複合補正処理の ALOS AVNIR2 による沿岸域水質のリモートセンシング

日本大学 ○正員 岩下圭之 正 員 工藤勝輝
日本大学 fellow 西川 肇 学生員 都築康幸
University of California Jeff Dozier

1.Introduction

1998年より千葉県と共同で研究調査の対象とし てきた東京湾は、沿岸部に大規模下水処理場が集 中しており、国内で最大級に淡水流入量や流入汚 濁負荷量が最も多い沿岸域である¹⁾。特に、半閉 鎖性水域の代表的な例である東京湾には、多種多 様な土地利用形態環境を有し様々な汚濁物質の流 入口である多くの河川が存在している。

本研究は、千葉県養老川河口周辺沿岸域を対象 に、最新の環境モニタリング衛星[だいち:(ALOS)] の多時期データを利用して、河口周辺におけるそ の汚濁水塊の流入および拡散分布パターンの物理 的な性質を視覚評価手法の構築を目的として行っ たものである。

2.Study Area

解析対象とした養老川は、国土交通省規定の砂防指定地に指定されており、養老川上流には川の 氾濫を洪水調節ならびに被害の軽減を図るために 高滝ダムが建設されている。しかし、流域内(Fig. 1 参照)の土地利用形態、河口付近に上流より運ばれ てきたシルト等の土砂によって堆積層を形成など、 洪水時には汚濁洪水時の汚濁物質の東京湾への流 入パターンの分析が必要不可欠な河川である。

2.1Ground Truth

衛星データを利用した水質評価画像を作成する ためには事前に現地調査より,汚濁物質量の異な るスペクトルパターン特性と各汚濁水質とにどの ような因果関係があるのかを検討する必要がある。 2008年9月20日の未明にかけて台風13号が,研究 対象の海域付近を通過し,市原市では約70mmの 降雨があった。この台風通過前後の9月19日およ び26日には,養老川の流路河口部の主要橋梁部に 設けた観測地点(5地点)において,サンプル水の採 取および流量測定を行った。なお,流量の算出法 は,環水管第30号に示されている方法で行い,流 速計から得られた流速と断面積との積で表した。

1) Trophical Water Quality

採取したサンプル水の水質分析の結果より,特 に,東京湾に近い養老大橋付近では,SSが台風の 通過前(2008年9月19日)で4.7mg/ℓであり,通過後 (2008年9月26日)では19.7mg/ℓであった。また, 養老大橋で実施した流量観測の結果では,降雨時 が約17m³/s,渴水時期が約1.5m³/sで,平均8.72m³/s であった。この流量は,自治体が示した観測結果 とほぼ一致している。また、現地調査から得られ た Chl-a 濃度とSS の関係から、非常に良好なリニ アな相関性(R=0.984)を得た。

2) SS versus Spectral Features

SS とスペクトル指標との関係は、0.515µm 付近

のVG(可視緑波長域) は海水等に含まれるSSから の反射を示し, VR(0.680µm 付近)では Chl.-a の吸 収を示すことから, SS は経験より(VG×VR)/VB に より表すことができる。

3) Turbidity versus Spectral Features

水の濁りは汚濁状態の重要な判定基準であり, 浮遊懸濁物質濃度が同じであっても粒子の種類や 大きさによって濁度は異なるとされている。Fig.2 に,濁水濃度別のスペクトル特性を表した。低濃 度濁水の表面からの太陽反射光のスペクトル輝度 は,波長 600nm 近傍,690nm 近傍で特徴的な変 化が現れた。特に高濃度になるにつれて,これら の波長近傍のほかに VR(630nm 近傍)で著しい変化 の波長特性が示される²⁾。

4.Satellite Analysis

衛星画像の解析は、以下に示す複合ラジオメト リック補正済のALOS/AVNIR-2データを使用して 行った。

①降雨量が少ない日:2007年11月15日(比較用)
②台風通過後:2008年10月2日

<<Filament-Shaped Correctional Algorithm>>

また、解析に導入した複合補正アルゴリズムは 大きく2つのステップで大別できる。まず、 ALOS/AVNIR-2 センサに到達する海面から算定す る「正規化射出放射輝度」の抽出、次にスキャンア ングルエラーを除去するために,さらに太陽天頂 角を考慮して正規化処理をし,海面が太陽に対し てフラットになるように補正するための「正規化



