代半ばより、毎年 10 km²のペースで湾の埋め立てが進み、地域の人々の懸念から米国環境庁 EPA 主導のもと「サンフランシスコ湾保全開発委員会 BCDC」(San Francisco Bay Conservation and Development Commission)が設立され、様々な環境保全プロジェクトが実施されている。そのプロジェクトの一つとして、サンフランシスコ湾に流入するサクラメントとサンホアキン水系から形成されるカルフェド・ベイ・デルタ地域では、水辺の修復・再生プログラムが実行され、生態系の保全などの分野に対して 30年以上の年月をかけて環境を修復していくプログラムが進められている¹⁾。その中に、EPA の協力のもと、サンフランシスコ湾を中心とする大規模な統合的水管理計画；CALFED BAY-DELTA PROGRAM が調印され環境修復が遂行された。

3. LANDSAT 衛星画像による時系列的モニタリング

3-1 画像解析

本研究の画像解析に利用した Landsat2, 5 の MSS, TM, Landsat8 のマルチスペクトルデータは USGS の Earth Explorer とメリーランド大学 GLCF から得られたものである。全てのバンドデータはカリフォルニア大学 Dozier, 南フロリダ大学 Carder, 日本大学 Iwashita 等が構築した補正アルゴリズム(Filament-Shaped)が組込まれている²⁾。これは、減衰下スペクトルレスポンスを補填するものであり、これにより Chl-a や赤潮等の Water Body Behavior の高精度な抽出が可能となり、これによる Chl-a濃度別分布は、『NASA Chl-a 定量化モデル Ver.3』と称され、NASA の公開モデルの一つである。

3-2 画像解析結果

図-2, 図-3 及び図-4 に、各年度の Landsat マルチスペクトルバンドデータを利用した Chl-a 定量化モデルを利用して抽出・分類された 1975年, 1990年, および 2015年の夏季の Chl-a 分布画像を示し、以下の様に評価することができる。

キーワード リモートセンシング 閉鎖性水域 サンフランシスコ湾

連絡先 〒275-8575 千葉県習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 TEL.047-474-2201

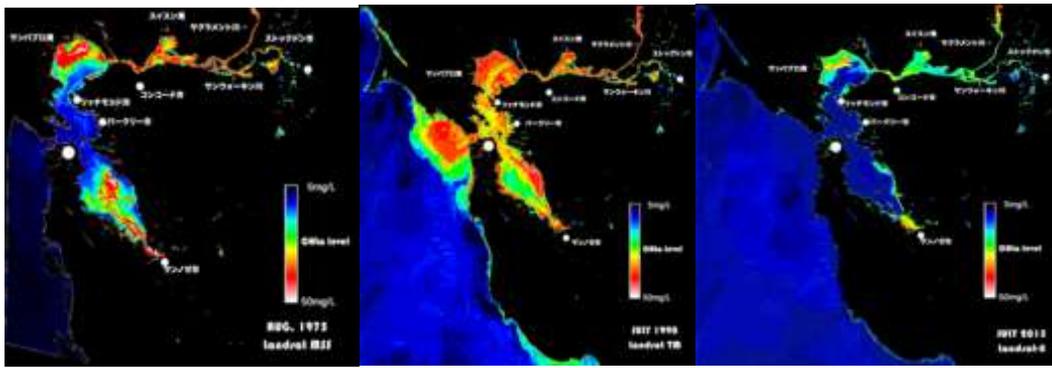


図-2 Landsat2 MSS 1975年8月. 図-3 Landsat5 TM 1990年7月. 図-4 Landsat8 2015年7月

・1975年8月 Chl-a 分布

約40年前の現地調査データが未整備のため実測値との関係を得ることはできず、Landsat MSS データであるためリサンプリングの範囲が若干異なる。画像から、主流のサクラメント川から流入する汚濁物質により近隣のスイスン湾に高濃度の Chl-a が発生分布(画像北部)しており、近接のサンパブロ湾に滞留している様子が判読できる。(図-2)

・1990年7月 Chl-a 分布

1975年と比較すると、このシーンは取得日前にかけての数回の豪雨と猛暑の繰り返しにより、Chl-a が異常増殖し、湾全体が高濃度となった。特に、湾北部の東西に展開する広域な農耕域から農業成分を含んだ周辺河川とサクラメント川を通じて流入する上流側都市域の生活排水のため、Chl-a が異常増殖し続け、湾全体的に高濃度域(平均 35mg/L)が判読でき、この時点で水質改善効果が出ているとは言い難い。(図-3)

・2015年7月 Chl-a 分布

画像全体の Chl-a 濃度は1990年初頭と比較すると格段に水質が改善されており、CALFED プログラムの改善効果を確認することができる。主流のサクラメント川からサンパブロ湾を通じてサンフランシスコ湾全体に流入するというパターンは変わらないが、プログラムによる著しい水質改善効果が画像より判読できる。(図-4)

4.総括

解析結果からも、湾全体としても1975年より2015年にかけての水質改善、すなわちプログラムの成果を視覚的に判読し、衛星データの有効活用が確認された。特に、2015年の画像は、当時の大統領令(2002年)により官民一体となり劇的に推進されたが、約3割の水域で水質基準が達成されておらず、その主要因である未

規制とくに農業分野(面源; NPS_NonPointSource)における TN(総窒素量)と TP(総リン量)のさらなる削減努力が必要であることも示唆された。

5.日本の水環境問題への適用への考察

日本に適用した場合、手本となる CALFED プログラムは集水域を中心に検討されたが、集水域毎にまとめれば日本でも制度次第で応用は可能なのであるが、課題として主張する実力のある環境保護団体が存在し、その意見を受容する土壌があるかという問題がある。

【謝辞】

本研究を遂行するにあたり、米国環境庁: EPA の Star Grant Research のデータ利用、University of California, Davis 校からは現地調査データ提供を頂いた。また、衛星データの提供をいただいた University of California, Santa Barbara 校 Image Mapping Lab.および研究全般において多くのご助言を賜った同校 Dr. Dozier 先生、ここに謝意を表します。

【参考文献】

- 1) 小椋和子,山脇正俊「アメリカ・カリフォルニア州の統合的水管理への挑戦 -CALFED ベイ・デルタ計画-」
- 2) K.Carder, T.Goodmann and K.Iwashita. "2003. Ocean color radiometry from CBRSP. Low altitude measurements from light aircraft", Ocean Optics Protocols for Satellite Ocean Color Sensor Validation, Rev. 4, Volume VI: Special Topics, Protocols and Appendices. Chap 4, p.79, NASA /TM-211621 /rev4 -Vol.5 2003.
- 3) K.Carder, T.Goodmann and K.Iwashita. 「Chlorophyll Evaluation Using Landsat TM Data」、Entire of EPA Star Grant Annual Report 2004.
- 4) 内田裕貴,岩下圭之,工藤勝輝,J.C. Dozier,「時系列マルチスペクトルリモートセンシングデータによる米国チェサピーク湾の水質評価-複合ラジオメトリック補正を施した CBRSP 航空機データを併用して」第45回日本大学生産工学部学術講演会論文集, 2012