Fig. 1 ALOS multispectral imagery shows outline of study area with various land-use categories

Keywords; ALOS AVNIR2, Filament-Shaped Method, 正規化射出放射輝度 連絡先; 〒275-8575 習志野市泉町 1-2-1 日本大学生産工学部 047-474-2471 射出放射輝度の細補正」である。これらの補正処 理を行い、大気上端で観測された衛星データを海 表面からの射出放射輝度へ変換した。なお、観測 時の大気の状態などのアンシラリデータは、衛星 データ受信時に入手する準リアルタイムデータな らびに地域の自治体が観測している「ローカル SPM 濃度」を用いることにした。

<<Chl.-a Evaluation Algorithm Theoretical Basis>>

衛星データから定量的な数値として Chl.-a 濃度 を推定する方法は、 OceanColor3M と呼ばれる NASA ベースの 3 次式である経験的アルゴリズム を利用して Chl.-a 濃度を推定することにした。

$$R_{3M}$$
=Log₁₀(Maximum of [$\frac{R_{443}}{R_{551}}$, $\frac{R_{48}}{R_{551}}$]) ----(3)

$$Log_{10}(C_a)=0.2830-2.753R_{3M}+1.457R^{2}_{3M}$$

+0.659R³_{3M}-1.403R⁴_{3M}
Ca : Chl.-a 濃度(µg/\ell)

衛星データに前述に記した基本処理を行った結 果,水質指標である Chl.-a 濃度分布, SS および濁 度の洪水前後の濃度パターン画像を示した(Fig.3 a, b & c)。

5. Results for Image Pattern Analysis

この海域は平常時でも Chl.-a 濃度が高いといわ れているが、台風通過後では河口付近の Chl.-a 濃 度が 100 µ g/ℓと高濃度基準値を超えている場所が 多いことが判読され、このことから台風の通過に 伴い、同様に河川より SS や栄養塩等が大量に東京 湾に流れでることにより半閉鎖性水域の地形要因 もあいまって富栄養化を繰り返している。

また、観測日から 2 週間前のハイドログラフか ら算定した本台風通過後の流量データ(20.0m³/s)と SS 濃度(19.7mg/ℓ)より,洪水時には養老大橋から 瞬間 390g/m³/sec レベルの SS が東京湾に流出され ていることになる。

また河口部における水深は約2m~5mであり, なだらかな勾配が続いている。SS評価画像から判 別した結果,養老大橋から環境基準値(50mg/ℓ)をオ ーバーして東京湾に流出している範囲は平常時で 76000m²であり,洪水時で122400m²の結果となっ た。その流量は,平常時と洪水時では約4倍近い 体積の違いがあり,SSは希釈拡散を続けながら常 に時計回りの東京湾の表面海流により、その平均 表面流に沿って木更津の方向へ常に流動している パターンが読み取れる。木更津沖へ広範囲に広が っていることが判読できた。

6. Discussion

- ・降雨直後で養老川河口のSS, Chl-a濃度が上昇 することに伴い、この養老川上流域は全国でも 有数のゴルフ場が立地しており、この芝保全用 に使用される農薬および昭和40年代に養老川 中流域右岸に埋め立てられた廃棄物による汚 染物質などが地下水、河川および沿岸海域への 混入の危険性を考慮に入れ、今後はCOD(化学 的酸素要求量)ベースの慢性的低濃度な化学汚 染のモニタリングが課題である。
- ・陸域で発生した汚濁負荷は、直接東京湾に直接 流入しており、主に家庭下水、産業排水等に由 来する有機物質や粘土類の微粒子が主成分であ り、濃度が高いと水中照度の減衰により水中光

合成の阻害要因となる。

 ・ 半閉鎖性水域は汚濁物質が蓄積しやすく,植物 プランクトンが異常増殖し,赤潮の発生主因と されている。これまでの水質モニタリングは, 主に平常時の水質汚濁状況の把握を目的に実 施されてきたが,洪水時には雨水とともに未処 理の下水が河川や沿岸域に越流して赤潮等の 有機汚濁物質の負荷源となっているという事 実からも,気象条件の違うパターンでのモニタ リングが必要である。









Fig. 3 ALOS multispectral time-series change analysis (B/A of typhoon) for water quality